إقتصاد التغيرات المناخية: قراءة في أعمال ويليام نوردهاوس – نموذج دايس DICE–

Climate Change Economics: A Reading in William Nordhaus's Works –DICE model-

عثمان عثمانية[1] *، وداد بن قيراط[2]

[1] مخبر المقاولاتية وادارة المنظمات،جامعة الشهيد العربي التبسي –تبسة– (الجزائر)،o.atmania@univ-tebessa.dz

[2] مخبر المقاولاتية وادارة المنظمات،جامعة الشهيد العربي التبسي –تبسة– (الجزائر)،wided.benkirat@univ-tebessa.dz

تاريخ الاستلام: 2023/04/30؛ تاريخ المراجعة: 2023/05/11؛ تاريخ النشر: 2023/12/31

ملخص:

تهدف هذه الورقة البحثية إلى توضيح مدى تفاقم مشكلة التغيرات المناخية التي أصبحت أزمة عالمية تهدد مختلف مجالات الحياة الانسانية، وقد تم التركيز من خلال هذا البحث على علم إقتصاد التغيرات المناخية وكيفية مواجهته لهذه الظاهرة والتخفيف منها. وذلك بالاعتماد على نموذج DICE أحد أعمال الإقتصادي الأمريكي ويليام نوردهاوس الذي يربط بين التغيرات المناخية والجانب الاقتصادي لوضع رؤية مستقبلية لهذه التغيرات.

وتم التوصل إلى أن نوردهاوس ساهم بشكل بارز في توضيح هذه المشكلة، حيث قدم نموذج DICE وهو نموذج التقييم المتكامل في مجال التغيرات المناخية، الذي يدرس الآثار المتوقعة في المستقبل للسياسات التي يتم تبنيها اليوم. كما قدم نوردهاوس حلولا عملية لهذه المشكلة من خلال فرض ضريبة على إنبعاثات ثاني أكسيد الكربون، وأيضا إنشاء نادي عالمي للمناخ.

الكلمات المفتاح : التغيرات المناخية، إتفاقية باريس للمناخ، إقتصاد التغيرات المناخية، ويليام نوردهاوس، نموذج DICE

تصنيف JEL : Q54 ؛ Q57

Abstract:

This research paper aims to clarify the problem of climate change that became a global crisis, with the focus on the economics of climate change and the works of William Nordhaus, who linked between climate change and the economics to set a future view to these changes.

The research concluded that Nordhaus contributed significantly in making that problem clear. He presented the DICE model which is an integrated assessment model of climate change, it studies the future impacts of the adopted today policies. Nordhaus also introduced practical solutions to that problem through carbon tax and global climate club.

Keywords: Climate changes, Paris Climate agreement, climate change economics, William Nordhaus, DICE model.

Jel Classification Codes : Q54 ; Q57

I- تمهيد :

تعد مشكلة التغيرات المناخية من بين أهم المشكلات التي تواجه الإنسانية خلال القرن الحادي والعشرين، لما لها من انعكاسات على البيئة الإنسانية بما يؤثر على مختلف أوجه الحياة الإنسانية، التي تعتمد اعتمادا مبالغا فيه على تكنولوجيا ومصادر طاقة وأسلوب حياة ملوث للبيئة. وهذا ما دفع بالكثير من علماء البيئة والإقتصاد إلى دق ناقوس الخطر، والتحذير من عدم إتخاذ سياسات وإجراءات فعالة للتخفيض من انبعاثات غازات الدفيئة إلى الغلاف الجوي.

ويعتبر ويليام نوردهاوس أهم الإقتصاديين الذين أسهموا في دراسة إقتصاد التغيرات المناخية، خاصة من خلال أعماله طيلة العقود الأربعة الماضية، والتي دفعت بالجمعية السويدية لمنحه جائزة نوبل في الإقتصاد لسنة 2018، فيما أعتبر حدثا بارزا وتحولا ملحوظا في التركيز على اقتصاد التغيرات المناخية.

مشكلة الدراسة:

لقد كان مجال دراسة اللتغيرات المناخية والبيئية حكرا على علماء البيئة، لكن مع مطلع القرن العشرين ومع تزايد النشاط الصناعي والإقتصادي، تحول التركيز إلى النتائج والتكاليف الإقتصادية المصاحبة لتلك الظاهرة، فظهر مجال خاصة بدراسة ذلك هو إقتصاد التغيرات المناخية، الذي يعتبر الإقتصادي الأمريكي ويليام نوردهاوس من أبرز رواده. ومن هنا يمكن طرح مشكلة الدراسة في السؤال الآتي:

كيف ساهم نوردهاوس في دراسة اقتصاد التغيرات المناخية من خلال نموذج Dice؟

أهداف وأهمية الدراسة:

تهدف هذه الدراسة إلى تحقيق ما يلي:

- التعريف بعالم إقتصاد بارز وتقريب أهم أعماله من القارئين؛
- تسليط الضوء على نموذج DICE والإتجاهات المستقبلية لظاهرة التغيرات المناخية؛
- تحديد السياسات التي يرى نوردهاوس أنها أكثر فعالية في مواجهة ظاهرة التغيرات المناخية.

وتكتسي الدراسة أهميتها من أهمية أعمال نوردهاوس في مجال التغيرات المناخية، إذ تحدد نتائج الظاهرة وما لها من إنعكاسات على مختلف مظاهر الحياة الإنسانية، وتبين كيف يسهم نموذج DICE في تقدير الإتجاهات المستقبلية للظاهرة وتكلفتها الإقتصادية بناء على السياسات التي يتم تبنيها اليوم.

الدراسات السابقة:

- Christian Gollier, "**The Economics of Cliate Change** : **A Critical Analysis of the Stern Review**", July 2007.

هدفت هذه الدراسة إلى مناقشة النتائج الاقتصادية للتغيرات المناخية والتي صدرت فيما يعرف بتقرير ستيرن Stern Review في ضوء الدراسات التي جاءت بعد التقرير. وقد توصلت الدراسة إلى أن التقرير يقدم أساسا اقتصاديا لصالح تحول جذري في موقفنا تجاه التغيرات المناخية، كما يقيس تكلفة عدم القيام بأي شيء بناءً على التقديرات الخام للمعايير الأساسية للنموذج المناخي والاقتصادي. وعلى

الرغم من الشكوك حول استنتاجاته الكمية، إلا أنه يمكن العثور على القيمة المضافة لهذا التقرير في إطار عملية صنع القرار الجماعي التي يقدمها.

- محمد نعمان نوفل، "اقتصاديات التغير المناخي: الآثار والسياسات، سلسلة اجتماع الخبراء، المعهد العربي للتخطيط بالكويت، 2006.

هدفت هذه الدراسة إلى عرض أهم ما جاء في تقرير سير جمليكولاس إستيرن سنة 2006 الذي ركز على الخطوات اللازم اتخاذها عالميا لتفادي الأخطار التي تترتب على ارتفاع درجات الحرارة في العالم والتي ينتج عليها انبعاث الغازات الدفيئة أو غازات الانحباس الحراري. والأخذ بهذه الشواهد العلمية في هذا المجال، وعلى استخدام مثل هذه الشواهد لاستكشاف الأضرار الاقتصادية والاجتماعية لارتفاع درجات الحرارة.

وتوصل الباحث إلىأنه من أهم تلك الخطوات ضرورة اتباع سياسات للتخفيف من حدة المشكلة؛ وتشتمل على سياسات لتسعير الكربون، وسياسات تشجيع الابتكار التقني ، وسياسات تشجيع الانتقال إلى بيئة اقتصادية جديدة. أما الخطوة الثانية تتمثل في سياسات التأقلم من خلال بناء القدرات الرصدية والتحليلية، ومن خلال وضع المعايير لقياس مدى فهم المخاطر المتوقعة.

I.1– التغيرات المناخية ونطاقها:

تعد مشكلة التغيرات المناخية أحد القضايا التي أخذت حيزا هاما في الكتابات الأكاديمية والنقاشات السياسية خلال العقود الأربعة الماضية، لما لها من آثار محتملة على مختلف أوجه الحياة الإنسانية.

وقد أصبحت التغيرات المناخية مسألة علمية مهمة منذ القرن التاسع عشر (1800) عندما اكتشف جوزيف فوريي Joseph Fourier، جون تندال John Tyndall وسفانتي أرينيوس Svante Arrhenius بصفة مستقلة وفسروا ديناميات الغلاف الجوي للأرض، موضحين العلاقة بين ثاني أكسيد الكربون ودرجة الحرارة. ودخل الإحتباس الحراري الوعي الإجتماعي في الو.م.أ نهاية الخمسينيات، عندما جلبت سلسلة الأفلام العلمية لمختبرات بيلBell Laboratory العلم إلى الحياة اليومية، مفسرة عمل الغلاف الجوي وأسباب ونتائج التغيرات المناخية. وقد طفت المسألة على الساحة السياسية الدولية في نهاية السبعينيات خلال المؤتمر الأول للأمم المتحدة حول البيئة الإنسانية، مؤتمر ستوكهولم سنة 1972. (Ivanova, 2017, p. 17)

يمكن تعريف التغيرات المناخية على أنها التغير الذي ينسب بشكل مباشر أو غير مباشر للنشاط الإنساني الذي يغير تركيبة الغلاف الجوي العالمي، والذي يضاف إلى التقلبات المناخية الطبيعية الملاحظة على فترات زمنية قابلة للمقارنة. (Ian, 2004, p. 7) يشير هذا التعريف إلى أن التقلبات المناخية هي أمر طبيعي، لكن المشكلة تكمن في التغيرات التي تنتج عن النشاطات الإنسانية، التي تنعكس في تزايد إنبعاثات غازات الدفيئة إلى الغلاف الجوي فيما يعرف بأثر غازات الدفيئة.

أثر غازات الدفيئة هو ظاهرة طبيعية ظلت تعمل لملايين السنين، ومن دونها تكون الأرض باردة جدا لدعم الحياة كما نعرفها. ومن المعروف في النظرية والقياس أن غازات الدفيئة (ثاني أكسيد الكربون، الميثان، أكسيد النيتروز ومركبات الكلوروفلوروكربون) في الغلاف الجوي تحافظ على درجة حرارة سطح الأرض عند متوسط 15 درجة مئوية. بدون اثر الدفيئة، يكون متوسط درجة حرارة سطح الأرض – 18 درجة مئوية. (Ian, 2004, p. 12)

ومن هنا يتضح أن ظاهرة الإحتباس أو ما يسميها البعض بالإحترار هي ظاهرة طبيعية، لذلك هناك جدل كبير بين علماء البيئة والإقتصاد حول جدوى وكفاءة اتخاذ تدابير لمواجهة الظاهرة.

ومن المفيد التمييز بين ظاهرتي الإحتباس الحراري والتغيرات المناخية، فالإحتباس هو زيادة متوسط درجة حرارة سطح الأرض، أما التغيرات المناخية والأكثر شمولا تشير إلى أي تغيير كبير وطويل المدى في درجة حرارة الأرض، هطول الأمطار أو أنماط الرياح. (Blau, 2017, p. 14)

وفي الأخير يمكن الإشارة إلى أن هناك أربعة حقائق أولية لا مفر منها حول تغير المناخ وما يسببه، تتمثل فيما يلي: (Blau, 2017, pp. 35-36)

- تغير المناخ لا يكترث بالحدود الوطنية؛
- غازات الدفيئة تمتص الطاقة، تبطئ أو تمنع تسرب الحرارة إلى الفضاء، وبهذا الشكل تعمل غازات الدفيئة مثل البطانية، ما يجعل الأرض أكثر دفئا مما كانت ستكون عليه. وهذه العملية تعرف بـ "أثر الدفيئة Greenhouse Effect."
- يعتمد أثر هذه الغازات الدفيئة على مدى تسخينها الغلاف الجوي للأرض، أو قدرتها الإحترارية العالمية، طول الزمن بالسنوات في الغلاف الجوي، وإجمالي التركيز في أجزاء من المليار.
- المتسبب الرئيس هو ثاني أكسيد الكربون، بسبب طول الزمن بالسنوات في الغلاف الجوي، وإجمالي التركيز في أجزاء من المليار.

يتضح مما سبق أن التغيرات المناخية يحتمل أن تصبح أسوأ في المستقبل نتيجة لانبعاثات غازات الدفيئة، وخاصة ثاني أكسيد الكربون، جراء النشاطات الإنسانية والإعتماد المبالغ فيه على الطاقة الأحفورية، ما يجعل الظاهرة عالمية وعالية الخطورة.

أ –خصائص ظاهرة التغيرات المناخية:

تمثل ظاهرة التغيرات المناخية مشكلة معقدة، كون أحد أهم أسبابها الرئيسية هو الطاقة الأحفورية التي يرتكز عليها أسلوب حياة الإنسان المعاصر. ومثلما هناك دولا تتسبب في الظاهرة أكثر من غيرها، هناك دول تتأثر بالظاهرة أكثر من الأخرى.

وهناك عدة سمات تميز تلك الظاهرة، يجملها الإقتصادي البارز جيفري ساكس Jeffrey Sachs فيما يلي: (Sachs, , 2015, pp. 394-396)هي أزمة خطورتها عالمية، فالتغيرات المناخية تؤثر على كل جزء من الكوكب، ولا مفر من تهديدها وخطورتها، وكل جزء من العالم يساهم في المشكلة، على الرغم من أنه على أساس نصيب الفرد، بعض المناطق كالو.م.أ تتسبب في ضرر ومخاطر أكبر من مناطق أخرى في العالم.

- عندما تكون الأزمات عالمية، مثل هذه الأزمة، هناك تحديات كبيرة لتعبئة العالم من أجل اتخاذ إجراءات تصحيحية. وقد صادقت 195 حكومة ومنظمة إقليمية واحدة هي الإتحاد الأوروبي على الإتفاقية الإطار للأمم المتحدة حول التغيرات المناخية، في قمة ريو للأرض سنة 1992. وتلك الدول 195 لها وجهات نظر مختلفة، فبعضها يصدر الوقود الأحفوري، وبعضها يستورده. البعض يستعمل الطاقات المتجددة بكثافة، والبعض الآخر يستعملها قليلا جدا، البعض غني والبعض الآخر فقير...كل هذه الإختلافات تولد اختلافات كبيرة في وجهات النظر والمصالح حول الطريق السليم الذي يجب اتباعه.

- المشكلة عابرة ليس للدول فحسب بل حتى الأجيال، والأشخاص الذين سيتأثرون بشدة بالتغيرات المناخية الناتجة عن الإنسان لم يولدوا بعد. فهم لا ينتخبون ولا يكتبون أعمدة، لا ينشرون مقالات، ولا يلقون خطابات الآن. ومما لا شك فيه أنه من الصعب على النظام السياسي أو أيا منا أن يبقي في ذهنه أو أن يمثل بعدل مصالح الأجيال القادمة.
- التحدي معقد أيضا بسبب أن مشكلة إنبعاثات غازات الدفيئة تكمن في جوهر الإقتصاد الحديث. فنجاح نمو الإقتصاد الحديث ينتج عن القدرة على الإستفادة من الطاقة الأحفورية. وقد نمى العالم بأكمله كاقتصاد مرتكز على الطاقة الحفورية، التي هي في قلب أزمة التغيرات المناخية.
- التغيرات المناخية هي أزمة سريعة الحركة من منظور المراحل الجيولوجية، لكنها جد بطيئة من وجهة نظر الأحداث اليومية والأجندة السياسية.
- التغيرات المناخية هي معقدة بطبيعتها. لو كان هناك عمل واحد، رصاصة واحدة سحرية، تكنولوجيا واحدة جديدة، لكانت المشكلة حلت الآن. لكن أشكال التغيير التي نحن بحاجة إليها لمواجهة التغيرات المناخية الناتجة عن الإنسان تشمل كل قطاع في الإقتصاد، بما في ذلك البناء، النقل، إنتاج الغذاء، توليد الطاقة، التصميم الحضري والعمليات الصناعية.
- قطاع الطاقة هو مجال للشركات العالمية الأكثر سلطة: شركات النفط والغاز الكبرى عموما هي من بين أكبر الشركات من حيث المداخيل.

يطرح ساكس من خلال العناصر سابقة الذكر مجموعة من التناقضات التي تميز التغيرات المناخية وتجعلها معقدة للغاية، كون بعض الدول أكثر ضررا من الأخرى، وأن المسألة تهم الأجيال القادمة أكثر من الأجيال الحالية، كما أن صعوبة وشمول الحلول التي يجب اتخاذها للتخفيف من الظاهرة يزيد من تعقيدها.

ب–آثار التغيرات المناخية:

يتوقع أن تؤدي التغيرات المناخية إلى تغييرات كبرى على مختلف أوجه الحياة الإنسانية، وتمتد آثارها من إنتاج الغذاء إلى صحة الإنسان، بل وحتى الهجرة من المناطق المتضررة إلى المناطق الأقل تضررا، وهو ما ولد مصطلحا جديدا هو لاجئو المناخ climate refugees، ما يستوجب التعامل بجدية مع هذه الظاهرة.

ويتخلى حاليا أفراد من حوالي 39 دولة جزرية صغيرة عن منازلهم ومدارسهم، مدنهم وحتى دولهم، وهناك تقدير أن يصل عدد لاجئي المناخ إلى 2.2 مليون عند نهاية القرن. (Blau, 2017, p. 13) وقد حددت منظمة التعاون الإقتصادي والتنمية OECD مجموعة من الآثار المحتملة للتغيرات المناخية، يمكن ذكرها فيما يلي:(OECD, 2015, pp. 22-24) في الزراعة سيكون للتغيرات المناخية نتائج على مختلف القطاعات الفرعية، بما فيها إنتاج المحاصيل والثروة الحيوانية والمراعي وتربية الأحياء المائية.

- المناطق الساحلية: مختلف العوامل المرتبطة بالتغيرات المناخية يمكن أن تؤثر على المناطق الساحلية، إلى جانب التغيرات المحتملة في شدة وتكرار العواصف، الزيادة في هطول الأمطار، وارتفاع درجات حرارة المحيطات، تحمض المحيطات، وقد يكون إرتفاع منسوب مياه البحر أهم عامل يساهم في إلحاق الضرر بتلك المناطق.
- أحداث الطقس المتطرفة: من المحتمل أن تتأثر هي الأخرى بالتغيرات المناخية، بالرغم من اختلاف التغيرات إقليميا. ويحتمل أن تصبح الأعاصير في المناطق الإستوائية أكثر حدة بحلول نهاية القرن 21، مع ارتفاع درجات حرارة سطح الأرض، وفي نفس

الوقت يحتمل زيادة عدد وحدة فيضانات الأنهار. كما أن هطول الأمطار وزيادة التبخر يمكن أن تؤدي حدوثموجات جفاف، والتي يتوقع أن تصبح أطول وأكثر تكرارا في بعض المناطق والفصول.

- الآثار على الصحة: التغيرات المناخية تضم آثارا مباشرة وغير مباشرة على الصحة، بما فيها: الوفيات والأمراض المرتبطة بالحرارة والجفاف، الماء، الغذاء والتغيرات في تلوث الهواء والمواد المسببة للحساسية، وهناك أيضا مخاطر على البنية التحتية للصحة.
- الطلب على الطاقة سيتأثر أيضا بالتغيرات المناخية، القنوات الأساسية للتغيرات في الطلب على الطاقة هي عبر تخفيض الحاجة للتسخين في الشتاء، وزيادة الحاجة للتبريد في الصيف، كما أن التزويد بالطاقة قد يتعطل أيضا، على سبيل المثال من جراء نقص المياه. التغيرات في نظام الطاقة تهيمن عليها الإفتراضات الخاصة بسياسات التخفيف.
- فيما يخص السياحة، آثار التغيرات المناخية تبرز من التغيرات في الظروف المناخية المحلية، جاعلة مناطق سياحية معينة أقل جاذبية وأخرى أكثر. مثلا التزلج على الجليد في جبال الألب قد تصبح أقل أمنا ثلجيا، والتكلفة العالية لتزويد المنطقة بالثلج الإصطناعي يزيد أسعار التزلج على الجليد.
- الأنظمة الإيكولوجية على الأرض والماء تقدم خدمات ثمينة متعددة للبشرية والأجناس الأخرى، بما في ذلك التزويد بالغذاء، المواد الولية، جودة الهواء والطقس. فالاحترار (زيادة درجات الحرارة) كعامل مناخي مباشر، والتغيرات في الأحداث المتطرفة يحتمل أن تخفض التنوع البيولوجي، وتقلل من وفرة الأنواع.

ج–إتفاقية باريس للمناخ:

بما أن ظاهرة التغيرات المناخية هي ظاهرة عالمية من ناحية الأسباب والنتائج، فمعالجتها تتطلب بالضرورة تحركا دوليا رسميا من أجل الوصول إلى إجماع حول السياسات المثلى لتقليص إنبعاثات غازات الدفيئة.

هناك أكثر من 2500 إتفاقية ثنائية أو متعددة الأطراف دولية مرتبطة بالبيئة، 272 منها معترف بأنها معاهدات الأمم المتحدة متعددة الأطراف. هذه المعاهدات متنوعة، تتعامل مع قضايا تتراوح بين المواد الكيمياوية السامة، الغابات، مجموعات الأسماك، تلوث الضوضاء. (Blau, 2017, p. 76)

في 11 نوفمبر 2014، وقع حدث هام: أعلن باراك أوباما Barack Obama رئيس الو.م.أ وكزي جنيبنغ Xi Jinping رئيس الصين عن إتفاقية ثنائية لتخفيض إنبعاثات الغازات الدفيئة التي تسبب الإحتباس الحراري. وفي 12 ديسمبر 2015، أعلن ممثلو 195 بلد –حضروا اللقاء 21 لأطراف إتفاق الإطار للأمم المتحدة حول التغيرات المناخية، المجتمعين في باريس بفرنسا– عن إتفاقية باريس للمناخ.(Salwitch, 2017, p. 7)

ويمكن إجمال أهم الخطوط العامة لإتفاقية باريس فيما يلي: (ع، 2016)

- أهدف طويل المدى لتقييد الإحتباس الحراري، بسقف 2° مئوية أو إن أمكن 1.5° مئوية بحلول سنة 2100.
- بتقديم وعود وطنية لتخفيض الإنبعاثات: قبل المؤتمر وأثناءه قدمت 186 دولة ما يسمى "مساهمات مخططة محددة وطنيا." وتمثل المساهمات وعودا من هذه الدول لتقييد الإنبعاثات أثناء عشرينيات هذا القرن، في طريق الإنتقال إلى الحيد في انبعاث الكربون في النصف الثاني من القرن. وعند المصادقة على الإتفاقية، تصبح الدولة ملزمة بتطبيق الوعود واتباع إجراءات تخفيفية لتطبيق أهداف الإتفاقية.

- خطة لحفز الدول للوعد/المساهمة بتخفيض أكبر للإنبعاثات من خلال تحسين مساهماتها المخططة كل خمس سنوات. وجزء أساسي من الإتفاق هو تفعيل آلية لحفز الدول للوعد بتخفيض أكبر في المستقبل بهدف إلتزام سقف 2° مئوية بحلول 2100.
- تنص الإتفاقية على أن الدول المتقدمة ستستمر في مساعدة الدول النامية ماليا بشكل قروض وإعانات (بحدود 100 مليار دولار سنويا حتى 2025)، كما دعت الإتفاقية دولا صاعدة/نامية مقتدرة لتقديم المساعدة المالية اختياريا.
- خطة لالتزام الدول وعودها وتحقيقها، إذ تنطوي الإتفاقية على عملية جرد في 2020 وكل خمس سنوات فيما بعد لتقييم التقدم لتحقيق أهداف الإتفاقية.

وتختلف إتفاقية باريس عن إتفاقية كيوتو في (Water R, 2017, p. 118)

- إتفاقية باريس لها أهداف محددة لتحديد الإحتباس الحراري المستقبلي نسبة إلى ما قبل العصر الصناعي.
- تم تشجيع الدول منفردة على تقديم، قبل اجتماع COP21 بباريس، مساهمتها المحددة وطنيا من جانب واحد للحد من انبعاثات غازات الدفيئة. وهناك نوعان من المساهمات المحددة الوطنية: غير مشروطة (الإلتزامات الثابتة) ومشروطة (الإلتزامات المتعلقة بالمساعدة المالية و/أو تحويل التكنولوجيا).

I.3–إقتصاد التغيرات المناخية:

يشكل الإقتصاد ركيزة أساسية في بناء السياسات الرامية لمعالجة التغيرات المناخية، من خلال فهم التكلفة الاقتصادية التي تصاحب مثل تلك السياسات، وتقديم البدائل الإقتصادية الأكثر كفاءة بيئيا وماليا، مثل الطاقات المتجددة في مقابل الوقود الأحفوري.

ويسهم الإقتصاد بشكل مباشر في تفاقم ظاهرة التغيرات المناخية، فقد لعبت ممارسات الرأسمالية والرأسماليين دورا بارزا في الإحتباس الحراري، وهي بحاجة إلى تغيير جذري إن كانت هناك أية فرصة لإبطاء الظاهرة، كما أن الثورة الخضراء لعبت دورا أيضا، لأنها زادت من إعتماد الفلاحين على المبيدات الحشرية ومبيدات الأعشاب التي تنتج أكسيد النيتروز. وتعتبر التجارة أيضا عاملا أساسيا في الإحتباس الحراري، إذ تعتمد على الشحن المكثف للبضائع، وعلى حركة البواخر الكبرى التي تنقل البضائع من قارة لأخرى، فيقدر أن 15 من بين البواخر العالمية الكبرى تصدر الآن تلوثا أكثر من الـ 760 مليون سيارة عبر العالم. (Blau, 2017, p. 41)

ويلعب الإقتصاد دورا مهما عند تقييم الخيارات المستقبلية لتخفيض الإنبعاثات، على سبيل المثال من حيث: (Owen & Hanley, 2004, p. 2)

- تقييم فعالية تكلفة التدابير البديلة؛
- تقدير الآثار على النمو الإقتصادي والتنمية المستدامة؛
- نمذجة الآثار على العدالة الإجتماعية.

وقد مثلت سنة 2017 تحولا في المقاربات العالمية للتغيرات المناخية، حيث مثل تنصيب دونالد ترمب مع إنكاره للتغيرات المناخية وانسحابه من إتفاق باريس تحولا في العمل والدبلوماسية المناخية. (Khan, 2018, p. 1)وهذا من شأنه تعميق الإختلاف الدولي حول السياسات الأكثر كفاءة لمواجهة الظاهرة، وأيضا احتمال زيادة تعقيد الظاهرة.

وقد إقترح الإقتصاديان أوستن وريبيتو D.Austin and R.Reppetto أن 80% من التغير في التوقعات المستقبلية لإنبعاثات ثاني أكسيد الكربون في الغلاف الجوي يمكن أن تستند على ثمانية سياسات بديلة. هذه البدائل تضم: نطاق الوقود البديل غير الكربوني، كفاءة التدابير الأقتصادية الكلية، إستبدال الطاقة للسلع الإقتصادية، مدى التنفيذ المشترك، إستخدام مداخيل ضريبة الكربون، النفور من ضرر تلوث الهواء، درجة الضرر الناتج عن التغيرات المناخية التي يتم تجنبها في المستقبل، وحجم التخفيض النهائي من انبعاثات ثاني أكسيد الكربون. (Ian, 2004, p. 28) والشكل رقم 1 يوضح الرابط بين النماذج الإقتصادية ونماذج التغيرات المناخية.

يربط الشكل رقم 1 بين التغيرات المناخية والإقتصاد، إذ ينتج عن النشاط الإقتصادي إنبعاث غاز ثاني أكسيد الكربون إلى الغلاف الجوي الذي يؤدي إلى ظاهرة الإحتباس، فينعكس ذلك سلبا على الظواهر المناخية المختلفة مثل هطول الأمطار وبالتالي على الأنظمة البيئية، ومنه ضرورة إتخاذ تدابير اقتصادية مثل فرض ضرائب على الملوثين من أجل تفادي الأسوأ.

–أعمال ويليام نوردهاوس حول التغيرات المناخية:

يعتبر ويليام نوردهاوس، الحائز على جائزة نوبل في الإقتصاد لسنة 2018، أحد أبرز الإقتصاديين الذين دمجوا التغيرات المناخية في التحليل الإقتصادي، وأسهم إسهاما كبيرا في بناء نماذج لوضع سيناريوهات التغيرات المحتملة وتأثيراتها على المتغيرات الإقتصادية والسياسات.

يمكن النظر إلى أعمال نوردهاوس عموما أنها تسهم بشكل عميق في توسيع نطاق التحليل الإقتصادي، لتسليط الضوء على أسباب ونتائج كيف يمكن للآثار غير المقصودة للنشاط الإنساني أن تؤثر على المسار طويل المدى للنمو الغقتصادي والرفاهية. لكن أعمال نوردهاوس المبكرة اعترفت أنه بينما لا تشكل ندرة الموارد تهديدا ملحا على النمو الإقتصادي طويل المدى، يقدم التاثير البشري على البيئة سببا هاما للقلق.(Gillingham, 2018)

كتب نوردهاوس لأربع عقود عن التغيرات المناخية وقيمة استخدام الأسعار لتقليص انبعاثات الكربون، وأظهرت أبحاثه أن زيادة الأسعار من خلال ضريبة الكربون Carbon Tax هي طريقة أكثر فعالية وكفاءة لتخفيض إنبعاثات الكربون، مقارنة بالرقابة المباشرة للحكومة عبر وضع حدود تشريعية على السيارات ومصانع الطاقة. من شأن الأسعار المرتفعة أن تشجع الشركات والزبائن على إيجاد بدائل للمنتجات المرتكزة على الكربون، كما تشجع أيضا تكنولوجيات جديدة تجعل من تلك البدائل أكثر تنافسية(Gleckman, 2018)

يقدر نوردهاوس أنه خلال القرن 21، ستتضاعف تكلفة ضرر الأعاصير في أمريكا أكثر من الضعف، عند حوالي 12 مليار دولار في السنة. كما قام باحتساب تكلفة فرض ضريبة على التلوث بالكربون – واعترف كيف أن تلك الضريبة سترفع من سعر أغلب الأنشطة الإقتصادية. لكن خلاصته واضحة، التصرف لإيقاف التغيرات المناخية يكلف نقودا، وتجاهل المشكلة يكلف أكثر بكثير. (Davenport, 2014)

كما قدم نوردهاوس حلا آخر: نادي المناخ العالمي، تشارك كتلة كبيرة من البلدان بالموافقة على سعر كربون دولي مستهدف، ويمكنهم الوصول إلى ذلك السعر – لنقل 25 أو 30 دولار لكل طن من ثاني أكسيد الكربون– بالطريقة التي يريدون – عن طريق ضريبة أو نظام شامل للتجارة أو مزيج منهما. الدول التي ترفض الإنضمام إلى نظام تسعيري مشابه تتم معاقبتها، ربما عن طريق أعضاء النادي بفرض تعريفات صارمة على كل السلع المستوردة من البلدان غير الأعضاء. فإذا كانت تكلفة رفض الإنضمام عالية بشكل كاف، ستنضم أغلب الدول إلى النادي.(Gleckman, 2018)

ومن بين أهم أعمال نوردهاوس في مجال إقتصاد التغيرات المناخية إبتكاره للنموذج الديناميكي المتكامل للمناخ والإقتصاد، والذي يربط بين بين مختلف المتغيرات المناخية والإقتصادية بغرض معرفة الإتجاهات المستقبلية للظاهرة، واختيار السياسات المناسبة على ضوء درجة أعلى من اليقين.

I.4–نموذج DICE:

أول نموذج تقييم متكامل ل نوردهاوس Integrated Assessment Model (IAM) هو النموذج الديناميكي المتكامل للمناخ والإقتصاد the Dynamic Integrated Model of Climate and the Economy الذي يطلق عليه إختصارا نموذج DICE. هذا النموذج يشمل كل العلاقات بين تركيز ثاني أكسيد الكربون، المناخ، والأضرار الإقتصادية الناتجة عن التغيرات المناخية، ونموذج للإقتصاد الذي يصدر إنبعاثات غاز ثاني أكسيد الكربون.(Gillingham, 2018)

يرى نموذج DICE إقتصاد التغيرات المناخية من منظور نظرية النمو الإقتصادي النيوكلاسيكية. في هذا المدخل تقوم الإقتصادات بالإستثمار في رأس المال، التعليم والتكنولوجيات، وبالتالي تخفيض الإستهلاك اليوم بهدف زيادة الإستهلاك في المستقبل. نموذج DICE يوسع هذا المدخل بتضمينه "رأس المال الطبيعي" للنظام المناخي. بعبارة أخرى هو ينظر إلى تركيزات الغازات الدفيئة كرأسمال طبيعي سلبي، وتخفيض الإنبعاثات كاستثمارات تؤدي إلى زيادة كمية رأس المال الطبيعي (أو تخفيض رأس المال السلبي). (Nordhaus. Sztorc, 2013)

السمة المميزة لنموذج DICE هو أنه بسيط وشفاف، ومصمم لتقديم نظرة ثاقبة لآثار مختلف الإفتراضات على النتائج النهائية، التي تضم درجات الحرارة العالمية والنمو الإقتصادي العالمي. وفريق الأمم المتحدة الدولي المعني بالمناخ والحكومة الأمريكية تحت باراك أوباما هي بعض الأجهزة حول العالم التي استعملت DICE في عملها لفهم الحلول الممكنة لمواجهة التغيرات المناخية. (Gillingham, 2018)

ويرى نوردهاوس أنه من خلال تكييف الإنتاج لتخفيض الإنبعاثات، تخفض الإقتصادات الإستهلاك اليوم لكنها تمنع اقتصاديا تغير المناخ الضار، وبالتالي تزيد من إحتمال الإستهلاك في المستقبل. (Nordhaus. Sztorc, 2013)والشكل رقم 2 يوضح مخطط تدفق للوحدات الأساسية والبنية المنطقية لنموذج DICE.

يقدم الشكل رقم 2 نظرة شاملة وتكاملية لنموذج DICE الذي يحدد معالم النشاط الإقتصادي وما يمكن أن يصدر عنه من إنبعاثات لغازات الدفيئة في المستقبل، ويربط ذلك بالتغيرات المناخية ثم يقيم الأضرار الناتجة عن ذلك إقتصاديا.

–نتائج نموذج DICE–2016R2

قام نوردهاوس بتطبيق أحدث نسخة من نموذج DICE من أجل مقارنة المسارات الإقتصادية والمناخية المرتبطة بانتهاج مداخل مختلفة، حسب أربع خيارات سياسية مختلفة كما يلي:(Nordhaus, 2017)

- **السيناريو الأول– خط الأساس Baseline**: لا يتم إعتماد سياسات لمواجهة التغيرات المناخية.
- **السيناريو الثاني– الأمثل Optimal**: تعظم سياسات تغير المناخ الرفاه الإقتصادي، بمشاركة كاملة من جميع الدول ابتداء من سنة 2020.
- **السيناريو الثالث– محدودية درجة الحرارة Temperature–limited**: تواجه السياسات المثلى التي تم تبنيها قيد درجة الحرارة العالمية التي لا يجب أن تتجاوز 2.5° مئوية أعلى من متوسط درجة الحرارة سنة 1900. (يشير تقدير DICE أن الهدف الحالي المتمثل في 2° مئوية غير ممكن بدون تكنولوجيا تسمح بانبعاثات سلبية بحلول منتصف القرن الحادي والعشرين).
- **السيناريو الرابع– خصم ستيرن Stern discount**: يشير ذلك إلى النتائج المرتبطة بمعدل خصم منخفض للغاية على النحو الذي دعت إليه مراجعة ستيرن لاقتصاد التغيرات المناخية.

بالرجوع إلى الملحق رقم 1، يمكن إستخلاص النتائج الآتية وفقا للسيناريوهات الأربع السابقة:

- بالنسبة لانبعاثات ثاني أكسيد الكربون يتوقع أن تصل درجة الحرارة حسب السيناريو الأول إلى أعلى من 70 مكافئ ثاني أكسيد الكربون بالميغاطن بحلول سنة 2100، في حين لن يتعد 15 مكافئ ثاني أكسيد الكربون بالميغاطن في حالة السيناريو الثاني، في حين ستكون في حدود الصفر في حالة السيناريوهين الثالث والرابع.
- أما فيما يخص تغيرات درجة الحرارة، فيقدر النموذج أنها ستتعدى 4° مئوية سنة 2100 في السيناريو الأول، وحد 3.5° مئوية في السيناريو الثاني، بينما ستكون في حدود 2.5° مئوية في السيناريوهين الثالث والرابع.
- وبالنسبة لسعر الكربون في مختلف السيناريوهات، فيتوقع أن يتجاوز سعر الطن من ثاني أكسيد الكربون 450 دولار (بدولار 2010) بحلول سنة 2100 في السيناريوهين الثالث والرابع، بينما يكون أقل من 100 دولار في السيناريو الثالث، ومساويا للصفر في حالة عدم تبني أية سياسات مناخية.

II– النتائج ومناقشتها :

أفضت هذه الدراسة إلى عدة نتائج، يمكن ذكر أهمها فيما يلي:

- أزمة التغيرات المناخية هي أزمة عالمية عابرة الحدود، وتشكل تحديا عالميا للدول؛
- التغيرات المناخية تظاهرة عالمية، هي ظاهرة معقدة وتشمل العديد من التناقضات. وهي تهم الأجيال القادمة أ:ثر من الأجيال الحالية؛
- تمتد آثار التغيرات المناخية من البيئة التي نعيش فيها إلى مختلف القطاعات الاقتصادية كالسياحة مثلا؛
- تختلف اتفاقية باريس عن الاتفاقيات التي سبقتها في كونها حددت أهداف كمية لتخفيض انبعاثات ثاني أكسيد الكربون؛
- يهتم اقتصاد التغيرات المناخية بدراسة تأثير تلك التغيرات على الأنظمة البيئية وبالتالي ضرورة اتخاذ تدابير اقتصادية من أجل تفادي تأثيراتها السلبية؛
- ويليام نوردهاوس الحائز على جائزة نوبل للاقتصاد هو أهم من أدمج التغيرات المناخية في التحليل الاقتصادي؛
- قدم نوردهاوس نموذجا يحدد سيناريوهات تأثير التغيرات المحتملة على المتغيرات الاقتصادية؛
- يبحث هذا النموذج في كيف يمكن أن يؤثر النشاط الانساني على مسار النمو والرفاهية؛
- قدم نوردهاوس عدة حلول لمشكل التغيرات المناخية أهمها ضريبة الكربون ونادي المناخ العالمي.

III– الخلاصة:

يتضح مما سبق أن التغيرات المناخية هي أحد التحديات المعقدة التي تواجه الحكومات اليوم، خاصة وأن الإقتصاد المعاصر يرتكز على مصادر الطاقة والممارسات الملوثة للبيئة، والتي تدفع بغازات الدفيئة إلى الغلاف الجوي، ما يزيد من درجة حرارة الأرض إلى مستويات مدمرة.

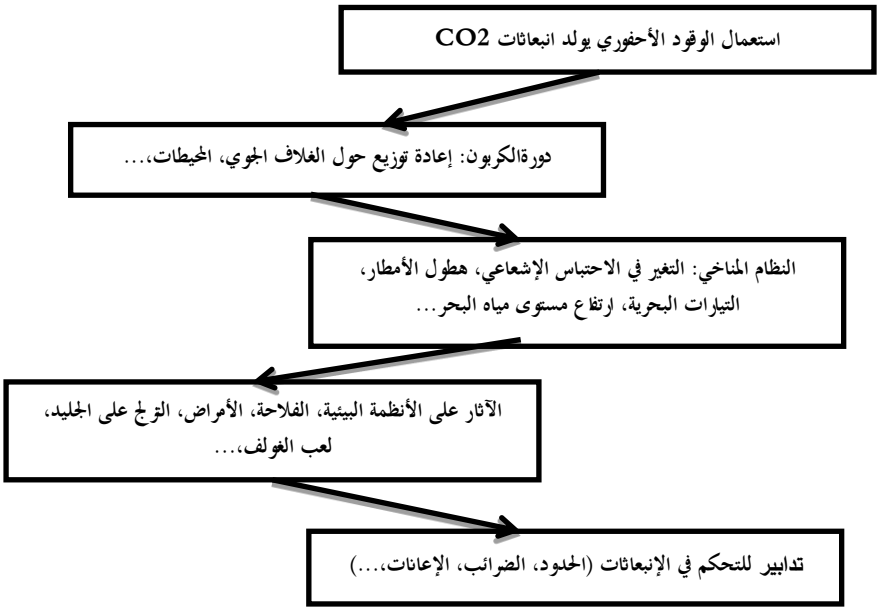
لذلك يجب على الحكومات العمل على إيجاد حلول لهذه المشكلة، خاصة وأن الو.م.أ التي تعتبر أكبر ثاني ملوث في العالم بعد الصين، انسحبت أخيرا من إتفاقية باريس للمناخ.

ويستخلص أن نوردهاوس ساهم بشكل كبير في إبراز المشكلة وجعلها في مستوى فهم أفراد المجتمع وصناع السياسات، وخاصة بربط ظاهرة التغيرات المناخية بالإقتصاد والسياسة بعدما كانت مسألة علمية محضة. وقد قدم نوردهاوس أحد نماذج التقييم المتكامل الأكثر استخداما في مجال التغيرات المناخية، نموذج DICE، الذي يدرس الآثار المتوقعة في المستقبل للسياسات التي يتم تبنيها اليوم.

كما قدم نوردهاوس حلولا عملية لهذه المشكلة من خلال فرض ضريبة على إنبعاثات ثاني أكسيد الكربون، وأيضا إنشاء نادي عالمي للمناخ وجعل تكلفة عدم الإنضمام عالية، من أجل دفع الدول للعضوية فيه وتبني سياسات مناسبة لحماية الإنسانية من التغيرات المناخية.

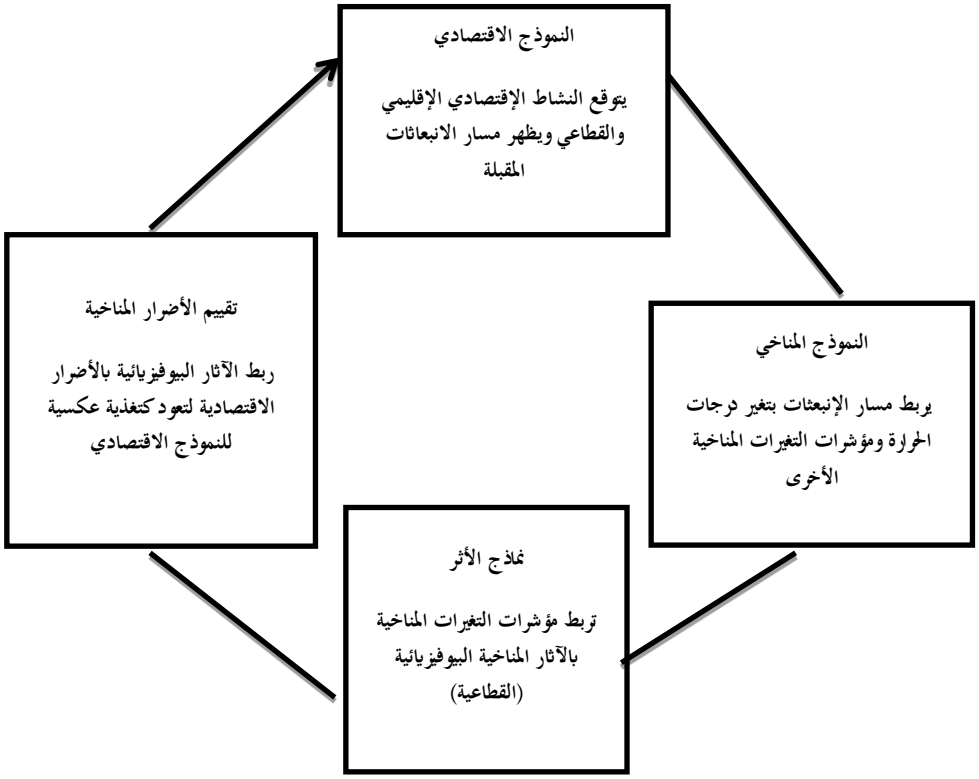
– ملاحق

الشكل 1: ربط النماذج الإقتصادية ونماذج التغيرات المناخية



Source: OECD, 2015, p30

الشكل 2: مخطط تدفق DICE لعلم، إقتصاد وسياسة التغيرات المناخية



Source: William Nordhaus and Paul Sztorc, 2013, P5.

– الإحالات والمراجع :

- Ivanova, M (2017), "**Scientific and Political Drivers for the Paris Agreement**: **Politics**, **Economics**, **and Society**", In: D. Klein et al (2017)," ***The Paris Agreement on Climate Change: Analysis and Commentary***" , Oxford: Oxford University Press , P17.
- Moffatt, Ian (2004), "**Global warming scientific modeling and its relationship to the economic dimensions of policy**", In: Owen, A., Hanley N (2004), "**The Economics of The Climate Change**" London: Routledge, p 7.
- Moffatt, Ian (2004), "**Global warming scientific modeling and its relationship to the economic dimensions of policy**", In: Owen, A., Hanley N (2004), "**The Economics of The Climate Change**" London: Routledge, p12.
- Blau, J (2017), "**The Paris Agreement**: **Climate Change Solidarity**, **and Human Rights** ", New York: Palgrave Macmillan , P14.
- Blau, J (2017), "**The Paris Agreement**: **Climate Change Solidarity**, **and Human Rights** ", New York: Palgrave Macmillan, pp.35-36.
- Sachs, J (2015), "**The Age of Sustainable Developmen**t", New York: Columbia University Press, P P394-396.
- Blau, J (2017), "**The Paris Agreement**: **Climate Change Solidarity**, **and Human Rights** ", New York: Palgrave Macmillan, P 13.
- OECD (2015), "**The Economic Consequences of Climate Change**", Geneva: OECD, PP 22-23.
- Blau, J (2017), "**The Paris Agreement**: **Climate Change Solidarity**, **and Human Rights** ", New York: Palgrave Macmillan, P 76.
- Salwitch, R (2017)," **Paris Climate Agreement**: **Beacon of Hope**", Gewerbestrasse-Switzerland: Springer International Publishing AG, P 7.

- مرزا، ع (2016). "**إتفاقية المناخ الدولية والطلب المستقبلي على النفط**"، *الدوحة: المركز العربي لأبحاث ودراسة السياسات* https://www.dohainstitute.org/ar/lists/ACRPSPDFDocumentLibrary/document_0C39EA58.pdf

- Water R, Tribett et al (2017), "**Paris INDCs**". In Salwitch.Ross (2017), "**Paris climates Agreement**: **Beacon of hope**", Gewerbestrasse-Switzerland AG: springer international publishing, p 118.

- Blau, J (2017), "**The Paris Agreement**: **Climate Change Solidarity**, **and Human Rights** ", New York: Palgrave Macmillan, P41.
- Owen, A., & Hanley N (2004), "**The Economics of The Climate Change**", London: Routledge, P 2.
- Khan, M. et al (2018). "**The Paris Framework for Climate Change Capacity Building**",New York : Routledge,P1.

- Moffatt, Ian (2004), "**Global warming scientific modeling and its relationship to the economic dimensions of policy**", In: Owen, A., Hanley N (2004), "**The Economics of The Climate Change**" London: Routledge, p 28

- Gillingham, K (2018), "**William Nordhaus and the Costs of Climate Change**", OnLine: https://voxeu.org/article/william-nordhaus-and-costs-climate-change(visited 3/01/2019)

- Gleckman, H. Bill Nordhaus. (2018)," **The Nobel Prize**, **Climate Change and Carbon Taxes**" ,OnLine: https://www.forbes.com/sites/howardgleckman/2018/10/10/bill-nordhaus-the-nobel-prize-climate-change-and-carbon-taxes/#522e615c6a03 (visited 25/12/2018)
- Davenport, C (2014), "***Global Warming***", OnLine: https://www.nytimes.com/2014/01/12/books/review/the-climate-casino-by-william-nordhaus-and-more.html (visited 25/12/2018)

- Gleckman. H, Bill Nordhaus (2018), "**The Nobel Prize**, **Climate Change and Carbon Taxes**", OnLine: https://www.forbes.com/sites/howardgleckman/2018/10/10/bill-nordhaus-the-nobel-prize-climate-change-and-carbon-taxes/#522e615c6a03 (visited 25/12/2018)

- Gillingham, K. (2018), "**William Nordhaus and the Costs of Climate Change**", OnLine: https://voxeu.org/article/william-nordhaus-and-costs-climate-change (visited 3/01/2019)

- Nordhaus, W. Sztorc, P (2013). "**DICE 2013R**: **Introduction and User's Manual**", *2nd ed*, OnLine: dicemodel.net (visited 15/12/2018)
- Gillingham, K. (2018), "**William Nordhaus and the Costs of Climate Change**", OnLine: https://voxeu.org/article/william-nordhaus-and-costs-climate-change (visited 3/01/2019)

- Nordhaus, W (2017*),*" **Integrated Assessment Models of Climate Change**",NBER Reporter 3, OnLine: https://www.nber.org/reporter/2017number3/nordhaus.html (visited 3/01/2019)

كيفية الاستشهاد بهذا المقال حسب أسلوب APA:

عثمان عثمانية و وداد بن قيراط (2023)، إقتصاد **التغيرات المناخية: قراءة في أعمال ويليام نوردهاوس –نموذج دايس DICE–**، مجلة التنمية الاقتصادية، المجلد 08(العدد 02)، الجزائر: جامعة الشهيد حمه لخضر، الوادي، الجزائر ص.ص 65–78.

SCAN ME