



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

جامعة الشهيد حمة لخضر - الوادي

كلية العلوم الطبيعية والحياة

مذكرة نهاية الدراسة لنيل شهادة

ماستر أكاديمي

ميدان: علوم الطبيعة والحياة

شعبة: العلوم البيئية

تخصص: التنوع البيئي ومحيط

الموضوع

تأثير الاحتباس الحراري على الأمراض البكتيرية المنقولة عن طريق المياه (دراسة مراجعة)

تحت إشراف:

- د. خزاني بشير

إعداد الطالبات:

- علاق أمينة

- بالي عفاف

- بن علي منال

أمام اللجنة التحكيم المكونة من:

أ. بوصبيح إبراهيم عايدة

د. خزاني بشير

د. خشخوش الأمين

رئيسا

جامعة الوادي

أستاذ مساعد أ

مشرفا

جامعة الوادي

أستاذ محاضر أ

مناقشا

جامعة الوادي

أستاذ محاضر أ

العام الدراسي: 2023/2022

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

شكر وتقدير

نشكر الله تعالى الذي أنار لنا درب العلم والمعرفة وأعاننا على اتمام هذا العمل.
كما نتقدم بالشكر والامتنان للدكتور "خزاني بشير" لقبوله الاشراف على هذه المذكرة وعلى كل النصائح التي قدمها لنا وعلى كل المجهودات التي بذلها في سبيل العلم
كما لا يسعنا من هذا الموضوع أيضا إلا أن نتوجهها بجزيل الشكر والتقدير إلى الاساتذة الأفاضل أعضاء اللجنة الموقرة لقبولهم مناقشة هذا العمل وتقييمه فلهم منا أسمى معاني الشكر والتقدير والاحترام
كما نعرب عن شكرنا وامتناننا لكل أساتذة جامعة حمه لخضر بولاية الوادي كلية علوم الطبيعة والحياة ولكل ما قدموه لنا وما بذلوه من مجهودات في سبيل العلم فجزاهم الله خيرا
كما نتقدم بالشكر إلى كل عائلتنا وزملائنا وكل من مد لنا يد العون من قريب أو من بعيد في انجاز هذا العمل بتعاونهم وتشجيعهم.

أمينة - منال - عفاف

إهداء

إن من دواعي الوفاء حينما يتم الإنسان عملاً أن يذكر من أعانوه وكانوا وراءه فهم جديرون بالشكر

الشكر لله بداية

وإلى من أضاء أول قنديل في حياتي إلى من تربيت على يديه ومن علمني القيم والمبادئ والأخلاق إلى مصدر الدعم والعطاء وينبوع الأمل ... أبي الغالي... حفظه الله وأدامه تاج فوق رأسي

إلى اليد الطاهرة والنفس الطيبة إلى من ساندني عند ضعفي إلى من انحنى لها العطاء أمام قدميها وأعطتني من روحها وعمرها دافعا لمستقبل أجمل

إلى الغالية.. أمي.. أطال الله في عمرها وكتب الله لها دوام الصحة والعافية

إلى أخوتي وأخواتي وأولادهم كل باسمه

إلى أهلي وأحبتي إلى رفيقات دربي وأصدقائي وعزوتي حفظكم الله جميعا

وأدامكم عزا وفخرا أعتز به أينما كنت

إلى كل من ساعدني وأعانني في هذا العمل سواء من قريب أو من بعيد ولو بكلمة

إليك جميعا أهدي هذا العمل

أمنية علاق

إهداء

بسم الله الرحمن الرحيم والصلاة والسلام على أشرف المرسلين سيد الخلق

اهدي تخرجي الى من احمل اسمه بكل فخر الى من حصد الأشواق عن دربي

ليمهد لي طريق العلم إلى (أبي الغالي).

بعد فضل الله، ما أنا فيه يعود إلى أبي، الرجل الذي لم ينل ولو جزء بسيط مما حصلنا عليه،

والرجل الذي سعى طوال حياته لكي نكون أفضل منه.

إلى اليد الخفية التي أزالَت عن طريقي الأشواك، ومن تحملت كل لحظة ألم مررت بها وساندتني
عند ضعفي وهزلي (أمي الحبيبة)

إلى من أراه خالداً وسط قلبي وضلعي الثابت الذي لا يميل رفيق دربي من شاركني لحظات
الفرح والحزن وشاطرني لحظات النجاح والفرح (خطيبي)

إلى القلوب الرقيقة والنفوس البريئة (أختي العزيزة وإخوتي الغاليين) على قلبي فشكرا من
القلب لكم جميعاً

إلى من كانت دوماً موضع الاتكاء في عثرات حياتي صديقتي (أميرة) استودعتك الله الذي لا
تضيع ودائعه.

لرفاق السنين، ولكل من كان عونا وسندا في هذا الطريق من قريب أو بعيد، ممتنة لكم جميعاً،
ماكنت لأصل لولا فضلكم من بعد الله

منال بن علي

إهداء

الحمد لله وكفى والصلاة على الحبيب المصطفى وأهله ومن وفى أما بعد:

الحمد لله الذي وفقنا لتثمين هذه الخطوة في مسيرتنا الدراسية بمذكرتنا هذه ثمرة
الجهد والنجاح

بفضله تعالى مهداة إلى الوالدين الكريمين حفظهما الله وأدامهما نورا لدربي

لكل العائلة الكريمة التي ساندتني من إخوة وأخوات وزوجي

إلى رفيقات المشوار اللاتي قاسمنني لحظاته رعاهم الله ووفقهم أمينة - منال

ولكل من أعطاني يد العون من قريب أو بعيد وساعدني في انجاز هذه المذكرة

وأخص بالذكر الدكتور "خزاني بشير"

عفاف بالي

فهرس الموضوعات

رقم الصفحة	فهرس الموضوعات
05	مقدمة
10	الفصل الأول الاحتباس الحراري
11	1- الاحتباس الحراري وتطوره
12	2- آلية حدوثه
13	3- الغازات الدفيئة
13	1-3 ثاني أكسيد الكربون CO_2
13	2-3 الميثان CH_4
14	3-3 بخار الماء H_2O
14	4-3 أكسيد النيتروجين NO
14	5-3 غاز الاوزون O_3
15	6-3 مركبات الكلوروفلوروكربون $CFCI$
15	4- أسباب الاحتباس الحراري
16	1-4 الأسباب الطبيعية
16	1-1-4 التغيرات في مدار الأرض ودورانها
16	2-1-4 التغيرات في النشاط الشمسي
17	3-1-4 التغيرات في انعكاسية الأرض
17	4-1-4 النشاط البركاني
18	5-1-4 التغيرات في تركيزات ثاني أكسيد الكربون التي تحدث بشكل طبيعي
18	2-4- الأسباب غير طبيعية
18	1-2-4 توليد الطاقة
18	2-2-4 تصنيع الاسمنت
19	3-2-4 قطع الغابات

19	4-2-4 سلوكيات البشر
20	5- آثار الاحتباس الحراري
20	5-1 التأثير على التنوع الحيوي البيئي
21	5-2 تزايد وقوع الاحداث البيئية المتطرفة في الطقس
21	5-3 زيادة الهجرة
22	5-4 ذوبان الجليد وارتفاع مستوى سطح البحر
23	5-5 الآثار الاجتماعية
23	5-6 الآثار الاقتصادية
23	6- أهم الحلول للحد او التقليل من آثار ظاهرة الاحتباس الحراري
27	الفصل الثاني الأمراض البكتيرية المنقولة عن طريق المياه
28	• الأمراض البكتيرية
28	1- داء البريميات Leptospira
28	1-1 تعريفه داء البريميات
28	1-2 التوزيع الجغرافي لداء البريميات
29	1-3 انتقال المرض داء البريميات
29	1-4 أعراض داء البريميات
30	1-5 الوقاية من داء البريميات
31	2- عدوى الضمة الضعيفة Vibrio Vulnificus
31	2-1 تعريفه الضمة الضعيفة
31	2-2 التوزيع الجغرافي للضمة الضعيفة
32	2-3 انتقال الضمة الضعيفة
32	2-4 أعراض الضمة الضعيفة
32	2-5 الوقاية من الضمة الضعيفة
33	3- الكوليرا Cholerae
33	3-1 تعريف الكوليرا

33	3-2- التوزيع الجغرافي لكوليرا
34	3-3 - انتقال الكوليرا
34	3-4 - أعراض الكوليرا
35	3-5 - الوقاية من الكوليرا
36	4- حمى التيفوئيد Typhoid Fever
36	4-1 - تعريف حمى التيفوئيد
36	4-2 - التوزيع الجغرافي لحمى التيفوئيد
36	4-3 - انتقال حمى التيفوئيد
37	4-4 - أعراض حمى التيفوئيد
38	4-5- الوقاية من حمى التيفوئيد
39	5- الزحار العصوي Bacillary Dysentery
39	5-1- تعريف الزحار العصوي
40	5-2- التوزيع الجغرافي لزحار العصوي
40	5-3- انتقال الزحار العصوي
41	5-4- أعراض الزحار العصوي
41	5-5- الوقاية من الزحار العصوي
44	الفصل الثالث تأثير الاحترار العالمي على الأمراض البكتيرية المنقولة عن طريق المياه
45	1- الاحتباس الحراري ودورة المياه
47	2- تأثير الاحترار على الأمراض البكتيرية المنقولة عن طريق المياه
49	3- تأثير الاحترار من خلال العوامل المناخية
49	3-1- الفيضانات
53	3-2- درجة الحرارة
59	3-3- هطول أمطار غزيرة
65	3-4- النينيو

67	4- تأثير الاحتراز من خلال العوامل الاقتصادية والاجتماعية والبيئية الأخرى
74	5- التأثير من خلال الأنشطة والسلوكيات البشرية
78	6- التحضر
81	خاتمة
86	قائمة المصادر والمراجع
	ملخص

مقدمة

إن تأثير النشاط البشري على التغيرات الملحوظة في النظام المناخي على مدى العقود الأخيرة معترف به على نطاق واسع وهو سبب عالمي للقلق. أدى تغير المناخ البشري المنشأ إلى ارتفاع متوسط درجات الحرارة العالمية السنوية منذ عصور ما قبل الصناعة، مع زيادات أسرع منذ منتصف أواخر القرن التاسع عشر، بالإضافة إلى تغيير أنماط الطقس، وربما الأمر الأكثر إثارة للقلق، هو الزيادة في تواتر الظواهر الجوية المتطرفة التي يمكن أن يكون لها تكلفة بشرية هائلة. حيث من مصلحة الأفراد الاستفادة من النشاط البشري ولكن التأثير الكلي على جميع الناس بشكل جماعي سيكون سلبيا ما لم يكن هناك تدخل متفق عليه. وبشكل عام، تتحقق أكبر التأثيرات على الصحة في المناطق النامية من العالم مثل المناطق المدارية، في حين أن أكبر المساهمين في انبعاثات غازات الدفيئة غالبا ما تكون البلدان المتقدمة التي لا تعاني من عواقب الأحداث المتطرفة بنفس القدر. بسبب العمر الطويل للغازات الدفيئة مثل ثاني أكسيد الكربون في الغلاف الجوي، والجدول الزمنية المرتبطة بارتفاع درجة حرارة المحيطات، حتى لو تم تقليص انبعاثات ثاني أكسيد الكربون العالمي على الفور، ستستمر التأثيرات على مناخ الأرض، بما في ذلك زيادة درجات الحرارة وارتفاع مستوى سطح البحر لعدد من العقود. ومع ذلك، ينبغي أن ينظر إلى هذا على أنه دعوة عامة للعمل للحد من الانبعاثات في أقرب وقت ممكن (Clare et al, 2018).

يتولد تغير المناخ في الغالب عن انبعاثات غازات الدفيئة البشرية المنشأ وتشمل تأثيراته المباشرة جانبين: ينعكس التباين طويل الأجل من خلال المتغيرات المناخية مثل ارتفاع درجة الحرارة، ويتجسد التباين قصير المدى في تواتر الظواهر الجوية الشاذة مثل الفيضانات والجفاف والعواصف وارتفاع مستويات سطح البحر. ويتجسد هذا الأخير أيضا في التغيرات في بعض متغيرات الأرصاد الجوية. لذلك يشير تغير المناخ بشكل أساسي إلى التغيرات طويلة الأجل في المتغيرات المناخية، سواء كان ذلك تغيرا في متوسط الظروف الجوية أو في توزيع الظواهر الجوية (مثل الظواهر الجوية المتطرفة). وفي عام 2001 تتبأ الفريق الحكومي الدولي المعني بتغير المناخ (IPCC) بزيادة عالمية في متوسط درجة الحرارة تتراوح بين 1.4 و 5.8 درجة مئوية بحلول عام 2100، خلال الفترة 1901-2010 تم تسجيل متوسط ارتفاع مستوى سطح البحر من

0.17-0.21 متر في جميع أنحاء العالم، مع معدل الزيادة الملحوظ في مستويات سطح البحر منذ منتصف القرن التاسع عشر لم يسبق له مثيل على مدى الألفي عام السابقة. لتغير المناخ العديد من الآثار الضارة على صحة الإنسان. لذلك يعتبر محددا صحيا مهماً، خاصة بالنسبة للأشخاص في المناطق المعرضة للخطر. ذكرت منظمة الصحة العالمية (WHO) أن 12.6 مليون حالة وفاة، وهو ما يمثل 23% من اجمالي الوفيات في جميع أنحاء العالم، في عام 2012 كانت بسبب تغير المناخ أو القوى الدافعة المتعلقة بتغير المناخ (Wu et al, 2020).

لقد كتب الكثير عن تغير المناخ وتأثيره المحتمل على الحضارات في العقود القادمة، ونادرا ما تكون الأخبار إيجابية من التنبؤ بتواتر متزايد لأحداث النينيو إلى انخفاض التنوع البيولوجي، وانخفاض إنتاج القمح. ومن المحتمل أن تكون هناك آثار كبيرة على إحصاءات المرض والوفيات، مما يؤثر بشكل غير متناسب على المناطق الفقيرة. ومن المتوقع أن يؤثر تغير المناخ في كل مجال من مجالات المجتمع، بما في ذلك الصحة، وعليه فإن غالبية سكان العالم عرضة للأمراض المعدية التي تكون دورات حياتها حساسة للعوامل البيئية عبر المراحل الفيزيائية المختلفة بما في ذلك الهواء والماء والتربة (Booth, 2018). تشكل الأمراض المعدية تهديدا كبيرا لصحة الإنسان، ومن المثير للاهتمام أن معظم الأمراض المعدية، بما في ذلك الزحار، قد ثبت أنها حساسة للمناخ. يقيد المناخ التوزيع الجغرافي والموسمي للعديد من مسببات الأمراض المعدية، ويمكن أن تؤثر الظروف الجوية على مدة الأمراض المعدية ومرضها (Wu et al, 2020)، إن معرفتنا بالروابط بين تغير المناخ والمياه وصحة الإنسان محدودة بشكل خاص. هذه الفجوة المعرفية مقلقة بالنظر إلى أن المياه هي وسيلة أساسية سيؤثر من خلالها تغير المناخ على وظيفة النظام الإيكولوجي وفي نهاية المطاف على صحة الإنسان ورفاهيته. إن دراسة العلاقات التاريخية بين المتغيرات الهيدرولوجية ونقاط النهاية الصحية المتعلقة بالمياه هي خطوة أولى أساسية نحو تعزيز معرفتنا بالآثار المستقبلية المحتملة لتغير المناخ على الصحة. ويمكن تحقيق ذلك باستخدام البحوث الوبائية وتصاميم الدراسات مثل تحليلات السلاسل الزمنية، التي تحدد الارتباطات بين التباين الهيدرولوجي الحالي والماضي وأنماط المرض على مستوى السكان. مثل العديد من الأمراض المعدية الأخرى التي تعتبر حساسة لتغير المناخ، فإن الأمراض المنقولة بالمياه تظهر

موسمية، مما يشير إلى أن العوامل المناخية المائية قد تلعب دورا في حدوث المرض واتجاهاته ومخاطره. ومن المثير للاهتمام أن الأبحاث في البيئات التي يكون فيها القلب الهيدرومناخي محدودا خلال السنوات، قد وثقت تباينا محدودا في معدلات الأمراض المنقولة بالمياه بمرور الوقت، مما يوفر مزيدا من الدعم للفرضية القائلة بأن التقلبات الهيدرومناخية تلعب دورا في دفع حدوث الأمراض المنقولة بالمياه. من المرجح أن تؤثر زيادة درجات الحرارة والتحول في توقيت وشدة وتواتر هطول الأمطار وتدفق الجداول والجريان السطحي على بقاء مسببات الأمراض ونقلها، مما يؤثر في النهاية على جودة المياه، وانتقال مسببات الأمراض، ووبائيات الأمراض المنقولة بالمياه على مستوى السكان. هناك حاجة إلى دراسات بيئية مستهدفة لتعزيز فهمنا للعلاقات المعقدة بين التقلبات الهيدرومناخية والأمراض المنقولة بالمياه. وبالنظر أيضا إلى الطبيعة المترابطة والمعقدة للصلات بين التقلبات الهيدرومناخية والأمراض المنقولة عن طريق المياه، تدعو الحاجة إلى اتباع نهج متعدد التخصصات يعتمد على مهارات وخبرات أخصائي علم الأوبئة والهيدرولوجيا وممارسي الصحة العامة وإدارة المياه.

إن دراسة دور علم المناخ المائي كمحرك أساسي لوبائيات الأمراض المنقولة بالمياه هو المفتاح لتعزيز فهمنا للآثار المحتملة بوساطة النظام الإيكولوجي لتغير المناخ على الأمراض المعدية والروابط بين تغير المناخ والمياه والصحة على نطاق أوسع (Allen et al, 2014).

لا تزال الأمراض المتصلة بالمياه، بما في ذلك الأمراض البكتيرية المنقولة بالمياه، مصادر هامة للاعتلال والوفيات في جميع أنحاء العالم، ولكن بشكل خاص في البلدان النامية. إن احتمال حدوث تغيرات في الأمراض المرتبطة بالتغيرات المناخية البشرية المنشأ المتوقعة يجعل الأمراض المرتبطة بالمياه هدفا للوقاية.

يشكل عدد من مسببات الأمراض مخاطر على الصحة العامة، بما في ذلك الأمراض البكتيرية المنقولة عن طريق المياه مثل الكوليرا والتيفوئيد والدوسنتاريا وداء البريميات. وتكون المخاطر أكبر عندما تدفع الآثار المناخية تحركات السكان والصراع، وحيث تكون البنية التحتية لإمدادات مياه الشرب رديئة (Clare et al, 2018)، من الواضح أن العلاقة بين المناخ والصحة كانت موضوع دراسة لفترة طويلة جدا خلال العقود الماضية، أدى تطوير الأدوات

والتقنيات الحديثة إلى ملاحظات رائعة تثير اهتماما جديدا بدور البيئة، بما في ذلك الطقس والمناخ، في ديناميات الأمراض المعدية. وقد زاد الاهتمام العلمي بالمشاكل المتزايدة لمقاومة المضادات الحيوية بين مسببات الأمراض، وظهور الأمراض المعدية وعودة ظهورها في جميع انحاء العالم، والتهديد المحتمل للإرهاب البيولوجي، والنقاش المتعلق بتغير المناخ. خلال السنوات القليلة الماضية، نشر العلماء والعديد من الوكالات، بما في ذلك منظمة الصحة العالمية، والأكاديمية الأمريكية لعلم الأحياء الدقيقة، والهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ (IPCC)، وبرنامج أبحاث التغير العالمي الأمريكي، من بين آخرين، أوراقا وتقارير تسلط الضوء على موضوع المناخ والصحة. وقد ساعدت الشواغل المتعلقة بتأثير التغيرات البشرية المنشأ على كل من الموائل الأرضية والمائية، مقترنة بتغير المناخ العالمي، على توليد جهد موسع متعدد التخصصات لفهم كيفية تأثير هذه التغيرات على صحة الإنسان. ويجري إحراز تقدم في استخدام العوامل المناخية في النماذج التنبؤية لبعض الأمراض (Lipp et al, 2002).

نلاحظ في الآونة الأخيرة إنتشار واسع للأمراض والالوبئة وأصبحت تشكل تهديدا بيئيا واقتصاديا يتعدى نطاق الإقليمية ليتسم بالعالمية. في هذه الدراسة سنحاول الإجابة على الإشكالية التالية:

- ماهية الاحتباس الحراري؟ وتعريف بعض الأمراض البكتيرية المتنقلة عن طريق المياه، وما مدى تأثير الاحتباس الحراري على انتشار الأمراض البكتيرية المتنقلة عن طريق المياه؟

إن طبيعة الدراسة وأهدافها يحددان المنهجية المناسبة التي يستند إليها الباحث في القيام بتصميم بحثه أو دراسته. وقد إعتادنا في هذه الدراسة في جمع المادة العلمية الخاصة بموضوع الدراسة على بعض الدراسات السابقة المتعلقة بالموضوع والكتب والتقارير والأدبيات والمجلات التي تصدرها الهيئة العامة للبيئة وكل من تطرق الى قضية الاحتباس الحراري وما مدى تأثيره على الأمراض البكتيرية المتنقلة عن طريق المياه.

الفصل الأول الاحتباس الحراري

الفصل الأول

الإحتباس الحراري

يعتبر الاحتباس الحراري بشكل عام ظاهرة طبيعية بدونها لا يمكن أن تكون هناك حياة على سطح الأرض. فالاحتباس الحراري يضمن للكائنات الحية الحياة على سطح الأرض بتوفير درجة الحرارة المناسبة للحياة. ولكن تفاقم هذه الظاهرة و ذلك بسبب الأنشطة البشرية، حيث كان النشاط البشري سببا أساسيا في تغيير حالة الطقس و المناخ على سطح الأرض و زيادة التدفئة فيها و هو ما يؤدي الى واحد من أهم المشاكل البيئية وهي ظاهرة الاحتباس الحراري الناتج عن الغازات الدفيئة، والتي لوحظ تغيير في نسبة تواجدتها في الغلاف الجوي في نهاية القرن 19 و القرن 20، ونتيجة النشاطات البشرية ومنها تقدم الصناعة ووسائل المواصلات، إلى جانب الأنشطة الأخرى التي يقوم بها الإنسان ضد البيئة كقطع الأشجار والقضاء على الغابات والأراضي الزراعية التي تعتبر مستودع لامتصاص الغازات الدفيئة. ومنذ بداية الثورة الصناعية وحتى الآن ونتيجة لاعتماد الكبير على استعمال الوقود الأحفوري "الفحم والبتترول والغاز الطبيعي" أساسي ورئيسي للطاقة والقضاء على الغابات، كل هذه الأسباب برأي العلماء كانت سببا في زيادة الدفء لسطح الكرة الأرضية وحدث ما يسمى " ظاهرة الاحتباس الحراري " (محمد وآخرون، 2016).

من الناحية العلمية ليس هناك إختلاف على أن هذه الغازات والتي تتواجد طبيعيا أو بفعل إنسان، يمكنها من خلال ظاهرة الاحتباس الحراري من زيادة درجة حرارة سطح الأرض وذلك من خلال امتصاصها للموجات الحرارية ذات الطول الموجي الطويل والمنعكسة من سطح الأرض ومنعها من الخروج إلى الفضاء الخارجي مما يؤدي في النهاية إلى ارتفاع درجة حرارة الغلاف الجوي ومن ثم الأرض. أي أن هذه الغازات تشكل طبقة تعمل على حبس الطاقة الحرارية ومنعها من الانتشار بعيدا في الفضاء الخارجي (أزهار، 2012).

1- مفهوم الاحتباس الحراري وتطوره

اكتشف الاحتباس الحراري من قبل جون فورييه عام 1824م إلا أن سفانتي أرينيوس هو أول من قام بتحديد هذه الظاهرة كميًا عام 1896م، وكان ذلك قبل أكثر من 100 عام، فقد أشار إلى أن الغازات الدفيئة في الجو تحبس حرارة الشمس وتمنعها من النفاذ إلى الفضاء الخارجي كما قدم ورقة علمية في عام 1895م أكد فيها أن التغير البسيط في انبعاثات الغازات قد يؤدي إلى كمية كبيرة من الحرارة.

وأكدت الدكتورة نيريلي ابرام من جامعة استراليا الوطنية أن نشأة ظاهرة الاحتباس الحراري كانت مع بداية الثورة الصناعية في فترة بين عام 1830م وعام 1850م بعكس الاعتقاد السائد أنها ظاهرة حديثة، في حين أصبحت نتائج الاحتباس الحراري ظاهرة للأعيان في نهاية القرن 19م، وقد بدأت ظاهرة الاحتباس الحراري في النصف الشمالي من الكرة الأرضية والمحيطات الاستوائية، أما في النصف الجنوبي فقد ظهرت ظاهرة الاحتباس الحراري فيه متأخرا بسبب التوسع الكبير للمحيطات الذي يسحب الحرارة لطبقات أكثر عمقا (سامي، 2023).

• مفهوم الاحتباس الحراري

هو الزيادة التدريجية في درجة حرارة الطبقة السفلى للغلاف الجوي المحيطة بالأرض ما ينتج عنه رفع درجة حرارة الأرض. وكل هذا نتيجة لزيادة انبعاثات الغازات الدفيئة.

ويعرف أيضا أنه ظاهرة ارتفاع درجة الحرارة في بيئة ما نتيجة تغيير في سيلان الطاقة الحرارية في البيئة وإليها.

وحسب اللجنة الدولية لتغير المناخ IPCC Intergovernmental Panel on **Climat Change** فإن أغلب الزيادات في متوسط درجة الحرارة العالمية منذ منتصف القرن 20م تبدو بشكل واضح وكبير وذلك نتيجة لزيادة نسبة غازات الاحتباس الحراري التي تبعثها النشاطات البشرية (محمد وآخرون، 2016).

يتزامن هذا مع بداية الثورة الصناعية حيث نلاحظ أن وتيرة الاحتباس الحراري زادت وبشكل كبير في 100 عام الماضية بين 1906 و 2006م بزيادة متوسط درجة حرارة سطح الأرض من 0.6 الى 0.9 درجة مئوية، بسبب حرق الوقود الأحفوري مع زيادة عدد السكان، زاد حجم الوقود الأحفوري المحترق. ويشمل هذا الأخير الفحم والنفط والغاز الطبيعي. وحرقتها يسبب ما يعرف باسم تأثير الاحتباس الحراري في الغلاف الجوي للأرض (Shahzad, 2015).

2-آلية حدوثه

يبدأ الاحترار العالمي عندما تخترق أشعة الشمس الغلاف الجوي وتصل إلى سطح الأرض، ثم ترسل 30% من هذه الأشعة إلى الفضاء الخارجي، بينما يتم امتصاص الباقي بواسطة المحيطات وأسطح الأرض وجزيئات الهواء، وبالتالي يؤدي هذا إلى تسخين سطح الأرض والغلاف الجوي، مما يجعل الحياة ممكنة على سطح الأرض. كما أنه تزداد درجة حرارتها وتشتع هذه الطاقة الشمسية بحرارة الإشعاع والأشعة تحت الحمراء، وتنتشر مباشرة إلى الفضاء الخارجي وبالتالي تبريد الأرض. ومع ذلك فإن بعض هذه الأشعة يتم إعادة امتصاصها بواسطة غازات الجو، غاز ثاني أكسيد الكربون والاوزون والميثان وبخيرة الماء وغازات أخرى وتتبعس مرة أخرى إلى سطح الأرض تعرف هذه الغازات باسم الغازات الدفيئة بسبب قدرتها على الاحتباس الحراري، وتجدر الإشارة إلى أن عملية إعادة الامتصاص هذه في الواقع ضرورية لأنه بدونها سيكون متوسط درجة حرارة سطح الأرض باردا جدا إذ لم يكن هناك وجود للغازات الدفيئة.

المشكلة بدأت عندما تم زيادة تركيز الغازات الدفيئة في الغلاف الجوي بشكل مصطنع من قبل الإنسان بمعدل ينذر بالخطر منذ القرنين الماضيين (Shahzad, 2015).

والغازات الدفيئة هذه هي غازات إما طبيعية وتوجد أصلا في الطبيعة مثل بخار الماء H_2O و ثاني أكسيد الكربون CO_2 والميثان CH_4 وأكسيد النيتروجين NO والأوزون O_3 . أو كيميائية ناتجة عن تفاعلات كيميائية مثل الكلوروفلوروكربون $CFCI$ ، وكلها تلعب دورا هاما في تدفئة سطح الأرض (ازهار، 2012).

3- الغازات الدفيئة

الغازات الدفيئة هي غازات الغلاف الجوي التي تمتص الحرارة، ثم تعيد إشعاع الحرارة. تخلق عملية الامتصاص المستمر والإشعاع دورة تحتفظ من خلالها بالحرارة في الغلاف الجوي وتسمى هذه الدورة تأثير الاحتباس الحراري. أدت الأنشطة البشرية إلى زيادة مستويات غازات الدفيئة في الغلاف الجوي، مما أدى إلى تعزيز تأثير الدفيئة. يتسبب تأثير الاحتباس الحراري المعزز في اتجاه الإحترار العالمي الذي يعطل النظم الإيكولوجية في جميع أنحاء العالم. تشمل غازات الدفيئة ثاني أكسيد الكربون وبخار الماء والميثان وأكسيد النيتروجين والأوزون (Nunez, 2019).

3-1 ثاني أكسيد الكربون CO₂

انبعاثات ثاني أكسيد الكربون البشرية هي السبب الوحيد الأكثر أهمية للاحترار العالمي. يأتي ما يقرب من ثلثي ثاني أكسيد الكربون الذي يسببه الإنسان من حرق الوقود الأحفوري، مع ثلث إضافي ناتج عن إزالة الغابات. يتم تخزين الكربون في المواد النباتية، مثل الأشجار والنباتات داخل الغابات. يتم إنشاء الوقود الأحفوري في الغالب عن طريق التحلل اللاهوائي للمواد النباتية المدفونة عادة على مدار ملايين السنين. عندما يتم حرق الوقود الأحفوري، وتدمير الغابات، يتم إطلاق الكربون المخزن في الغلاف الجوي كثاني أكسيد الكربون. اعتباراً من عام 2011م، كانت مستويات ثاني أكسيد الكربون في الغلاف الجوي أعلى من المعتاد بنسبة 35% تقريباً، وهي آخذة في الارتفاع (Nunez, 2019).

3-2 الميثان CH₄

الميثان المكون الرئيسي للغاز الطبيعي، ويعرف أيضاً بغاز المستنقعات وهو ثاني غاز بعد غاز ثاني أكسيد الكربون من ناحية الأهمية في غازات الاحتباس الحراري، ويتواجد بنسبة 18% من مجموع الغازات. تحدث انبعاثات الميثان أثناء حفر الغاز الطبيعي وتعددين الفحم والعمليات الصناعية الأخرى، وتنتج أيضاً من الأجهزة الهضمية للماشية حوالي 35% من انبعاثات الميثان، كما أن عمليات حرق الفحم والغاز الطبيعي والبتترول من طرف الإنسان ستزيد من نسبته في الغلاف الجوي وينتج أيضاً بواسطة البكتيريا من الأوساط اللاهوائية في التربة الرطبة وفي حقول

الأرز ومقالب القمامة. إن كمية الانبعاثات لغاز الميثان تتراوح بين (163.5-177.4) طن بين عامي (1941-1951) واستمرت نسبته في الزيادة حتى أصبحت بين (186.1-247) طن بين عامي (1952-1965) إلى أن وصلت نسبته إلى (304.4-371) طن بين عامي (1976-1994) (الصائغ, 2011).

3-3 بخار الماء H_2O

بخار الماء هو أكثر غازات الدفيئة شيوعاً، وهو الغاز الذي له أكبر تأثير عام على الاحتباس الحراري في الغلاف الجوي. بسبب تأثير التدفئة المعزز، حيث تزداد مستويات بخار الماء في الغلاف الجوي بسبب حلقة التغذية المرتدة الإيجابية. تتسبب الظروف الأكثر دفئاً في زيادة تبخر الماء، حيث يكون الجو الأكثر دفئاً قادراً على الاحتفاظ بكميات أكبر من بخار الماء. لذلك عندما تسبب انبعاثات البشرية في زيادة الاحترار العالمي، فإن زيادة مستويات بخار الماء هي تأثير ثانوي. حيث تزيد من عملية الاحترار إذ تحبس مستويات بخار الماء المرتفعة المزيد من الحرارة، مما يخلق حلقة التغذية المرتدة (Nunez, 2019).

3-4 أكسيد النيتروجين NO

يوجد أكسيد النيتروجين بتركيزات أصغر بكثير في الغلاف الجوي، ولكنه غاز دفيئة فعال للغاية، حيث يحبس الحرارة ما يقرب من 300 مرة مثل ثاني أكسيد الكربون. يتم إنتاج انبعاثات أكسيد النيتروجين البشرية بشكل رئيسي من قبل القطاع الزراعي. عندما تشق الأسمدة الغنية بالنيتروجين طريقها إلى طبقات المياه الجوفية والأنهار، فإنها تتحلل لإنتاج النيتروجين الجوي، مع أكسيد النيتروجين كمنتج ثانوي. تمثل انبعاثات أكسيد النيتروجين التي يسببها الإنسان ما بين 6% و10% من تأثير الاحتباس الحراري المعزز (Nunez, 2019).

3-5 غاز الأوزون O_3

وهو غاز يتكون من ثلاث ذرات أكسجين، تركيبته الجزيئية (O_3)، وهو غاز شفاف يميل إلى الزرقة. يكون هذا الغاز طبقة تدعى طبقة الأوزون، يتواجد في طبقتي الجو السفلى والتروبوسفار

بنسبة 10% وفي طبقة الجو العليا الستراتوسفار بنسبة 90%. تعمل طبقة الاوزون على حماية الارض من اشعاعات الشمس الضارة حيث تعكس الأشعة الفوق بنفسجية الضارة، وبالتالي فإن وجوده مهم وضروري في الغلاف الجوي، لأنه إذا نقص تركيزه في هذه الطبقة فإن قدرته على امتصاص الأشعة الفوق بنفسجية تقل، مما يسمح بمرورها إلى الارض. يعتبر الاوزون من الغازات الدفيئة ويتغير تركيزه مكانيا. مصدر هذا الغاز ليس من خلال الانبعاثات المباشرة بل يتكون في الجو من خلال عملية كيميائية ضوئية. إن معدل تركيزه في طبقة التروبوسفار متغير جدا بسبب قصر طول حياته (براهيمي ومسعودي، 2021).

3-6 مركبات الكلوروفلوروكربون

يوجد العديد من مركبات الكلوروفلوروكربون وهي من مشتقات المركبات هالوجينية، ذات الوزن الجزيئي الصغير تتميز أغلب هذه الغازات بدرجة حرارة تميح منخفضة حيث تتميح بسهولة في درجة حرارة العادية. لذا فهي تستعمل بكثرة في أجهزة التبريد وكمواد دافعه في عبوة الايروسول التي تحمل بعض المبيدات، أو بعض مواد التنظيف، والافراط في استعمالها يؤدي إلى زيادة انتشارها، تنتج هذه المركبات أيضا من حرق غير كامل لنفايات المنزلية، كل هذه الأنشطة تساهم في رفع تركيز الكلوروفلوروكربون في الجو وبالتالي تلويث الجو. حيث تحمل التيارات الصاعدة هذه المركبات إلى طبقات الجو العليا، إذ وجد تركيز معتبر لهذه المركبات على ارتفاع 18 كلم من سطح الأرض عند خط الاستواء، وعلى ارتفاع 7 كلم فوق المناطق القطبية. وتقدر كمية مركبات الكلوروفلوروكربون التي تنطلق كل عام في الجو بحوالي مليون طن وتساهم هذه النسبة في رفع درجة حرارة الجو (الصائغ، 2011).

4-أسباب الاحتباس الحراري

هناك عدة أسباب للاحتباس الحراري والتي لها تأثير سلبي على البشر والنباتات والحيوانات، وقد تكون هذه الأسباب طبيعية أو قد تكون نتيجة لأنشطة بشرية، فيما يلي الأسباب الرئيسية للاحتباس الحراري.

4-1 الأسباب الطبيعية

تؤثر العمليات الطبيعية دائماً على مناخ الأرض ويمكن أن تفسر هذه التأثيرات في التغيرات المناخية قبل الثورة الصناعية في أواخر القرن السابع عشر. ومع ذلك، لا يمكن تفسير التغيرات المناخية الأخيرة بالأسباب الطبيعية وحدها، ومن بين هذه الأسباب نذكر:

4-1-1 التغيرات في مدار الأرض ودورانها

كان للتغيرات في مدار الأرض ومحور دورانها تأثير كبير على المناخ في الماضي. على سبيل المثال، يبدو أن كمية أشعة الشمس الصيفية في نصف الكرة الشمالي، والتي تتأثر بالتغيرات في مدار الكوكب، هي السبب الرئيسي للدورات السابقة للعصور الجليدية، حيث شهدت الأرض فترات طويلة من درجات الحرارة الباردة (العصور الجليدية)، وكذلك فترات أقصر بين الجليدية (فترات بين العصور الجليدية) من درجات حرارة أكثر دفئاً نسبياً. في أبرد جزء من الفترة الجليدية الأخيرة (أو العصر الجليدي)، كان متوسط درجة الحرارة العالمية أبرد بحوالي 11 درجة فهرنهايت مما هو عليه اليوم. ومع ذلك، في ذروة الفترة الجليدية الأخيرة، كان متوسط درجة الحرارة العالمية الأكثر بـ 2 درجة فهرنهايت أكثر دفئاً مما هو عليه اليوم (E.P.A., 2023).

4-1-2 التغيرات في النشاط الشمسي

يمكن أن تؤثر التغيرات في إنتاج طاقة الشمس على شدة ضوءها الذي يصل إلى سطح الأرض. وتنعكس هذه التغيرات على مناخ الأرض، لكن تأثيرها ضئيلاً على التغيرات المناخية التي لوحظت في العقود الأخيرة. حيث لاحظ العلماء تباين في كمية الأشعة الشمسية الواردة إلى سطح الأرض من سنة إلى أخرى بحوالي 6%، نتيجة إلى لتغيير المسافة بين الشمس والأرض. بالإضافة أيضاً إلى هذا التباين، وجود بقع على سطح الشمس تدعى (Sun Spots) التي ظهرت على سطح الشمس وتمر بدورة 11 سنة أو 22 سنة. حيث أن هذه البقع عبارة عن مناطق داكنة تظهر على سطح الشمس ودرجة حرارتها تقل عن درجة حرارة باقي سطح الشمس بحوالي 2000-3000 درجة، وإن أي تزايد أو نقصان في مساحة هذه البقع يؤدي إلى تغيير في كمية الإشعاع الشمسي بحوالي 6 درجة مئوية (الجصاني، 2010).

4-1-3 التغيرات في انعكاسية الأرض

تعتمد كمية التغيرات في انعكاسية الأرض على ضوء الشمس التي يمتصها الكوكب أو يعكسها سطح الأرض وغلافه الجوي. حيث تميل الأجسام والأسطح المظلمة، مثل المحيطات والغابات والتربة، إلى امتصاص المزيد من ضوء الشمس. بالمقابل تميل الأجسام والأسطح ذات الألوان الفاتحة، مثل الثلج والسحب، إلى عكس ضوء الشمس. حيث يتم امتصاص حوالي 70% من ضوء الشمس الذي يصل إلى الأرض. ساهمت هذه التغيرات الطبيعية في سطح الأرض، مثل ذوبان الجليد البحري، في تغير المناخ في الماضي، وغالبا ما كانت بمثابة ردود فعل على عمليات أخرى (E.P.A., 2023).

4-1-4 النشاط البركاني

لعبت البراكين دورا ملحوظا في المناخ، وأطلقت الانفجارات البركانية كميات كبيرة من ثاني أكسيد الكربون في الماضي البعيد. يمكن لبعض الانفجارات البركانية المتفجرة رمي الجسيمات (على سبيل المثال SO_2) في الغلاف الجوي العلوي، حيث يمكنهم عكس ما يكفي من ضوء الشمس إلى الفضاء لتبريد سطح الكوكب لعدة سنوات. هذه الجسيمات هي مثال على تبريد. لا تنتج الجسيمات البركانية الناتجة عن ثوران واحد تغيرا مناخيا طويل الأجل لأنها تبقى في الغلاف الجوي لفترة أقصر بكثير من غازات الدفيئة. على الرغم من أن البراكين نشطة في جميع أنحاء العالم، وتستمر في إطلاق ثاني أكسيد الكربون كما كانت تفعل في الماضي، إلا أن كمية ثاني أكسيد الكربون التي تطلقها صغيرة للغاية مقارنة بالانبعاثات البشرية. في المتوسط تنبعث من البراكين ما بين 130 و 230 مليون طن من ثاني أكسيد الكربون سنويا. بالمقابل عن طريق حرق الوقود الأحفوري، يطلق الناس أكثر ب 100 مرة، حوالي 26 مليار طن من ثاني أكسيد الكربون في الغلاف الجوي كل عام (اعتبارا من عام 2005). ونتيجة لذلك، يلقي النشاط البشري بظلاله على أي مساهمة قد تقدمها البراكين في ظاهرة الاحتباس الحراري الأخيرة (Holli, 2010).

4-1-5 التغيرات في تركيزات ثاني أكسيد الكربون التي تحدث بشكل طبيعي

على مدى مئات الآلاف من السنين الماضية، اختلفت مستويات ثاني أكسيد الكربون جنبا إلى جنب مع الدورات الجليدية. خلال الفترات الجليدية الدافئة، كانت مستويات ثاني أكسيد الكربون أعلى. خلال الفترات الجليدية الباردة، كانت مستويات ثاني أكسيد الكربون أقل. يمكن أن يتسبب تسخين أو تبريد سطح الأرض والمحيطات في حدوث تغييرات في المصادر الطبيعية لهذه الغازات، وبالتالي تغيير تركيز الغازات الدفيئة في الغلاف الجوي. وقد عملت هذه التركيزات المتغيرة كردود فعل مناخية إيجابية، مما أدى إلى تضخيم التغيرات في درجات الحرارة الناجمة عن التحولات طويلة الأجل في مدار الأرض (E.P.A., 2023).

4-2 الأسباب غير طبيعية

وهي التأثيرات الناتجة عن الأنشطة البشرية ونذكر منها

4-2-1 توليد الطاقة

إن حرق الإنسان للوقود الاحفوري من أجل إنتاج الطاقة التي يعتمد عليها أسلوب الحياة الجديدة ينتج ملايين الأطنان من الغازات الدفيئة حيث أدت هذه العملية إلى رفع مستوى الغازات الدفيئة في الجو مثل ثاني أكسيد الكربون والميثان وأكسيد النيتروجين، إذ أنه منذ بداية الثورة الصناعية أصبح استهلاك الطاقة الناتجة عن حرق الوقود الاحفوري متزايد جدا مما يؤدي إلى تراكم الغازات الدفيئة في الغلاف الجوي والذي يؤدي إلى حبس الحرارة في الغلاف الجوي ومنه ارتفاع في نسبة الاحترار العالمي (فراج، 2022).

4-2-2 تصنيع الاسمنت

منذ بداية الثورة الصناعية شهد العالم تطورات سريعة وصاحب هذه التطورات زيادة في استهلاك بعض المواد حيث كان الاسمنت من بين هذه المواد. وتتطلب صناعته تسخين كربونات الكالسيوم حيث تنتج عنه ثاني أكسيد الكربون والجير، حيث أن عملية التسخين هذه تتطلب حرق الوقود الاحفوري لتوفير الحرارة اللازمة لعملية التصنيع، كل هذا يساهم في زيادة غاز ثاني أكسيد

الكربون في الجو. ووجد أن مساهمة الانسان في انبعاثات غاز ثاني أكسيد الكربون اللازمة لصناعة الاسمنت حوالي 5% والباقي ينتج من عملية حرق الوقود الاحفوري والعمليات الكيميائية المصاحبة لعملية التصنيع إذ أنه ينتج حوالي 900 كغ من غاز ثاني أكسيد الكربون عند إنتاج 1000 كغ من الاسمنت (أحمد، 2022).

4-2-3 قطع الغابات

يؤدي قطع الغابات لإنشاء مزارع أو مراعي، أو لأسباب أخرى، أين تقوم الشركات بقطع الاشجار في غابات الأمازون من أجل استخدام الخشب في صناعة منتجاتها إلى زيادة انبعاثات ثاني أكسيد الكربون، لأن الأشجار عندما يتم قطعها، تطلق الكربون الذي كانت تخزنه. نظرا لأن الغابات تمتص ثاني أكسيد الكربون، فإن تدميرها يحد أيضا من قدرة الطبيعة على إبعاد الانبعاثات عن الغلاف الجوي. إن إزالة الغابات، إلى جانب الزراعة وغيرها من التغيرات في استخدام الأراضي، مسؤولة عما يقرب من ربع انبعاثات غازات الدفيئة العالمية. كما يعتقد الباحثون أن 40% من ثاني أكسيد الكربون نتج عن حرق الغابات خلال فترة 150 عام الماضية فقط. إلا أن هذه النسبة صغيرة بالمقارنة مع ما لا يزال مخزنا في الغابات وحدها، كالغابات الشمالية في كندا وروسيا تحتفظ بـ 50% من مخزون العالم من الكربون (فراح، 2022).

4-2-4 سلوكيات البشر

يزداد عدد سكان العالم يوما بعد يوم ويصاحب هذه الزيادة زيادة في الاحتياجات والمتطلبات اليومية للحياة. حيث أن المنزل واستخدام الطاقة وكيف يتحرك ويأكله ومقدار ما يرميه من القمامة كل هذه السلوكيات تساهم في انبعاثات غازات الاحتباس الحراري حيث أن الزيادة في المتطلبات يرافقها زيادة في عدد المصانع والعمليات الصناعية المرافقة لها. إن أنماط حياتنا اليومية لها تأثير عميق على كوكبنا. ويتحمل كل شخص المسؤولية من خلال نمط حياته وما يستهلكه وما ينتجه من طاقة (أحمد، 2022).

5- آثار الاحتباس الحراري

إن ارتفاع في درجة الحرارة التي يسببها الاحتباس الحراري تشكل تهديدا لأغلب الكائنات الحية وأغلبها لا يستطيع التأقلم معها، إن هذا الارتفاع في درجة الحرارة سيدفعها للهجرة إلى مكان آخر بحثا عن ظروف أفضل للحياة والهروب من أخطار التي يمكن أن تهددها مثل نقص الغذاء أو الماء أو الجفاف، وغيرها من الاخطار لذلك من المتوقع أن ينقرض ثلث الانواع الحيوانات والنباتات المعروفة بحلول عام 2050م مع استمرار ظاهرة الاحتباس الحراري مما يؤدي إلى هلاك الأرض (سامي، 2023).

ومن أهم الآثار الناتجة عن ظاهرة الاحتباس الحراري التي تؤثر على سطح الارض وعلى الكائنات الحية نلخص بعضها فيما يلي

5-1 التأثير على التنوع الحيوي البيئي

إن الاحترار العالمي يضغط بالفعل على النظم الإيكولوجية والنباتات والحيوانات التي تتعايش في منطقة مناخية معينة، سواء على الأرض أو في المحيط. لقد غيرت درجات الحرارة الأكثر دفئا بالفعل موسم النمو في أجزاء كثيرة من العالم. أصبح موسم النمو في أجزاء من نصف الكرة الشمالي أسبوعين أطول من النصف الثاني في القرن 20، الربيع قادم في وقت مبكر في نصفي الكرة الأرضية. يؤثر هذا التغيير على موسم النمو في النظام البيئي الأوسع. يجب أن تبدأ الحيوانات المهاجرة في البحث عن مصادر الغذاء في وقت مبكر. قد يتسبب التحول في الفصول بالفعل في عدم تزامن دورات حياة الملقحات، مثل النحل مع النباتات والأشجار المزهرة. يمكن أن يحد عدم التطابق هذا من قدرة كل من الملقحات والنباتات على البقاء والتكاثر، مما يقلل من توافر الغذاء في جميع أنحاء السلسلة الغذائية. كما أن درجات الحرارة الأكثر دفئا تمدد موسم النمو. هذا يعني أن النباتات تحتاج إلى المزيد من المياه لمواصلة النمو طوال الموسم أو أنها سوف تجف، مما يزيد من خطر فشل المحاصيل وحرائق الغابات. بمجرد انتهاء موسم النمو، يفشل الشتاء الأقصر والأكثر اعتدالا في قتل الحشرات الخاملة، مما يزيد من خطر الإصابة الكبيرة والضارة في المواسم اللاحقة (Holli, 2010).

5-2 تزايد وقوع الأحداث البيئية المتطرفة في الطقس

غالبا ما تخلف الاعاصير والفيضانات والزلازل والجفاف والعواصف ظهور وانتشار بعض الأمراض المعدية والابوئة المحلية، وذلك بسبب تحطم البنية الأساسية كالمستشفيات والخدمات الصحية العامة فمثلا غن حالات ظهور الملاريا ترتبط وبشده بظاهرة النينو في عدد من البلدان (الهند، وفنزويلا على سبيل المثال).

● **النينو** هي عبارة تقلبات مناخية تحدث في المحيط الهادي، لها تأثير كبير على حالة الطقس في جميع انحاء العالم، ينتج عن هذا الارتفاع المفاجئ في درجة حرارة المحيطات وخاصة في المناطق المدارية. تبدأ هذه التقلبات عندما تنتقل المياه الدافئة في المحيط الهادي باتجاه سواحل امريكا الجنوبية على طول خط الاستواء، و تنتج عن هذه التقلبات تغيير في ضغط الهواء، مما يسبب بارتفاع مستوى سطح البحر بمقدار نصف متر تقريبا عن المستوى الطبيعي، يؤثر تصاعد المياه غلى الأعلى على المناخ العالمي، و يتغير معدل هطول الامطار في بعض المناطق، كما تؤثر هذه الظاهرة على التذبذبات التي تحدث في التغيرات المناخية للاحترار والتبريد بشكل كبير في حدوث تغيرات ملحوظة على درجة حرارة المحيطات في المناطق المدارية، بإضافة إلى التغيرات التي تطرأ على الطقس الموسمي في جميع انحاء العالم، حيث يحدث جفاف في بعض المناطق، و تؤدي هذه الظاهرة أيضا إلى حدوث كوارث طبيعية مثل الفيضانات والاعاصير والجفاف ومن ابرز الاثار المتطرفة اعاصير المحيط الاطلسي في السبعينات من القرن الماضي، و يراء العلماء أنه من المحتمل أن يؤدي الارتفاع المستمر في درجة حرارة المحيطات الاستوائية إلى حدوث اعاصير أقوى على المستوى العالم في هذا القرن (سامي، 2023).

5-3 زيادة الهجرة والنزوح

على مر العصور كان المناخ هو العنصر الوحيد الذي يحدد وجهة هجرة البشر من مكان إلى آخر. في عصرنا الحديث ومع ظهور ظاهرة الاحتباس الحراري الناتجة عن الانشطة البشرية أدت

إلى تغير انماط الهجرة والاستيطان البشري على نطاق واسع، أدى هذا التأثير إلى دفع المنظمة الدولية للهجرة إلى دراسة الروابط بين تلك القضايا كما أوضحت المنظمة قائلة "إننا نعيش الآن في عصر ترتبط فيه الاحداث الكارثية المتعلقة بالمناخ والنشاط البشري ومن المحتمل أن يكون لذلك تأثير كبير على الطريقة التي نقرر بها الهجرة إلى مكان ما للاستقرار"

تدفع التغيرات المناخية الافراد إلى النزوح وترك مواطنهم وذلك بسبب خطورة الكوارث المتعلقة بالطقس والتي تدمر المنازل والمساكن مما يدفع الناس إلى البحث عن مأوى ومكان آمن للعيش فيه. إن بعض الظواهر مثل التصحر وارتفاع منسوب مياه البحار يؤدي تدريجيا إلى تدمير أسباب المعيشة وتجبر المجتمعات السكانية على التخلي عن اوطانها الاصلية والبحث عن أماكن أكثر ملاءمة وأمان. ومثال على ذلك ما يحدث حاليا في مناطق الساحل الافريقي والحزام (مناطق المناخ الشبه جاف الذي يمتد حول القارة أسفل صحرائها الشمالية تماما). فطبقا لمركز مراقبة النزوح الداخلي فإن أكثر من 42 مليون شخص نزح من منطقة آسيا والمحيط الهادي خلال عام 2010م و2011م، مما يؤدي إلى حدوث اكتظاظ وزيادة عدد السكان في بعض المناطق من العالم (سامي، 2023).

4-5 ذوبان الجليد وارتفاع مستوى سطح البحر

ترى الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ أنه من المتوقع أن القطب الشمالي سيكون خاليا فعليا من الجليد الصيفي بحلول عام 2050م، فقد أدى ذوبان الجليد في النهار الجليدية والصفائح الجليدية في غرينلاند وانتاركتيكا إلى زيادة مستوى مياه البحار والمحيطات، بالإضافة إلى تمدد الحراري للمحيطات والبحار أيضا يلعب دورا مهما في هذه الزيادة، أي أنه بزيادة درجه الحرارة ستزيد مستويات مياه البحار والمحيطات، فقد ارتفع مستوى سطح البحر بين عام 1901م و2010م حوالي 19 سم (سامي، 2023)، حيث يؤدي ارتفاع درجات الحرارة إلى تسريع ذوبان الانهار الجليدية وبمعدلات هائلة تنتج عنه بدء سلسلة من الأحداث التي لا يمكن عكسها مثل تقلص بعض مناطق القطبية (بني مصطفى، 2020).

5-5 الآثار الاجتماعية

إن تأثيرات الاحتباس الحراري التي تؤدي إلى التغيرات المناخية تؤثر بصورة غير متساوية على الفئات العمرية، أي أن 90% من الوفيات الأمراض المرتبطة بالطقس وتقلباته تقع بين الأطفال الصغار. و في نفس الموضوع أكد مدير معهد بحوث السلام بـاستوكهولم السيد " دان سميث" على العلاقة بين آثار الاحتباس الحراري و دوره البارز في إحداث التغيرات المناخية و المشاكل الاجتماعية, حيث قال بهذا الشأن إن " تأثيرات تحول المناخ تساهم مع عوامل اجتماعية واقتصادية وسياسية في خلق ظروف تتفجر فيها النزاعات" حيث حذر أيضا من آثار الاحتباس الحراري وما ينتج عنه من جفاف وفيضانات التي ليس لها تأثير محلي فقط بل إن انعكاسات ذلك وظواهر الطقس الحادة لها تأثير على الاسعار العالمية للغذاء, و الذي ينتج عنه ارتفاع في الاسعار مسببا بذلك نزاعات وصراعات , ففي كل مرة ارتفعت فيها اسعار الغذاء في الاسواق العالمية, تحدث مظاهرات وصددمات, وبالتالي عدم استقرار اجتماعي وسياسي في 30 حتى 40 دولة في آن واحد (سامي، 2023).

5-6 الآثار الاقتصادية

أعدده نيكولاس ستيرن تقريرا كان مضمونه أن الاحتباس الحراري سيؤدي إلى تكلفه اقتصادية قدرها 500 مليار دولار، وإن جميع الاجيال الحالية والمقبلة ستعاني من عواقب الاحتباس الحراري وكانت التهديدات الرئيسية هي الحروب والصراعات السياسية والتنمية الصناعية. اهتمت الكثير من المنظمات الدولية بظاهرة الاحتباس الحراري وتأثيرها في التغير المناخي وعقدت بشأنها الكثير من المؤتمرات الدولية بحكم أنها ظاهرة عالمية تعدت نطاق الاقليمية (سامي، 2023).

6- أهم الحلول للحد أو التقليل من آثار ظاهرة الاحتباس الحراري

- عقد المؤتمرات والاتفاقيات لإظهار مدى خطورة تأثيرات ظاهرة الاحتباس الحراري، ووضع قوانين وحلول عالمية سريعة وجادة وبعيدة المدى من أجل الحد أو التخفيف من مستويات الغازات الدفيئة في الجو، من خلال خفض انبعاثات الغازات الدفيئة حسب أسس واهداف

متفق عليها للحد من الحاق الضرر بالنظام المناخي للأرض، وهذا يقع بالدرجة الاولى على عاتق الدول المتقدمة بحكم إنها المسؤول الاول عن انبعاثات الغازات الضارة في الجو.

- المحافظة على المسطحات الخضراء وزيادتها كالغابات التي تعد كمستودع لهذه الغازات.
- إقامة بحوث لدراسة نسبة انبعاثات هذه الغازات وسلبياتها ومشاكلها سواء كانت اقتصادية أو اجتماعية.

- التعاون في مجالات التطوير والتعليم ونشر الوعي الثقافي لدى الناس وتوضيح مخاطر التغيرات المناخية بهدف التقليل من هذه الغازات الضارة.

- تمويل وتسهيل نقل التكنولوجيا من الدول المتقدمة إلى الدول النامية.
- دعم الدول النامية لمواجهة الآثار السلبية للتغيرات المناخية والتعايش معها.
- العمل على إنتاج وتطوير تقنيات اقتصادية صديقة للبيئة من خلال العمل على خفض نسبة انبعاثات الكربون السنوية والاستثمار في مشاريع الطاقة المتجددة بما في ذلك الطاقة الشمسية.

- التعاون على المستوى الدولي لمكافحة التغيرات المناخية كالمعمل على تنفيذ توصيات الاتفاقيات والتي تدعو لاتحاد الكل من أجل مكافحة مشكل التغير المناخي هذا على الصعيد الدولي.

أم على الصعيد الفردي فتقع على عاتق الانسان بعض المسؤوليات للمساهمة في الحد من ظاهرة الاحتباس الحراري ومنها

- إعادة تدوير النفايات المنزلية والتي تساعد في الحد من انبعاثات الغازات الدفيئة.
- التقليل من استخدام مكيف الهواء، وذلك من خلال اضافة مواد عازلة في جدران المباني وعزل الابواب والنوافذ مما يساهم في الحفاظ على درجة حرارة معتدلة داخل المبنى في جميع الاوقات، ويقلل من كمية الطاقة اللازمة لتدفئه أو تبريد المبنى.
- استخدام منظمات حرارة مبرمجة على المكيفات.

- استخدام منتجات موفر للطاقة حيث يساهم استخدام الاجهزة الكهربائية المنزلية الموفر لطاقة على التقليل من الانبعاثات الغازات الدفيئة.
- تشجيع الآخرين على الحفاظ على الطاقة، وذلك من خلال تبادل المعلومات المتعلقة بهذا المجال كعملية التدوير والطرق المناسبة في توفير الطاقة.

الفصل الثاني: الأمراض البكتيرية المنقولة عن طريق المياه

الفصل الثاني

الأمراض البكتيرية المنقولة عن طريق المياه

المياه هي المطلب الاساسي للحياة وعلى مر التاريخ ازدهرت الحضارات حول الانهار والممرات المائية. الماء لا غنى عنه لصحة الانسان ورفاهيته، على الرغم من أن الماء ضروري للحياة إلا أنه يمكن أن يسبب أيضا آثار مدمره كحامل فعال لمسببات الامراض، والامراض المنقولة عن طريق المياه تشكل تحديا كبيرا لسكان العالم، ولاسيما في البلدان النامية. المياه النظيفة والمرافق الصحية المأمونة شرطان أساسيان للصحة الجيدة، ولكن الكثير من الناس لا تتوفر لديهم هذه الاحتياجات الأساسية. فالسكان الذين يعانون من محدودية الوصول إلى إمدادات مياه البلدية، يعد استخدام مصادر المياه البديلة مثل الآبار للأغراض المنزلية أمرا شائعا. بشكل عام تعد مصادر المياه الجوفية هذه من بين أهم المصادر الطبيعية المحدودة للمياه العذبة على الأرض للشرب ويفترض أنها خالية من الملوثات. ومع ذلك بسبب تآكل مستجمعات المياه، والصرف من مياه الصرف الصحي، والجريان السطحي وعدم تنفيذ المبادئ التوجيهية لاستكشاف المياه الجوفية أو بناء الآبار، يحدث تلوث بكتيري لمصادر المياه الجوفية. تُعرض مصادر المياه هذه الأشخاص لخطر الإصابة بالأمراض التي تنقلها المياه مثل الإسهال والتيفوئيد. ونتيجة لذلك، يموت حوالي 6-8 ملايين شخص كل عام بسبب الأمراض المنقولة عن طريق المياه. لتقدير حجم المشكلة ومنع الأمراض والوفيات الناجمة عنها، من الضروري التحقيق في الجودة الميكروبيولوجية لمياه الشرب ومراقبتها. يشكل تلوث البراز للمياه المخصصة للاستخدام البشري تهديدا للصحة العامة لأن هذه المياه يمكن أن تكون وسيلة لنقل الأمراض مثل الإسهال المعدي والتيفوئيد (Akeem et al, 2022) ، حيث تؤدي قلة توفير المياه النظيفة إلى انتشار الكثير من الأمراض. تلحق هذه الأخيرة ضررا كبيرا بصحة الانسان. والسبب الرئيسي لانتشار هذه الأمراض هو عدم توفر مياه صالحة لشرب وتنظيف الأطعمة هذا كسبب رئيسي بالإضافة إلى ذلك قلة توفير منشآت ملائمة لتوفير الصحة العامة الوقائية والممارسات غير السليمة للنظافة الصحية الشخصية وهذا كله بسبب عدم توفر مياه نظيفة. والأمراض المتعلقة بالمياه هي واحدة من أبرز المشاكل الصحية في العالم. ومثال على ذلك الكوليرا وغيرها من الأمراض الاسهال

مسؤولة وحدها عن وفاة 8.1 مليون شخص كل عام، وأغلب هذه الاصابات هم فقراء الدول النامية، من فئة الاطفال، حيث تحصد هذه الأمراض كل سنة الملايين في ظروف يسودها الفقر والجهل وضعف الصحة، وكثيرا ما تجعلهم عاجزين عن العمل أو الذهاب إلى المدرسة. ذكرت اليونيسيف أن الأمراض المنقولة عن طريق المياه تحصد كل سنة ما يقارب 6.1 مليون طفل وذلك بسبب عدم قدرتهم على الحصول على مياه نقية (السروي، 2012). إن من أخطر الملوثات التي تصيب المياه هي الكائنات الحية الدقيقة كالبكتيريا التي تسبب الأمراض المختلفة للإنسان من ضمن هذه البكتيريا المسببة للأمراض الكوليرا والتيفويد وغيرها من العديد من البكتيريا.

• الأمراض البكتيرية

1- داء البريميات *Leptospira*

1-1 تعريفه داء البريميات

داء البريميات هو مرض حيواني المنشأ تسببه بكتيريا اللولبيات من جنس *Leptospira* ينتشر المرض على نطاق واسع في البيئة (Abdul Mutalip et al, 2019)، داء البريميات واسع الانتشار و يحتمل أن يكون مميتا وهو مستوطنا في العديد من المناطق المدارية و يسبب أوبئة كبيرة بعد هطول الأمطار الغزيرة و الفيضانات تنتج العدوى عن طريق التعرض المباشر أو غير المباشر للحيوانات المضيضة التي تحمل العامل الممرض في الانابيب الكلوية و تسقط اللبتوسيرا المسببة للمرض في بولها، على الرغم من أن العديد من الحيوانات البرية والداجنة يمكن أن تكونه بمثابة مضيفات للمرض، فإن الجرذ البني (*Rattus Norvegicus*) هو أهم مصدر للعدوى البشرية، الأفراد الذين يعيشون في الأحياء الفقيرة الحضرية التي تتميز بعدم كفاية الصرف الصحي وسوء السكن و البنية التحتية معرضون بشدة لخطر التعرض للفئران والاصابة بداء البريميات (Haake et Levett, 2015).

1-2 التوزيع الجغرافي لداء البريميات

داء البريميات له توزيع عالمي حيث يتسوطن وبشكل خاص في المناطق الاستوائية وشبه إستوائية (Hartskeerl et al, 2011)، بما في ذلك منطقة البحر الكاريبي وأمريكا الوسطى

والجنوبية (Dechet et al, 2005)، وتجدر الإشارة إلى أنه يوجد فقط عدد قليل من البلدان لديها نظام أخطار بداء البريميات ويتم التعرف على الحالات التي يتم إدخالها إلى المستشفيات بشكل رئيسي. فإن الانتشار الحقيقي وزيادة حالات داء البريميات لا يزال غير معروف، في حين إنه من المحتمل عموماً أن داء البريميات يعود إلى الظهور على مستوى العالم. من المرجح أن تمثل اعداد الحالات المؤكد والوفيات التي قدمتها المراكز المرجعية الوطنية تقديراً أقل من الواقع بشكل ملحوظ، ويرجع ذلك إلى أن الاغلبية العظمى من البلدان ليس لديها نظام أخطار أو أن الاخطار ليس إلزامياً (Hartskeerl et al, 2011).

1-3 انتقال داء البريميات

تعيش بكتيريا *Leptospira* المسببة للمرض في كليتي المضيف. بالإضافة إلى ذلك تعمل المسالك التناسلية للحيوانات الاليفة كمواقع لثبات، توجد هناك مجموعة واسعة من الثدييات هي بمثابة ناقلات للمرض. تفرز *Leptospira* مع البول في البيئة، حيث يمكنها البقاء على قيد الحياة لعدة أشهر، وذلك اعتماداً على الظروف البيئية المواتية. تحدث إصابة المضيف عن طريق الاتصال المباشر ببول الناقل أو بشكل غير مباشر من خلال بيئة ملوثة بالبول المضيف (Hartskeerl et al, 2011; Abdul Rahman et al, 2020; Dechet et al, 2005) يمكن أيضاً إفراز *Leptospira* في مخلفات الاجهاض في أنواع الحيوانات الاليفة. تدخل اللبتوسبيرا المسببة للمرض عن طريق سحجات الجلد skin abrasion والجروح ومن خلال الاغشية المخاطية للعينين والانف (استنشاق الهباء الجوي الملوث) والفم (استهلاك المشروبات الملوثة) والمسالك البولية (الحيوانات الاليفة) (Hartskeerl et al, 2011) بالإضافة إلى أنه يمكن اكتساب داء البريميات من خلال ممارسة بعض المهن مثل التعدين وصيانة المجاري وتربية الماشية والزراعة وبعض الانشطة الترفيهية المتصلة بالمياه (Abdul Mutalip et al, 2019).

1-4 أعراض داء البريميات

يرجع نقص الوعي بداء البريميات بشكل رئيسي إلى مجموعة كبيرة من الاعراض التي تظهر في الاشخاص المصابين يختلف المرض من خفيف إلى شديد، وقد يكون مميتاً اعتماداً على عدد

من العوامل المعروفة وغير المعروفة، من بينها المصل السببي والحالة المناعية للمضيف قد تكون مهمة، وتشمل المظاهر السريرية:

الحمى، الألم العضلي، الصداع الشديد، القشعريرة، الاسهال، الغثيان، والقيء، قلة البول /انقطاع البول، اليرقان، اختناق الملتحمة، التهاب السحايا العقيم، النزيف، آلام المفاصل، الطفح الجلدي، السعال، عدم انتظام ضربات القلب، الهذيان.

يظهر المرض الحاد المبكر مع اعراض غير محدد من الحمى وآلام العضلي والصداع، تقتصر هذي الاعراض إلى أي سمات تشخيصية توحى بداء البريميات. بسبب مظاهر الروتينية يحاكي داء البريميات العديد من الامراض المعدية الاخرى وهي الانفلونزا والتهاب الكبد وحمى الضنك، أو غيرها من الحمى النزفية الفيروسية والحمى الصفراء والمalaria وحمى التيفوئيد أو غيرها من الامراض المعوية. غالبا ما يتم تشخيصه بشكل خاطئ على أنه أي من هذه الأمراض الأخرى والتي تواجه عموما المزيد من الوعي. هذا يساهم في دور نقص التشخيص، ونقص الإبلاغ، وقلة الوعي والاهمال (Hartskeerl et al, 2011; Abdul Mutalip et al, 2019)

1-5 الوقاية من داء البريميات

بسبب علم الاوبئة المعقدة، لا توجد قواعد عامة في الوقاية من داء البريميات ومكافحته لدى البشر. عادة لا يكمن القضاء على Leptospire لأن القوارض والحشرات تشكل خزانات طبيعية رئيسية ولكن الاتصال المباشر أو غير المباشر مع بول الحيوانات التي تفرز Leptospira هو أساس العدوى وبالتالي فإن الوقاية والسيطرة يركزان بشكل أساسي على الحد من مصدر العدوى ومنع تغلغل البريميات في المضيف. لذلك يمكن تحقيق الوقاية من انتقال العدوى عن طريق ارتداء ملابس واقية (القفازات، نظارات السلامة والاحذية). يمكن أيضا تحقيق التدخل من خلال تحسين مخازن المياه والاعذية، وأيضا سيكون الوعي بالمرض ومخاطر العدوى لدى الاطباء والسكان (الفئات المعرضة للخطر) وصانعي القرار في مجال الصحة العامة نهجا فعالا للحد من مخاطر العدوى. لا يمكن تحقيق السيطرة على القوارض إلا من خلال الادارة المستمرة والمكثفة للسكان (مثلا في استخدام مبيدات القوارض ومعرفة مظهرها). تغيير البيئة من أجل الحد من

المنافذ البيئية الجذابة (تنظيف القمامة وتحسين الصرف الصحي). يمكن تقليل مخاطر العدوى من الحيوانات الأليفة فيما بينها من خلال تدابير مكافحة القطيع وتشمل هذه علاج الناقل أو التطعيم. ومع ذلك تجدر الإشارة إلى أن كل من تدابير العلاجية والوقائية لا تمنع انتقال *Leptospira* ولكنها ستقلل إلى حد كبير من افرازها (Hartskeerl et al, 2011).

2- عدوى الضمة الضعيفة *Vibrio Vulnificus*

2-1- تعريف الضمة الضعيفة

الضمة الضعيفة الاسم العلمي *Vibrio Vulnificus* هي نوع من البكتيريا سالبة الجرام المتحركة المنحنية التي تشكل جزءا من جنس الضمة وعائلة الضمة. *V. Vulnificus* شائع في المياه البحر الدافئة ويزدهر في درجات حرارة المياه التي تزيد عن 20 درجة مئوية. لا يرتبط الكائن الحي بالتلوث أو النفايات البرازية. لا يتأثر طعم ومظهر ورائحة المأكولات البحرية بتلوث *V. Vulnificus*. وطرق الطهي المناسبة تقتل الكائن بسهولة. على الرغم من وجوده في جميع المياه الساحلية للولايات المتحدة، إلا أن معظم عدوى *V. Vulnificus* ترجع إلى استهلاك المحار الخام الذي يتم حصاده في المكسيك خلال فصل الصيف، نظرا إلى أن هذا المحار يتم شحنه إلى جميع أنحاء الولايات المتحدة. ما يقرب 25% من عدوى *V. Vulnificus* ناتجة عن التعرض المباشر لجرح مفتوح لمياه الدافئة التي تحتوي على الكائن الحي، ويحدث التعرض عادة عندما يشارك المريض في أنشطة مائية مثل ركوب القوارب وصيد الأسماك أو السباحة وترجع العدوى أحيانا إلى ملامسة المأكولات البحرية النيئة أو الحياة البرية البحرية (Bross et al, 2007).

2-2- التوزيع الجغرافي لضمة الضعيفة

V. Vulnificus، وهو نوع مرتبط بالمحار ويحدث في المناطق الساحلية على مستوى العالم بما في ذلك جنوب شرق الولايات المتحدة، له نطاقات درجة حرارة (16-33 درجة مئوية) والملوحة (5-20 جزء في الألف) للنمو الأمثل. وكثيرا ما توجد في مصبات الأنهار، والتي تكون عرضة لمجموعة متنوعة من التغيرات الناجمة عن المناخ والضغط البشرية. من المتوقع أن تؤدي زيادة درجة الحرارة وارتفاع مستوى سطح البحر إلى تغيير النطاق الجغرافي لمعظم موائل مصبات

الأنهار (زيادة و / أو نقصان و / أو تحول) وتغيير النطاق البيئي للعديد من الكائنات الحية، بما في ذلك البكتيريا المسببة للأمراض. من المحتمل أن يزداد النطاق الجغرافي لـ *V.Vulnificus* مع ارتفاع درجة حرارة الماء وتمتد المياه المالحة إلى مناطق المياه العذبة. يمكن أيضا تمديد موسم النمو. مما قد يكون له آثار سلبية على الصحة العامة والاقتصادية بسبب الزيادة المحتملة في خطر الإصابة بالأمراض من استهلاك المحار والتهابات الجروح. وفي حالة *V.Vulnificus* أهم عاملين بيئيين يتحكمان في ديناميكيات الضمة في مصبات الأنهار هما درجة الحرارة وملوحة المياه (Deeb et al, 2018).

2-3- انتقال الضمة الضعيفة

تسبب بكتيريا *V.Vulnificus* أخطر أشكال الضمة، تحصل عليه من تناول المحار النيء، ويمكن أيضا الحصول عليه من مياه البحر التي تدخل جرحا أو كسرا في الجلد، إن فترة الحضانة قصيرة لا يستغرق الأمر سوى بضع ساعات حتى ينتشر المرض من الأمعاء إلى الدم والأعضاء الأخرى، يصاب معظم الناس بين شهر ماي وأكتوبر عندما تكون درجات حرارة الماء أكثر دفئا (أشهر الصيف) (Bross et al, 2007).

2-4- أعراض الضمة الضعيفة

تظهر اعراض عدوى الضمة الضعيفة فجأة، وعادة ما تكون بعد أقل من 24 ساعة من ملامسة البكتيريا وتشمل ما يلي:

الحمى، القشعريرة، احمرار الجلد أو الطفح الجلدي الذي سرعان ما يصبح منتفخا ومؤلما، نثر مملوء بالسوائل على الجلد وتكون كبيرة، متغيرة اللون، ومؤلمة، الغثيان والقيء، الإسهال، الدوخة أو الإغماء أو الضعف (علامات انخفاض ضغط الدم)، الإرتباك أو الحالة العقلية المتغيرة وتسارع ضربات القلب (Bross et al, 2007).

2-5- الوقاية من الضمة الضعيفة

يمكن تقليل خطر الإصابة بعدوى الضمة الضعيفة بإتباع ممارسات آمنة للعناية بالطعام والجروح بما في ذلك:

- عدم أكل المحار النيء أو غير مطبوخ جيدا، خاصة إذا كانت هناك حالة مناعية أو مرض مزمن في الكبد.
- تجنب ملامسة المأكولات البحرية النيئة واستخدام ألواح تقطيع وسكاكين منفصلة للمأكولات البحرية وغير البحرية.
- الإحتفاظ بالمحار المطبوخ وغير المطبوخ منفصلا لتجنب التلوث.
- غسل اليدين جيدا بعد لمس المحار أو التعامل معه، أو ارتداء القفازات.
- تجنب ملامسة مياه البحر أو المياه قليلة الملوحة إذا كان لديك جرح أو كسر في الجلد، يجب تغطية الجرح بغطاء مقاوم للماء.
- تنظيف الجروح جيدا إذا تعرضت للمياه البحر.
- طلب الرعاية الطبية على الفور لأي جرح يبدو ملتهبا (Bross et al, 2007).

3-الكوليرا Cholerae

3-1 - تعريف الكوليرا

وباء الكوليرا هو مرض إسهال معوي وغير جراحي تسببه المجموعتان المصليتان O1 و O139 من بكتيريا الكوليرا الخامسة سالبة الجرام على شكل قضيب. يمكن تقسيم المجموعة المصلية O1 إلى أشكال مستضدة مختلفة أو أنماط مصلية، مثل Ogawa و Inaba، وأنماط حيوية (أنماط وراثية)، مثل الكلاسيكية و El Tor. ولكن أعراض الإسهال المخفف التقليدية للكوليرا تسببها السموم المعوية للكوليرا، التي تتكون من وحدة فرعية B غير سامة ووحدة فرعية A نشطة إنزيميا، والتي تقع في منتصف الوحدة الفرعية B، ترتبط السموم المعوية للكوليرا بالخلايا المخاطية المعوية وتسبب الإسهال والجفاف عن طريق تنشيط إنزيم سيكلاز أدينيلات. هذا يؤدي إلى زيادة إنتاج أحادي فوسفات الأدينوزين الدوري داخل الخلايا، مما يؤدي إلى ضخ الخلايا المخاطية كميات كبيرة من الماء والكهارل (Jane et al, 2007).

3-2- التوزيع الجغرافي للكوليرا

الكوليرا متوطنة في أجزاء كثيرة من أفريقيا وآسيا، وأصبحت مؤخرا متوطنة في أمريكا الجنوبية والوسطى. تصبح الفاشيات متوطنة عندما تكون نسبة كبيرة من السكان محصنة أو شبه محصنة ضد العدوى تحدث الأوبئة أو الفاشيات المتفجرة بشكل عام في المناطق المتخلفة التي تعاني من عدم كفاية الصرف الصحي وسوء النظافة ومحدودية الوصول إلى إمدادات المياه الصالحة للشرب، بينما في بعض البلدان، لوحظت علاقة موسمية لأوبئة الكوليرا (Jane et al, 2007)، إن الكوليرا، عدوى معوية حادة نادرة في البلدان الصناعية. ومع ذلك، لا يزال المرض منتشرًا في أجزاء أخرى من العالم، بما في ذلك شبه القارة الهندية وأفريقيا جنوب الصحراء الكبرى. إنها مشكلة صحية مهمة في العديد من البلدان النامية بما في ذلك الهند وباكستان وبنغلاديش ودول أمريكا اللاتينية والوسطى (مثل هايتي) والبلدان الأفريقية (زيمبابوي وجنوب إفريقيا وموزمبيق وبوتسوانا وزامبيا). تحدث العدوى الوبائية أحيانًا في جنوب شرق إيران على حدود باكستان وأفغانستان (Sherifi-Mood et Metanat, 2014).

3-3 - انتقال الكوليرا

تنتقل الكوليرا عن طريق البراز والفم، وغالبا ما تحدث الأوبئة بعد الحرب أو الكوارث الطبيعية عندما تصبح إمدادات المياه أو الغذاء ملوثة بالكوليرا، وتتفاقم بسبب الظروف المعيشية المزدحمة مع الصرف الصحي المحدود. ووباء الكوليرا متفجر بشكل مميز عندما يدخل إلى السكان الذين يفتقرون إلى المناعة السابقة. قدمت الأدلة الحديثة بعض التفسير لذلك، وتشير إلى أن مرور ضمة الكوليرا عبر الجهاز الهضمي البشري يؤدي إلى حالة فرط العدوى قصيرة الأجل. من المحتمل أن يتسبب انتقال العدوى عن طريق براز شخص مصاب في حدوث مرض، إن حدوث انتقال العدوى في غضون ساعات قليلة من التعرض (Jane et al, 2007).

3-4 - أعراض الكوليرا

قد تكون عدوى الكوليرا بدون أعراض أو خفيفة أو معتدلة أو شديدة. عادة ما يكون الإسهال في مرضى الكوليرا غير مؤلم وقد يحتوي على مادة صفراء أو برازية في المراحل المبكرة من

العدوى. يمكن لمريض الكوليرا البالغ إنتاج ما يصل إلى 1 000 مل لكل ساعة من البراز المائي الرخو، مما يؤدي إلى نقص حجم الدم والصدمة والموت، ويسمى "الكوليرا الوامعة" Cholera Gravis. يتراوح معدل إفراز البراز لدى الأطفال المصابين بالكوليرا الشديدة بشكل عام بين 10 و20 مل/كجم/ساعة، يحتوي هذا البراز على البوتاسيوم والصوديوم والبيكربونات. تظهر علامات الجفاف (على سبيل المثال، العيون الغائرة، والدموع، وجفاف الفم، والعطش، والنبض السريع، والخمول، والجلد البارد، وفقدان مرونة الجلد، أو انهيار اليدين والقدمين) بسبب الإسهال المائي الغزير. التنفس العميق والسريع بسبب فرط التنفس والحمض (فقدان البيكربونات في البراز) هي بعض السمات البارزة للكوليرا الشديدة. ما يقرب من 5 إلى 10% من المرضى يصابون بالجفاف الشديد من زيادة وتيرة البراز المائي الغزير والقيء المفرط، والذي يمكن أن يستنفذ بسرعة كمية كبيرة من الماء من الجسم، مما يؤدي إلى الفشل الكلوي، والصدمة، والإنتان، وحتى الموت في غضون ساعات قليلة إذا تركت دون علاج. اختلال توازن الكهارل Electrolyte هو أحد المضاعفات الشائعة للكوليرا، والتي تشمل نقص صوديوم الدم أو فرط صوديوم الدم، ونقص كالسيوم الدم، ونقص بوتاسيوم الدم. الفشل الكلوي بسبب انخفاض الناتج البولي والالتهاب الرئوي الشفطي شائع أيضا عند الأطفال. تراكم السوائل في تجويف الأمعاء (الكوليرا سيكا) غير شائع للغاية. قد يصاب الأطفال دون سن 5 سنوات بالاعتلال المعوي المزمن وسوء التغذية. قد يسبب الإمالة غير الكافية تشوهات التمثيل الغذائي بين المرضى الذين يعانون من الجفاف الشديد. قد يؤدي انخفاض تناول الطعام أثناء المرض الحاد إلى نقص السكر في الدم، وهو أحد المضاعفات المميتة الأكثر شيوعا عند الأطفال (Chowdhury et al, 2022).

3-5 - الوقاية من الكوليرا

للوقاية من الكوليرا، من المهم جدا إيلاء المزيد من الاهتمام لاستراتيجيات دمج جميع الخدمات في نظام الصحة العامة. يوصى بالتثقيف الصحي للفئات المعرضة للخطر. من المهم جدا اعتبار الأطفال والنساء الحوامل والمرضى الذين يعانون من ضعف المناعة مجموعات عالية الخطورة. وتوصي منظمة الصحة العالمية بتوفير المياه الآمنة والنظافة الصحية الكافية كخطوات رئيسية للوقاية من الكوليرا. وتشمل التوصيات الرسمية أيضا استخدام لقاحات الكوليرا

القموية لمكافحة فاشيات الكوليرا. وهناك لقاحان متاحان للكوليرا وتوصي بهما منظمة الصحة العالمية. ختاماً إن التثقيف في مجال الرقابة البيئية والمياه المأمونة والصرف الصحي الكافي والنظافة الصحية مهم وحاسم للوقاية من الكوليرا (Sherifi-Mood et Metanat, 2014).

4- حمى التيفوئيد Typhoid Fever

4-1 - تعريف حمى التيفوئيد

هي عدوى بكتيرية تصيب الجهاز الهضمي وتنتشر أحياناً عبر الدم لتصيب العديد من الأعضاء قد تؤدي إلى مضاعفات خطيرة إن لم تعالج فوراً، هذا الوباء تسببه نوع من العصويات المعوية التي تسمى " السالمونيلا التيفية " تعيش في أمعاء المصابين وتفرز في البراز، وتأتي هذه البكتيريا من خلال الأطعمة أو الأشربة الملوثة، وتعتبر السالمونيلا نوع من البكتيريا التي تنمو وتتكاثر في الماء أي أنها تستطيع العيش في الحليب ومشتقاته وفي المسابح لهذا السبب ينتشر مرض الحمى التيفية أكثر في فصل الصيف (حلواجي ودبات، 2017).

4-2 - التوزيع الجغرافي لحمى التيفوئيد

يعد هذه الحمى من الأمراض المعدية ذات أهمية كبيرة في جميع دول العالم خاصة النامية منها وهي مسؤولة عن ارتفاع معدل الوفيات في العالم وقد قدرت منظمة الصحة العالمية أن ما بين 15 إلى 30 مليون شخص يتعرضون لهذا المرض ويموت منهم حوالي 500 إلى 600 ألف شخص بسبب حمى التيفوئيد. في البلدان النامية تقدر نسبة الإصابة بحوالي 540 حالة لكل 100000 شخص مقابل 0.2 حالة بين كل 100000 شخص في البلدان المتقدمة حيث تحدث ذروة الإصابة عند فئة الأطفال المراهقين. منذ 1990 أصبح مرض الحمى التيفية يتزايد بسرعة خاصة في شبه القارة الهندية وجنوب شرق آسيا فعلى سبيل المثال شهدت المنطقة كيكوية بالهند انتشاراً رهيباً لوباء الحمى التيفية بين عامي 2011 و2012، حيث وصل عدد الإصابات إلى 2065 حالة في ظرف قياسي قدره 13 أسبوع منها 31 حالة وفاة، ففي البلدان المتقدمة معظم حالات الحمى التيفوئيد تأتي من خلال السفر إلى المناطق الموبوءة خاصة في دول قارة إفريقيا وشبه القارة الهندية (حلواجي ودبات، 2017).

4-3 - انتقال حمى التيفوئيد

عادة ما يتم التعاقد مع التيفوئيد عن طريق تناول الطعام أو الماء الملوث بحاملات البراز أو المسالك البولية التي تفرز *S. Enterica Serotype Typhi* إنه مرض متقطع في البلدان المتقدمة يحدث بشكل رئيسي في المسافرين العائدين، مع أوبئة مصدرها العرضي في المناطق الموبوءة، تشمل عوامل الخطر المحددة للمرض تناول الطعام المعد خارج المنزل، مثل الآيس كريم أو المشروبات المثلجة المنكهة من الباعة المتجولين، شرب المياه الملوثة، وجود اتصال وثيق أو قريب مع حمى التيفوئيد الأخيرة، السكن السيئ مع عدم كفاية المرافق للنظافة الشخصية، والاستخدام الحديث للأدوية مضادة للميكروبات (Christopher et al, 2002).

4-4 - أعراض حمى التيفوئيد

تختلف المظاهر السريرية وشدة حمى التيفوئيد باختلاف عدد المرضى الذين تمت دراستهم. معظم المرضى الذين يحضرون إلى المستشفيات مصابين بحمى التيفوئيد هم من الأطفال أو الشباب الذين تتراوح أعمارهم بين 5 و 25 عاما ومع ذلك، تشير الدراسات المجتمعية في مناطق الأمراض المتوطنة إلى أن العديد من المرضى المصابين بالتيفوئيد، وخاصة الأطفال دون سن الخامسة، قد يعانون من مرض غير محدد لا يعرف سريرياً بأنه التيفوئيد. ما بين 60 و 90% من المصابين بالتيفوئيد لا يتلقون رعاية طبية أو يعاملون كمرضى خارجيين.

بعد أن يبتلع الشخص *S. Enterica Serotype Typhi* تتبع فترة بدون أعراض تستمر عادة من 7 إلى 14 يوماً. يتميز ظهور تجرثم الدم بالحمى والشعور بالضيق. عادة ما يحضر المرضى إلى المستشفى في نهاية الأسبوع الأول بعد ظهور الأعراض مع الحمى، والأعراض الشبيهة بالإنفلونزا مع قشعريرة، وصداع أمامي باهت، والشعور بالضيق، وفقدان الشهية، والغثيان، وعدم الراحة في البطن بشكل سيئ، والسعال الجاف، وألم عضلي، ولكن مع القليل من العلامات الجسدية. من الشائع وجود لسان مغلف وبطن رقيق وتضخم الكبد وتضخم الطحال. يعتبر بطء القلب النسبي شائعاً في التيفوئيد، على الرغم من أن هذا لم يكن سمة ثابتة في العديد من المناطق الجغرافية. غالباً ما يعاني البالغون من الإمساك، ولكن في الأطفال الصغار والبالغين المصابين

بفيروس نقص المناعة البشرية، يكون الإسهال أكثر شيوعاً. من غير المعتاد ألا يعاني المريض المصاب بالتيفوئيد في المستشفى من أعراض في البطن وحركات أمعاء طبيعية. في البداية تكون الحمى منخفضة الدرجة، لكنها ترتفع تدريجياً، وبحلول الأسبوع الثاني غالباً ما تكون مرتفعة ومستمرة (39 درجة إلى 40 درجة مئوية) (Christopher et al, 2002).

4-5- الوقاية من حمى التيفوئيد

في البلدان النامية يتطلب خفض عدد الحالات بين عامة السكان بتوفير مياه الشرب المأمونة، والتخلص الفعال من مياه الصرف الصحي، وإعداد الأغذية الصحية. وقد استخدم التمنيع الجماعي بنجاح في بعض المناطق. وفي البلدان المتقدمة النمو، أصبح تحديد الناقلين المزمين الآن أقل أهمية مما كان عليه في السابق. ومعظم الحالات ناتجة عن السفر إلى مناطق يستوطنها المرض. يحتاج المسافرون في هذه المناطق إلى عناية خاصة بالطعام والماء. يجب غلي مياه الشرب أو تعبئتها في زجاجات، ويجب طهي الطعام جيداً، ويجب النظر إلى الآيس كريم بريبة. والخضروات الطازجة أو الفواكه التي تم غسلها في المياه المحلية هي مصادر محتملة لنقل العدوى (Christopher et al, 2002).

بما أن الإصابة تحدث عن طريق الطعام والمياه الملوثة بالبول أو براز المريض فإن الاهتمام بنظافة الأطعمة عند تحضير كغسل الفواكه والخضار جيداً وطهوها جيداً والاهتمام بمعالجة المياه وتعقيمها من أهم طرق الوقاية من عدوى التيفوئيد فالمياه الملوثة تعتبر مسؤولة بشكل كبير عن الإصابة بالتيفوئيد وفي المناطق التي تنتشر بها البكتيريا التيفية لابد الابتعاد كلياً عن المياه المعالجة وشرب المياه المعدنية أو المياه التي تحتوي الكربونات.

- كما ينصح أيضاً بتجنب الأطعمة المخزنة لدرجة حرارة الغرفة واختيار الأطعمة الساخنة وتجنب شراء الأطعمة من الباعة المتجولين.
- غسل الأيدي تكرار بالماء الساخن ورغوي الصابون لمدة ثلاثين ثانية.
- تنظيف أدوات المنزل كالمراحيض ومقابض الأبواب والساعات التليفون وحفريات المياه مرة واحدة على الأقل في اليوم.

- تجنب التعامل مع الطعام من خلال إعدادة للآخرين حتى يسمح له الطبيب بذلك وإنه لم يعد حاملا للبكتيريا.
- بقاء الأدوات الشخصية بعيدة عن أدوات الأصحاء مثل المنشفة، أدوات تناول الطعام، صابون أما الأدوات الملوثة بشكل كبير يتم تركها في محلول مطهر أولا ثم غسلها بالماء والصابون (حلوحي ودبات، 2017).

5- الزحار العصوي Bacillary Dysentery

5-1- تعريف الزحار العصوي

استخدم بقرط مصطلح الزحار للإشارة الى حالة تتميز بالمرور المتكرر للبراز الذي يحتوي على الدم والمخاط، في نهاية القرن 19 حدثت أوبئة الزحار العصوي بشكل دوري في اليابان. عندما فحص كيوشي شيغا براز الزحار للمرضى وعزل بكتيريا تراصها المصل من مرضى النقاهاة. في وقت لاحق، لتكريم Shiga تم تعميم هذه البكتيريا باسم *Shigella Dysenteriae* Type 01 وهو أول كائن من جنس *Shigella* وبعد هذا الاكتشاف شهدت العقود القليلة التالية اكتشاف مجموعات اضافية من الكائنات الحية ذات الصلة ووضعها في هذا الجنس وتسميتها تكريما للعمال الرئيسيين: فليكسنر، سون، وبويد (Taneja et Mewara, 2016)، وهو عدوى بكتيريا حاده تحدث في الامعاء تسببها الشيغيلة (Lee et al, 2017)، جنس *Shigella* ينتمي إلى عائلة *Enterobacteriaceae*، ويتألف *Shigella* من أربعة أنواع وهي *S.Dysenteriae* ، *S.Flexneri* ، *S.Sonnei* ، *S.Boydii* ، والتي يتم تصنيفها أيضا إلى أنماط مصلية بناء على الاختلافات الكيميائية الحيوية والاختلافات في مستضد O وهكذا، فإنه *S.Dysenteriae* المجموعة A (لديها 17 نمطا مصليا)، *S.Flexneri* المجموعة B (لديها 14 نمطا مصليا كلاسريكا ونمطا مصليا فرعيا)، *S.Sonnei* المجموعة C (لها نمط مصللي واحد) *S. Boydii* المجموعة D (لديها 20 نمطا مصليا) (Taneja et Mewara, 2016). *S.Flexneri* النمط المهيمن في البلدان النامية، *S.Sonnei* النمط المهيمن في البلدان المتقدمة، في الفيتنام اجريت دراسة في مستشفيات في هناوي وجدت فيها أن الشيغيلة كانت السبب الرئيسي للإسهال لدى الاطفال الذين تقل اعمارهم عن 12 سنة في فئة الأمراض البكتيرية المعوية مثل العطفية و

الاشريكية القولونية و السالمونيلا (Lee et al, 2017) كان معدل الإصابة بمرض الزحار العصوي هو الأعلى من بين الامراض المعدية المعوية، واصبح محور الأمراض المعدية ومكافحتها على مر السنين، أصبحت تأثيرات الظروف الجوية مثل درجة الحرارة وهطول الأمطار والرطوبة النسبية على حدوث الزحار العصوي أكثر إثارة للقلق مؤخرًا (Ma et al, 2013).

5-2- التوزيع الجغرافي لزحار العصوي

عادة ما تكون S.Flexneri و S.Sonnei مسؤولان بشكل رئيسي عن الأمراض المتوطنة في الدول النامية والمتقدمة، على التوالي، في حين أن S.Boydii يقتصر على الهند والبلدان المجاورة. تم العثور على S.Flexneri ليكون أكثر الأنواع المعزولة شيوعًا (68%) في دراسة متعددة المراكز من ست دول آسيوية بما في ذلك الصين وفيتنام وتايلاند وبنغلاديش وباكستان وإندونيسيا، باستثناء تايلاند حيث كانت S.Sonnei هي الأكثر شيوعًا (84%)، في حين أن S.Dysenteriae، التي غالبا ما تظهر في جنوب آسيا وأفريقيا جنوب الصحراء الكبرى، شملت 4% فقط من العزلات في الهند. بشكل عام، أظهر المؤلفون (60%) S.Flexneri على أنها الأكثر انتشارًا، تليها S.Sonnei (23.8%)، S.Dysenteriae (9.8%) و S.Boydii (5.7%) (Taneja et Mawara, 2016).

5-3- انتقال الزحار العصوي

تنتقل العدوى عن طريق البراز، عن طريق الفم، وعن طريق الطعام أو الماء الملوث، أو البؤر الملوثة، أو الاتصال المباشر مع شخص مصاب (Ma et al, 2013)، ويمكن أن تسبب عدوى منخفضة تصل إلى 10-100 بكتيريا، هذه الجرعة المعدية المنخفضة تمكن الشيعيلا من التسبب في تفشي كبير. ويرجع ارتفاع معدل الإصابة بالشيعيلا في العالم النامي عموما إلى نقص المياه النظيفة وسوء النظافة وسوء التغذية والاتصال الشخصي الوثيق. ارتبطت الفاشيات بانتقال العدوى من شخص لآخر في البيئات المزدحمة أو غير الصحية مثل السجون والمصحات. وقد ثبت أن العوامل البيئية مثل هطول الأمطار ودرجة الحرارة تؤثر على انتقال العدوى. يمكن أن تكون الأطعمة والمشروبات الجاهزة للأكل التي يعدها الباعة المتجولون مصدرا لداء الشيعيلا. في

دراسة من أوديشا في الهند، أظهرت عينات panipuri (طعام الشارع) التي تم فحصها بحثاً عن البكتيريا المسببة للأمراض وجد أن حوالي 80% إيجابية للقولونيات، ومن بينها (dysenteriae). غالباً ما يحمل متداولو الأغذية في مؤسسات الخدمات الغذائية الكبيرة الكائنات الحية الدقيقة المسببة للأمراض وقد يكونون مصدراً للعدوى لعدد كبير من الناس. تم العثور على العديد من الأجسام المائية لإظهار وجود الشيغيلا، وبالتالي قد يكون مصدر آخر محتمل للعدوى هو الأغذية المائية التي قد تلعب دوراً في انتقال الشيغيلا إذا تم حصاد هذا الطعام من المياه الملوثة بمياه الصرف الصحي (Taneja et Mewara, 2016).

5-4- أعراض حمى التيفوئيد

تتراوح الأعراض السريري من براز مائي رخو إلى أعراض حادة مثل الحمى وآلام البطن والإسهال الدموي. تختلف شدة المرض حسب الأنواع المعدية، عادة ما تسبب عدوى S.Dysenteriae الزحار، والتي قد تحدث أيضاً في الالتهابات التي تسببها S.Flexneri ، في حين أن S.Boydii و S.Sonnei بشكل عام غالباً ما يكون الإسهال المائي محدوداً. لوحظت المضاعفات الحادة مثل تضخم القولون السمي والتهاب الصفاق وتسمم الدم في الغالب عند الأطفال الذين يعانون من سوء التغذية الوخيم، على الرغم من أنها قد تحدث في غياب العلاج المبكر بالمضادات الحيوية. قد يؤدي الزحار أيضاً إلى مضاعفات خطيرة مثل الإسهال المستمر وفقدان الشهية الشديد وفقدان الوزن وسوء التغذية وتوسع الأمعاء الغليظة والنوبات وتلف الكلى ومتلازمة انحلال الدم اليوريمي. كما تم ملاحظة الالتهاب الرئوي المرتبط ب S.Sonnei في الأطفال الذين يعانون من سوء التغذية، وفي المرضى المصابين بفيروس نقص المناعة البشرية، وفي المرضى الذين يعانون من أمراض مزمنة (Taneja et Mewara, 2016).

5-5- الوقاية من الزحار العصوي

أن عوامل الأرصاد الجوية غير قابلة للتعديل لسيطرة على انتشار داء الشيغيلات، لذا يمكننا تعديل نمط حياتنا الغذائي، مثل تقليل تناول الخضروات النيئة أو تنظيف الخضروات والفواكه بشكل أكثر شمولاً. قد يكون للتنبؤ بالطقس المحلي آثار سياسية على الوقاية من داء الشيغيلات

ومكافحته. سيساعد تعزيز تعليم الصحة العامة على القضاء على داء الشيغيلا أو الحد من زيادة انتشاره (Huang et al, 2008) ، لإجراء الأكثر فعالية للحد من انتقال داء الشيغيلا هو غسل اليدين بشكل صحيح، خاصة بعد التغوط. ويجب أن يركز التثقيف الصحي على النظافة الشخصية الجيدة، والتخلص الكافي من البراز وحسن الوعي بالتدابير العامة مثل غسل الفواكه والخضروات وتقسيرها وطاھيها، والتعامل السليم مع الطعام وتبريده، وتشجيع الرضاعة الطبيعية المطولة عند الرضع، والإبلاغ المناسب عن الحالات إلى السلطات الصحية. وعلى الرغم من أن تدابير الصحة العامة الرامية إلى الحد من التعرض وانتقال العدوى فعالة للغاية، فإن إنشاء مثل هذه الهياكل الأساسية في البلدان النامية يتطلب موارد كثيفة، وبالتالي لا يزال يمثل تحدياً. وهناك أيضاً حاجة ماسة للقاح فعال وآمن ورخيص ضد داء الشيغيلا. إن العبء المرتفع لمرض داء الشيغيلا في البلدان النامية، والأطفال الذين تتراوح أعمارهم أقل من 5 سنوات باعتبارهم الضحايا الرئيسيين، وصعوبة تحقيق الصرف الصحي الكافي والنظافة الشخصية في هذه المناطق، وندرة البدائل العلاجية لداء الشيغيلا المقاوم للأدوية الناشئة، تشير إلى التطعيم كأمل في وضع استراتيجية فعالة ومستدامة لمكافحة داء الشيغيلا. وتستهدف منظمة الصحة العالمية داء الشيغيلا باعتبارها أحد أنواع العدوى المعوية التي تشتد الحاجة إلى لقاحات جديدة لها، والأشخاص المستهدفون هم المسافرين من البلدان المتقدمة وأفراد الخدمة العسكرية، فضلاً عن الأطفال الذين يعيشون في المناطق الموبوءة (Taneja et Mewara, 2016).

الفصل الثالث: تأثير الاحترار العالمي على الأمراض البكتيرية المنقولة عن طريق المياه (دراسة مراجعة)

الفصل الثالث

تأثير الاحترار العالمي على الأمراض البكتيرية المنقولة عن طريق المياه

يؤثر المناخ بشكل رئيسي على مجموعة الأمراض المعدية، بينما يؤثر الطقس على توقيت وشدة تفشي المرض. تشمل سيناريوهات تغير المناخ تغييرا في توزيع الأمراض المعدية مع الاحترار والتغيرات في الفاشيات المرتبطة بالظواهر الجوية المتطرفة. عالميا يؤثر الاحترار على تسخين المياه، مما يزيد من انتقال مسببات الأمراض التي تنقلها المياه، الزيادة في متوسط درجة الحرارة لها عواقب تحدث بشكل حاد كما هو الحال أثناء الكوارث الطبيعية والظواهر المتطرفة مثل الفيضانات والأعاصير والجفاف وموجات الحرارة أو يمكن أن تحدث بمرور الوقت من خلال انخفاض توافر المياه، وتجفيف التربة، والتغيرات وتقلص الأراضي الصالحة للزراعة، وزيادة التلوث، وإنشاء موائل مواتية لانتقال مسببات الأمراض البشرية والحيوانية، إما مباشرة أو غير المباشرة. إن السكان الذين يعيشون في مناطق الدلتا، والدول الجزرية الصغيرة المنخفضة، والعديد من المناطق القاحلة حيث يمثل الجفاف وتوافر المياه مشكلة بالفعل، معرضون لخطر المعاناة من آثار الاحترار العالمي. تشمل الآثار الصحية المحتملة للظواهر الجوية المتطرفة كلا من الآثار المباشرة، مثل الوفيات المؤلمة، والآثار غير المباشرة، مثل الأمراض المرتبطة بالاضطراب البيئي أو الاجتماعي. العواقب على المدى القريب هي زيادة معدل الوفيات بسبب الإصابات، بينما بعد ذلك يمكن أن يكون هناك تأثير على جودة المياه، والتي يمكن أن تكون ملوثة بمسببات الأمراض أو المواد الكيميائية. وقد ثبت بالفعل أن الفيضانات تعزز تلوث المسطحات المائية بالمبيدات الحشرية ويعقبها تفشي الأمراض المعدية. تستخدم النماذج الإحصائية لتقدير العبء العالمي لبعض الأمراض المعدية نتيجة لتغير المناخ. وفقا للنماذج، بحلول عام 2030م، من المتوقع زيادة في أمراض الإسهال بنسبة تصل إلى 10%، مما يؤثر في المقام الأول على الأطفال الصغار (Rossati, 2017).

الأمراض المنقولة بالمياه والأمراض المرتبطة بالمياه حساسة للظروف البيئية، والتي من المحتمل أن يتأثر بعضها أو جميعها بتغير المناخ. على سبيل المثال، من المرجح أن يؤدي تغير

المناخ إلى تغيرات في تواتر أحداث هطول الأمطار الغزيرة والعواصف وفترات الجفاف، وذوبان الجليد القطبي، والاحترار والتوسع الحراري للمحيطات مما يؤدي إلى ارتفاع مستوى سطح البحر، وكذلك من المخاطر الناجمة عن المجاعة، ونقص المياه، وانخفاض نوعية المياه، وزيادة موائل البعوض، والتغيرات في موسمية الأمراض والمياه الترفيهية الملوثة. ومع ذلك، قد تكون الآثار الصحية للأمراض المنقولة بالمياه على المدى الطويل ثانوية بالنسبة للآثار الصحية الأخرى المرتبطة بقضايا المياه الأخرى مثل الفيضانات والمجاعة والاقتصاد وارتفاع مستوى سطح البحر والحرب (Nichols et al, 2018).

1- الاحتباس الحراري ودورة المياه

دورة المياه هي مصطلح يشير إلى كيفية تبخر الماء أولاً من الأرض، وارتفاعه في الغلاف الجوي لتشكيل السحب ثم يسقط مرة أخرى كمطر أو ثلج، كما توضح ناسا. وبعض الدراسات أن أزمة المناخ تسرع هذه العملية لأن درجات الحرارة الأكثر دفئاً تتسبب في تبخر المياه بشكل أسرع. ومن الممكن معرفة ما إذا كانت هذه العملية تتسارع وذلك عن طريق قياس ملوحة مياه المحيطات السطحية. لأن بعض مياه المحيطات تصبح أكثر ملوحة مع تبخر المياه العذبة، في حين أن المياه العذبة بالفعل تضعف أكثر بسبب هطول الأمطار الغزيرة. يؤثر تغير المناخ على دورة المياه في جميع أنحاء العالم مع تأثيرات محتملة على جودة المياه السطحية والجوفية. وسيؤدي ذلك إلى تغيرات في محتوى بخار الماء في الغلاف الجوي، وتغيرات في أنواع السحب وغطاءها، وتغيرات في تواتر العواصف الشديدة. بمرور الوقت من المحتمل أن يكون هناك زيادة في ذوبان الأنهار والقمم الجليدية وارتفاع درجة حرارة المحيطات (والتمدد الحراري المرتبط بها) مما سيؤدي إلى ارتفاع مستويات سطح البحر. يبقى من الممكن أن يساهم إطلاق الميثان الدائم في زيادة الاحترار. من المتوقع أن تؤدي هذه التغيرات في الظروف الجوية ومحتوى الرطوبة إلى زيادة الفيضانات والأعاصير والعواصف الاستوائية والجفاف وحرائق الغابات ونقص المياه المزمّن وانخفاض جودة المياه والفترات التي يزداد فيها البعوض الناقل والتغيرات في موسمية الأمراض والمياه الترفيهية الملوثة وارتفاع مستويات سطح البحر.

على الرغم من أن الفهم العلمي لكيفية تأثير المناخ على أنماط الطقس قد زاد بشكل كبير خلال السنوات القليلة الماضية، خاصة فيما يتعلق بالطقس القاسي. تنشأ التغيرات في المياه من التفاعلات مع الطقس، مما يؤثر على النظم الإيكولوجية، وتغيير تدفق المغذيات ومسببات الأمراض في مستجمعات المياه، والتأثير على جودة المياه. قد يؤثر تغير المناخ على الجودة الميكروبيولوجية لمياه النهر، مما قد يشكل مخاطر على المستحمين. وجد نهج النمذجة الذي يتضمن التقييم الكمي للمخاطر الميكروبية أنه على الرغم من أن تغير المناخ زاد من تدفقات عدد من مسببات الأمراض، إلا أن التغير العام في المخاطر كان محدوداً. ويرجع جزء من هذا إلى تأثير التخفيف من زيادة هطول الأمطار. نظراً لأنه من المحتمل أن تكون المخاطر خاصة بالموقع، فمن الصعب إجراء تعميمات أوسع. ويمكن نقل النهج المستخدم في هذه الدراسات إلى مواقع أخرى. باختصار، تنص الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ على أنه بشكل عام، من المتوقع أن يؤدي تغير المناخ إلى تقليل جودة المياه الخام (Nichols et al, 2018).

ومع تزايد المخاوف بشأن "التطرف" المناخي، غالباً ما يكون الماء هو محور التركيز إما أكثر من اللازم أو قليل جداً. وليس هذا بالمصادفة، فالمناخ والدورة الهيدرولوجية مرتبطان ارتباطاً وثيقاً، حيث أن المياه ضرورية للنظم الإيكولوجية والمجتمعات. ليس فقط كمية المياه مهمة وكذلك جودته. ويمثل ضعف نوعية المياه مشكلة عالمية متنامية، تحد من الموارد المخصصة للشرب، والاستخدام المنزلي، وإنتاج الأغذية والترفيه، فضلاً عن الإضرار بالنظم الإيكولوجية. تتراوح الأنواع والأسباب من العناصر الغذائية الزائدة التي تغذي تكاثر الطحالب الضارة و"المناطق الميتة" التي تعاني من نقص الأكسجين، إلى التلوث البكتيري والفيروسي والكيميائي، والتلوث بمنتجات العناية الشخصية والمستحضرات الصيدلانية. غالباً ما تؤدي حالات الضعف الشديد إلى تأثيرات غير متناسبة على صحة الإنسان والنظام الإيكولوجي (Michalak, 2016).

2- تأثير الاحترار على الأمراض البكتيرية المنقولة عن طريق المياه

أنواع الضمة هي بكتيريا بحرية توجد في مصبات الأنهار في جميع أنحاء العالم. العديد منها من مسببات الأمراض البشرية الخبيثة على مستويات عالية من مقاومة المضادات الحيوية. ارتفع متوسط معدل الإصابة السنوي لجميع حالات العدوى بالضمات بنسبة 41% بين عامي 1996 و 2005. *V.Vulnificus* وهو نوع مرتبط بالمحار ويحدث في جنوب شرق الولايات المتحدة، له نطاقات من درجات الحرارة (16-33 درجة مئوية) والملوحة (5-20 جزء في الألف) من أجل النمو الأمثل. ويثير ارتفاع درجات حرارة المياه الناجم عن الاحترار الجوي وزيادة تدرجات الملوحة الناجمة عن ارتفاع مستوى سطح البحر مخاوف بشأن تأثير تغير المناخ على النطاق الجغرافي لـ *V.Vulnificus* وإمكانية زيادة مخاطر التعرض. في دراسة أجريت في مصب خليج Winyah ساوث كارولينا (الولايات المتحدة الأمريكية) تم أخذ العينات الميدانية الشهرية والتحليل المختبري والنمذجة لتحديد الحدوث الحالي لـ *V.Vulnificus* وتقييم الآثار المحتملة لتغير المناخ على النطاق الجغرافي المستقبلي ومخاطر التعرض في المصب. تراوحت تركيزات *V.Vulnificus* من 0 إلى 58 وحدة تشكيل مستعمرة (CFU / مل)، وتراوحت الملوحة من 0 إلى 28 جزء في الألف، ودرجة الحرارة من 18 إلى 31 درجة مئوية. تم العثور على علاقة تجريبية كبيرة بين تركيز *V.Vulnificus* والملوحة ودرجة الحرارة التي تتناسب بشكل جيد مع النطاقات المثلى للنمو لهذه المعلومات البيئية. وتشير هذه النتائج إلى أن ارتفاع مستوى سطح البحر له تأثير أكبر على خطر التعرض من الزيادات في درجات الحرارة في مصب. زادت المخاطر بما يصل إلى أربعة أضعاف مقارنة بالظروف الحالية مع أكبر زيادة واسعة النطاق زمنية في معظم مواقع النهر حيث يوجد حالياً الحد الأدنى من المخاطر (Deeb et al, 2018) بالمقابل تم تسجيل حوالي 200 مجموعة مصلية من *V.Cholerae*، منها اثنتان فقط (O1) و (O139) ارتبطتا بالأوبئة الرئيسية. تشير الدلائل إلى أن السلالات السمية قد تنشأ من أسلاف بيئية غير سامة في المناطق الساحلية. إن إمكانية التبادل الجيني في البيئة تسمح باحتمال ظهور استتساخ سمي جديد. كان النقل الأفقي وإعادة التصنيف الجيني آلية رئيسية لظهور سلالات سامة جديدة من ضمة الكوليرا وكذلك التنوع النسيلي، تتمتع *V.Cholerae* وغيرها من البكتيريا سالبة الجرام بميزة انتقائية في

قدرتها على الدخول في مرحلة نائمة، تسمى قابلة للحياة ولكنها غير قابلة للزراعة (VBNC)، عندما تكون الظروف البيئية غير مواتية للنمو والنشط وانقسام الخلايا. في عام 1982م، أظهر Xu et al. هذه الظاهرة لأول مرة في الإشريكية القولونية و *V.Cholerae* باستخدام طرق العد المباشر القابل للتطبيق وتلوين الأجسام المضادة الفلورية. في ضمة الكوليرا وغيرها من الضمات، تحدث هذه الحالة، التي لا يمكن فيها استزراع الخلايا النشطة الأيضية على الوسائط الميكروبيولوجية، بسبب التغيرات في الظروف البيئية، بما في ذلك درجة الحرارة (الانخفاض) والملوحة (Lipp et al, 2002)، ووجدت هذه الخاصية عند العطيفة حيث أنه بالنسبة إلى للعطيفة هناك أدلة كثيرة على أن بقاء العطيفة في البيئات المائية يرتبط عكسيا بدرجة حرارة الماء وإن الارتداد إلى شكل "قابل للحياة ولكن غير قابل للزراعة" (VBNC) يمكن أن يمتد البقاء على قيد الحياة لعدة أشهر (Tam et al, 2005) أظهرت دراسات Microcosm أن هذه الخلايا يمكن أن تظل قابلة للحياة في البيئة لسنوات وتستمر في التسبب في المرض. قد تكون القدرة على التكيف مع الظروف غير المواتية عاملا رئيسيا في نجاح *V.Cholerae* كمرض انتهازى، ومن المرجح أن يتم تفسيره من خلال وجوده المشترك مع العوالق الحيوانية، والتي تخضع هي نفسها للتوقف المؤقت. تبين أن *V.Cholerae* تتحمل ظروف ارتفاع درجة الحموضة، وترتبط هذه الأنماط ارتباطا وثيقا ببيئة *V.Cholerae* في البيئة، حيث يتم ملاحظة أعداد كبيرة خلال أوقات درجات حرارة الماء الدافئ وتكاثر العوالق الحيوانية. في وقت لاحق، تم إثبات تحويل المجموعة المصلية في العوالم المصغرة المختبرية. ولوحظ التحول في سلالات *V.Cholerae* من غير O1 إلى O1، والعكس بالعكس، في جميع العوالم المصغرة لكل من مياه البحر الاصطناعية والمياه الطبيعية في درجات حرارة مختلفة، ومع ذلك، حدث التحويل المصلي في وقت مبكر (في غضون 5 أيام) عند ملوحة ~10 أجزاء في الألف ودرجات حرارة قريبة من 35 درجة مئوية. على الرغم من أن الملوحة المثلى للنمو تتراوح بين 5 و25 جزء في الألف، فإن *V.Cholerae* هي واحدة من عدد قليل من الضمات، التي يمكنها تحمل ملوحة 0 جزء في الألف، بشرط توفر Na مع وجود كمية كافية من المواد العضوية الذائبة، يمكن أن تنمو *V.Cholerae* جيدا عند الملوحة بالقرب من 45 جزء في الألف (Lipp et al, 2002).

أما بالنسبة الى السالمونيلا تشير إحدى الدراسات المختبرية إلى أن معدل تكاثر السالمونيلا يرتبط ارتباطا مباشرا بدرجة الحرارة في نطاق 7.5-37 درجة مئوية (Wu et al, 2020).

بناء على ملاحظات Kaneko و Colwell، هناك التصاقا كبيرا بالكيتين بواسطة V.Cholerae وتكاثر الخلايا في معلقات الكيتين. بالإضافة إلى توفير مصدر غذائي للضمات وتعزيز البقاء على قيد الحياة في ظل ظروف الجوع، يوفر الكيتين أيضا الحماية لبكتيريا V.Cholerae في درجات حرارة منخفضة وتحت الظروف الحمضية (مثل الأمعاء البشرية، والتي يمكن أن تكون مهمة إذا تم تناول مجذافيات الأرجل التي تحمل V.Cholerae في مياه الشرب)، وأسفرت نتائج دراسة أخرى أن الضمات الأخرى إلى جانب V.Parahaemolyticus و V.Cholerae فيما يتعلق بالكيتين، حيث أن جميع الضمات التي تم اختبارها هي مزيل للكيتين، بمجرد أن تلتصق خلايا V.Cholerae بالعوالق الحيوانية، فإنها محمية من البيئة الخارجية وتبدأ في التكاثر، مستفيدة من زيادة مساحة السطح وتحسين ظروف التغذية، وهذا الأخير مشتق من تفكك العوالق النباتية وإطلاق المنتجات النيتروجينية في الماء. إن الوجود البسيط لمجذافيات الأرجل القشرية يعزز بقاء V.Cholerae، كما هو موضح في دراسات سابقة في تجارب العالم المصغر المختبرية ومن المؤكد أن هذه الحماية التي توفرها الكائنات المحتوية على الكيتين أو الكيتين لخلايا VBNC في البيئة وفي الجهاز الهضمي البشري قد تلعب دورا في وبائيات الكوليرا (Lipp et al, 2002).

3- تأثير الاحترار من خلال العوامل المناخية

أن تغير المناخ قد يؤثر على الجودة الميكروبيولوجية للمياه والأمراض المرتبطة بالمياه، لتقييم الآثار المحتملة على صحة البشر، هناك حاجة لدراسة مرونة المجتمع في مواجهة تغيير نوعية المياه. إن تطوير فهم هذه القدرات وإمكانات التكيف أمر أساسي لتقييم التأثير المحتمل لتغير المناخ (Nichols et al, 2018).

3-1- الفيضانات

الفيضانات هي أكثر الكوارث الطبيعية التي تحدث في كثير من الأحيان، وعلى الصعيد العالمي فإن تواتر أحداث فيضان الأنهار آخذ في الازدياد. تشير التقديرات المتحفظة إلى أن حوالي 2.8 مليار شخص تضرروا من الفيضانات بين عامي 1980 و2009م. يمكن أن تؤدي الفيضانات أيضا إلى زيادة مخاطر الغرق والإصابات وانخفاض درجة حرارة الجسم والأمراض المعدية، مثل داء البريميات والكوليرا (Cann et al, 2013; Patez et al, 2014)، من المعروف أن أحداث هطول الأمطار الشديدة والفيضانات المصاحبة التي تنشر مياه الصرف الصحي ونفايات الحيوانات ترتبط بزيادة خطر الإصابة بالإسهال (Wang et al, 2022) وقد تتسبب الفيضانات أيضا في فيضان محطات معالجة مياه الصرف الصحي، أو فشل أنظمة الصرف الصحي، أو فيضانات المجاري المشتركة، مما قد ينتج عنه تلوث المياه السطحية أو الآبار القريبة (Lipp et al, 2002). ليس للفيضانات آثار مباشرة فحسب، بل تزيد أيضا من خطر تلوث المياه الميكروبيولوجي. تم الإبلاغ عن حالات زائدة من داء البريميات والتهاب الأمعاء العطيفة بعد الفيضانات في جمهورية التشيك وفي المناطق الساحلية من ولاية ماري لاند خلال أحداث هطول الأمطار الشديدة (Leclerc et al, 2002) إن القوارض هي المستودع الحيواني الرئيسي لداء البريميات في المناطق الحضرية. يرتبط داء البريميات الحضري بالظواهر الجوية المتطرفة مثل الفيضانات والأمطار الغزيرة التي تسهل تشتت اللبتونيات المتساقطة في البيئة الحضرية. قد تدفع الفيضانات الفئران إلى التشتت بين البشر مما يزيد بالتالي من خطر العدوى العرضية في البشر والحيوانات الأليفة (Abdul Mutalip et al, 2019) يؤثر داء البريميات بشكل أساسي على الإنسان بعد ملامسة المياه الملوثة ببول القوارض، على هذا النحو تم العثور عليه بشكل رئيسي مرتبط بالفيضانات. إذ أنه في عام 2009م في مدينة باليرمو (إيطاليا) خلال فيضانات الشوارع، كان من المحتمل أن يكون العديد من الأفراد على اتصال بالمياه الملوثة ببول القوارض المصاب، مما يزيد من خطر الإصابة بعدوى داء البريميات (Vitale et al, 2018)، إن تغير المناخ، إلى جانب التعديلات التي يجريها الإنسان على استخدام الأراضي، يزيد من حدة أحداث الفيضانات المرتبطة بنهر النيجر، من هناك نتوقع زيادة تأثير داء البريميات على صحة

الإنسان في نيامي في المستقبل القريب (Dobigny et al, 2015) كما وجد في دراسة انه من بين 201 مريض تمت مقابلتهم، أبلغ 89% عن اتصال مباشر بمياه الفيضانات في غيانا 2005م حيث حدثت فاشية مؤكدة لداء البريميات بعد فيضانات شديدة. بسبب زيادة الاتصال بالمياه الملوثة فيها تم اكتشاف داء البريميات في البشر والماشية، ولكن قبل عام 2005، لم يتم الإبلاغ عن أي فاشيات. أدت الفيضانات الواسعة النطاق في غيانا إلى توفير ظروف مواتية لداء البريميات الوبائي (Dechet et al, 2012) أثناء الفيضانات، العديد من ناقلات الحيوانات أو مضيفات الصيانة من داء البريميات تموت وتسهل انتشار المرض إلى البشر والحيوانات بشكل غير مباشر من خلال ملامسة الماء والتربة ملوثة بالجراثيم من جثث أو بول الحيوانات المصابة. بعد الفيضانات قد تكون Leptospire موجودة في برك الماء أو التربة الرطبة وتصبح مصدر للعدوى ليس فقط للحيوانات. كمنطقة استوائية تعرضت ماليزيا لمياه الفيضانات المرتبطة بتقشي داء البريميات المبلغ عنه، وقد أدى تكرار الفاشيات إلى إنشاء البلد كمنطقة موبوءة. وفي ولاية كيلانتان على الساحل الشرقي لشبه جزيرة الملايو لديها الرياح الموسمية الشمالية الشرقية مميزة مناخية. هذه الرياح الموسمية التي تحدث من أكتوبر إلى مارس، تجلب هطول الأمطار الثقيلة مما أدى إلى فيضانات سنوية متكررة. كان معدل الإصابة البريمية في الماشية التي تعرضت للفيضان أعلى من المعدل في الماشية التي لم تتعرض للفيضانات. كميسر لي انتقال Leptospire، يمكن أن تزيد الفيضانات من مخاطر التعرض للحيوانات والبشر. يمكن أن تنتشر البكتيريا إلى المزارع غير المصابة سابقا، وحتى المغلقة ويمكن أن تصاب القطعان بالعدوى إذا كانت المياه من مناطق أخرى تحمل هذه الكائنات الحية الدقيقة إلى المزارع غير المصابة (Abdul Rahman et al, 2020).

ومن جهة أخرى توجد ضمة باراهيموليتيكوس، ضمة فولنفيكوس، وضمة الكوليرا في البحيرات الساحلية في جنوب فرنسا. في هذه المناطق المتوسطة، تتمتع الأنهار بفترات طويلة منخفضة التدفق تليها فيضانات قصيرة المدة أو فيضانات مفاجئة أثناء وبعد العواصف المطيرة الشديدة الغزيرة، خاصة في نهاية الصيف وفي الخريف. حيث تجلب هذه الفيضانات كميات كبيرة من المياه العذبة إلى البحيرات، مما يقلل من ملوحتها. في أعقاب العواصف المطيرة الغزيرة التي ولدت

فيضانات مفاجئة شديدة وتصريف غزير للمياه العذبة، انخفضت الملوحة، لتصل من 2.2 إلى 16.4 جزء في الألف في غضون 15 يوم. وهكذا فإن الانخفاض المفاجئ في الملوحة الناجم عن هطول الأمطار الغزيرة والفيضانات الكبرى أدت إلى نمو الضمة المسببة وانتشارها في بحيرات لانغوكيان. وبناء على هذه نتائج، يوصى برصد درجة الحرارة والملوحة للتنبؤ بوجود هذه الضمات في مناطق صيد المحار في البحيرات. تشير هذه النتائج بوضوح إلى أن أحداث الفيضانات يمكن أن تؤثر بشدة على وفرة هذه الضمات (Esteves et al, 2015) وفي بحث سابق اجري على مصبا المحيط الاطلسي حيث ظهرت أيضا نتائج مماثل في تأثير الفيضانات على كثافة *V.Vulnificus* عندما خفضت الفيضانات الملوحة إلى مستويات مماثلة لتلك الموجودة في الخليج. على الرغم من أن الملوحة التي تقل عن 25 جزء في الألف متشابهة في السماح بكثافة عالية من *V.Vulnificus*، يبدو أن الملوحة التي تزيد عن 25 جزء في الألف تثبط كثافته *V.Vulnificus* (Motes et al, 1998). ويشهد الوضع تغيرات جذرية مع وصول الرياح الموسمية في يونيو/جوان مما تتسبب تدفق التيار في غمر كبير على طول ضفاف الأنهار الرئيسية في بنغلاديش التي تؤدي إلى تلوث واسع النطاق لأنظمة المياه مثل الأنهار والقنوات والبرك، مع وجود البكتيريا في النظام البيئي. يحدث الاختلاط المفتوح للمياه مع الرواسب داخل هذه الأنظمة أثناء الفيضانات، وسرعان ما تصبح المناطق المغمورة ملوثة ببكتيريا *V.Cholerae*. وتبقى بعض المناطق مغمورة وعكرة حتى تشرين الثاني/نوفمبر، مما يوفر ظروفًا مثالية لنمو وانتشار بكتيريا الكوليرا بسبب توافر المغذيات التي تغمرها الأمطار ونمو العوالق، والتي تعمل كمصادر لانتقال العدوى مع السكان المحيطين (Akanda et al, 2009)، في دراسة أخرى وجده ارتباطات مماثلة بين حالات الكوليرا وداء الشيغيلات في بنغلاديش والفيضانات. كما لوحظ زيادة في داء الشيغيلات لأحداث الفيضانات الكبيرة في 1988 و1998 و2004م. إن العلاقة بين الفيضانات وداء الشيغيلات، بالاقتران مع الارتباط بين الفيضانات والكوليرا، لها أهمية خاصة لأنها توضح أن الارتباط بين حالات الكوليرا بعد الرياح الموسمية والفيضانات ليس فريدا من نوعه. بل يشير إلى أن الزيادة العامة في خطر تعرض السكان هي التي تعقب الفيضانات، وليس البيئة المحددة لأي ممرض واحد، وهي التي تكمن وراء تأثير قلب

المناخ على أمراض الإسهال في بنغلاديش (Cash et al, 2014) ، تمثل الفيضانات 50% من الكوارث الطبيعية في جميع أنحاء العالم. وترتبط أوبئة الأمراض المنقولة بالمياه بكل من مصادر مياه الشرب والمياه الترفيهية بعد الفيضانات ولذلك، يقال إن الفيضانات تؤثر على كل من الوفيات والأمراض الناجمة عن الزحار العصوي. وأدت الفيضانات التي حدثت في مقاطعة جيانغشي (الصين) في عام 1999م إلى زيادة معدل الأمراض المرتبطة بالزحار في المنطقة بنسبة 74.85% مقارنة بعام 1998م. وبحسب ما ورد ارتبطت الفيضانات أيضا بزيادة كبيرة في خطر الإصابة بالزحار العصوي في داليان، يميل الزحار العصوي إلى التأثير على المزيد من الناس بعد الفيضانات لأن المياه لعبت دورا في كل من نشر ونقل مسببات الأمراض المسببة ووجد ان تأثير الفيضانات على الزحار على مدة الفيضان وحجمه. أشارت الدراسات التي أجريت في تشنغتشو وبايس (مقاطعة قوانغشي) الصين إلى أن حدوث الزحار العصوي يرتبط سلبا بمدة الفيضان، بينما في مدينة ناننينغ، قد تؤدي الزيادة المحتملة لمدة يوم واحد في مدة الفيضان إلى ارتفاع بنسبة 8% في حدوث الزحار. أما بالنسبة لحجم الفيضانات، فإن الفيضانات الشديدة تساهم في ارتفاع معدل الإصابة بالزحار العصوي مقارنة بالفيضانات المعتدلة، بشكل عام، يبدو أن خطر الإصابة بالزحار العصوي أعلى بعد فيضان مفاجئ وشديد منه بعد فيضان طويل ومعتدل، ويرجع ذلك أساسا إلى زيادة تدمير البنية التحتية البشرية والصحية وتلوث مياه الفيضانات بعد فيضان شديد (Wu et al, 2020) في أغلب الدراسات ارتبطت الفيضانات بزيادة الإسهال في بنغلاديش، وموزمبيق، والولايات المتحدة، لكن ميلوفيتش ومساعديه لم يجدوا أي دليل على خطر الإسهال المرتبط بالفيضانات في بنغلاديش (Carlton et al, 2014).

3-2- درجة الحرارة

من بين العوامل الفيزيائية، ربما يكون لدرجة الحرارة التأثير الأكثر مباشرة وأهمية على بيئة معظم البكتيريا (Lipp et al, 2002) بشكل عام لوحظت ارتباطات إيجابية بين درجة الحرارة المحيطة والإسهال البكتيري، لأن الجفاف يمكن أن يزيد من خطر الإصابة بالإسهال عن طريق تركيز مسببات الأمراض في مصادر المياه، وقد يؤدي الانخفاض في جودة أو كمية المياه السطحية أو المياه الجوفية إلى زيادة خطر الإصابة بأمراض الإسهال. إن الجفاف، ومن خلال

انخفاض هطول الأمطار وزيادة التبخر والنتح، يسبب انخفاضاً في مستويات المياه السطحية والمياه الجوفية، مما ينتج عنه زياد في تركيز العوامل المسببة للإسهال في المياه و بالتالي زيادة تلوثها (Carlton et al, 2014; Wang et al, 2022) ومن المعروف أن الجفاف أو فترات الجفاف الممتدة تقلل من حجم تدفق النهر وربما تزيد من تركيز مسببات الأمراض المشتقة من النفايات السائلة (Cann et al, 2013) وجد أن درجة الحرارة كان لها أكبر تأثير على الأمراض المعوية الحادة المنقولة بالمياه في مناخات خطوط العرض الوسطى. وبالتالي فإن ارتفاع درجات الحرارة قد يزيد من خطر الإصابة بالمرض في المناطق المعتدلة، في حين أن الآثار في المناطق التي تتميز بدرجات حرارة أكثر تطرفاً قد تكون محدودة (Allen et al, 2014) كما ذكرت رينا ب. ك. سينغ أن هناك ارتباطاً إيجابياً بين متوسط درجة الحرارة السنوي ومعدل تقارير الإسهال بناء على بيانات 18 دولة جزرية في المحيط الهادئ من عام 1986 إلى عام 1994م (Ma et al, 2013) كان تأثير درجة حرارة الاحترار على توسيع نطاق الضمات محور معظم الاهتمام بالتأثير الفعلي والمحتمل لتغير المناخ على زيادة حدوث الضمات على النطاق القاري (Deeb et al, 2018) حيث لوحظ وجود ارتباط إيجابي كبير بين وفرة الأمراض ودرجة الحرارة وقد أظهر العديد من الباحثين أن درجة الحرارة عامل رئيسي يفسر ديناميات مجموعات الضمات في النظم الإيكولوجية البحرية الساحلية (Esteves et al, 2015) إذ أنه تزدهر هذه البكتيريا *V.Parahaemolyticus* و *V.Vulnificus* و *V.Cholerae* في المياه الدافئة ذات الملوحة المعتدلة (Lipp et al, 2002) تم ربط الحالات الشاذة المناخية، من بينها الزيادة في درجة حرارة سطح البحر و هي من عواقب تغير المناخ بأوبئة الكوليرا وانتشار *V.Parahaemolyticus* و *V.Vulnificus* في النظم البحرية الساحلية، مما يزيد من خطر الإصابة بأمراض الضمة (Esteves et al, 2015) ومن المحتمل أن يزداد النطاق الجغرافي لـ *V.Vulnificus* مع ارتفاع درجة حرارة الماء وتمتد المياه المالحة إلى مناطق المياه العذبة السابقة للأنهار الساحلية، ويمكن أيضاً تمديد موسم النمو. ارتبط النمو الكبير لـ *V.Vulnificus* مراراً وتكراراً بارتفاع درجات حرارة سطح البحر على طول سواحل المحيط الأطلسي والخليج والمحيط الهادئ في الولايات المتحدة الأمريكية (Deeb et al, 2018) حيث تم الإبلاغ عن

أعلى تركيزات من *V.Vulnificus* في محار ساحل الخليج خلال الأشهر الدافئة. في خليج تشيسابيك، تم استرداد *V.Vulnificus* من المحار خلال أشهر الصيف ولكن لم يتم استردادها خلال أشهر الشتاء. تشير هذه الملاحظات إلى أن درجة الحرارة تلعب دورا مهما في التحكم في أعداد هذا الكائن الحي في المحار. تأثرت وفرتها في المقام الأول بدرجة حرارة الماء وكانت الأرقام في أعلى مستوياتها من شهر مايو حتى شهر أكتوبر، عندما تحدث غالبية أمراض *V.Vulnificus* المرتبطة بالمحار (Motes et al, 1998)، لا يختلف الأمر بالنسبة لـ *V.Cholerae*، لأن درجات الحرارة الأكثر دفئا مع ارتفاع درجة الحموضة وتكاثر العوالق يمكن أن تؤثر على ارتباطها ونموها وتكاثرها في البيئة المائية، لا سيما بالاشتراك مع مجديات الأرجل. ومن المتوقع أن يؤدي ارتفاع درجات الحرارة إلى توسيع نطاق انتشار الكوليرا جغرافيا وزمنيا، إذا لم تنفذ تدابير الصحة العامة. على سبيل المثال، من شأن التحولات في درجات الحرارة أن تغير التوزيع العرضي لأنواع العوالق. وإذا ارتفع مستوى سطح البحر، كما هو متوقع مع ارتفاع درجات الحرارة، فإن المناطق الداخلية ستشهد تسربا أكبر للمياه المالحة ومستويات متزايدة من البكتيريا البحرية في مصبات الأنهار، بما في ذلك بكتيريا الكوليرا. يمكن أن تؤدي التغيرات في ضوء الشمس و/أو شدة الأشعة فوق البنفسجية إلى زيادة معدلات تحريض وانتشار العاثية، وبالتالي زيادة احتمالية ظهور سلالات جديدة من *V.Cholerae* السمية والمثير للدهشة أنه حتى في المناطق التي تتوطن فيها الكوليرا، يتم اكتشاف سلالات O1 بشكل غير متكرر في البيئة مقارنة بالسلالات غير O1 باستخدام طرق الاستزراع التقليدية. الأدلة على التحول المصلي التلقائي، جزئيا، قد تفسر هذه الملاحظة. وعلاوة على ذلك، فإن ارتفاع درجة حرارة المياه البيئية في كل من المناطق الموبوءة والخالية من الكوليرا (خليج تشيسابيك)، يتوافق مع زيادة معدلات الكشف عن ضمة الكوليرا، مما يشير إلى أن العامل المحفز - دراجة الحرارة - قد يكون مسؤولا عن زيادة عدد الكائنات الحية بما في ذلك ضمة الكوليرا في البيئة (Lipp et al, 2002).

إن اكتشاف وجود علاقة إيجابية بين درجة الحرارة المحيطة وعدد حالات الكوليرا يتوافق بشكل عام مع الدراسات السابقة. وقد تُعزى هذه العلاقة إلى تعزيز نمو وتكاثر ضمة الكوليرا، التي تؤثر تأثيرا مباشرا على وفرة سميتها في البيئات المائية؛ بدلا من ذلك، قد يكون ذلك بسبب تأثير

غير مباشر على مستويات الأس الهيدروجيني نتيجة لزيادة نمو النباتات المائية أو الطحالب عندما تكون درجة الحرارة دافئة. وقد أُقترح أن الارتباط الكبير بين درجة حرارة السطح الماء في خليج البنغال وتفشي الكوليرا يرجع إلى المياه الدافئة على طول الساحل، إلى جانب ازدهار العوالق المدفوعة بدرجات حرارة المحيط الدافئة، وهي ظروف مواتية لتكاثر ونمو *V.Cholerae* (Hashizume et al, 2008).

إن علم المناخ المائي في منطقة حوض نهر الغانج براهما بوترا وميجنا موسمي للغاية بطبيعته، حيث يحدث معظم هطول الأمطار السنوي خلال أشهر الرياح الموسمية الأربعة، يونيو-سبتمبر. خلال موسم الجفاف المطول (ديسمبر-مايو)، لا يترك انخفاض توافر الجريان السطحي وتحويلات المنبع سوى جزء بسيط من متوسط التدفق المجمع للوصول إلى خليج البنغال. ونتيجة لذلك، تنتقل جبهة الملوحة في منطقة مصبات الأنهار نحو المياه العذبة الداخلية، تصل حتى 100 كيلومتر في سنوات الجفاف الشديد. ونتيجة لذلك، تظهر منطقة كبيرة في بنغلاديش الساحلية ظروف المياه قليلة الملوحة في الربيع، مما يوفر بيئة مثالية لنمو وتكاثر ضمة الكوليرا (Akanda et al, 2011). من جهة أخرى في إنجلترا، يبدو أن هناك ارتباطا كبيرا بين درجة الحرارة وحدوث العطيفة *Campylobacter* حتى عتبة 14 درجة مئوية أظهرت دراسة سابقة وجود ارتباط بين درجة الحرارة المحيطة وحدوث التهاب الأمعاء العطيفة في البشر تقدم هذي النتائج دليلا على أن درجة الحرارة المحيطة هي أحد هذه العوامل، وربما تعمل كتأثير بعيد وغير مباشر يقود مسارات وسيطة أخرى (Tam et al, 2006). وفي دراسة أخرى تشير البيانات المقدمة إلى أن نقل الإشريكية القولونية بواسطة الماشية، ونفوق الماشية الثانوي اثناء الجفاف، والأمطار الغزيرة التي أدت إلى تلوث المياه السطحية. حيث كانت عوامل مهمة ساهمت في ظهور الإشريكية القولونية في أفريقيا. وبالنظر إلى أن الجفاف والأمطار الغزيرة من المرجح أن تتكرر في أفريقيا، فإنه لا يمكن استبعاد احتمال ظهور الإشريكية القولونية مرة أخرى في افريقيا (Effler et al, 2001). أما بالنسبة لحمى التيفوئيد اظهرت نتائج دراسة اجريت في بلانتيلا (ملاوي) ان دالة المخاطر النسبية لدرجة الحرارة وانتشار التيفوئيد ثنائية النمط، مع ارتفاع المخاطر في كل من درجات الحرارة المنخفضة والقصى وربما تعكس الأنماط المعروفة لانتقال

التيفوئيد القصير والطويل (التيفوئيد لديه نمط معقد من دورات الانتقال، التي تتطوي على "دورة قصيرة" مباشرة داخل الأسرة و "دورة طويلة" بيئية، تتطوي على مصادر المياه الملوثة). في المقابل إن زيادة المخاطر النسبية ل INTS فقط في درجات حرارة منخفضة، مما يشير إلى آليات انتقال متميزة. قد تكون استراتيجيات التحكم البيئي والصرف الصحي مختلفة بالنسبة ل INTS مقارنة بمرض التيفوئيد. إن الخطر النسبي ل INTS مرتبطاً بانخفاض درجات الحرارة، حيث كان هناك انخفاض ملحوظ في خطر INTS في درجات الحرارة القصوى. وعلى النقيض من ذلك، كان للتيفوئيد نمط ثنائي النمط من المخاطر النسبية المتزايدة في كل من درجات الحرارة المنخفضة والعالية، ولكن مع انخفاض مماثل في المخاطر التي تحدث في درجات الحرارة القصوى. تبين العلاقة بين درجة الحرارة و INTS أنه بالمقارنة مع متوسط درجة الحرارة الشهرية المرجعي البالغ 23 درجة مئوية، فإن 19 درجة مئوية لها تأثير متزايد وكبير على المخاطر النسبية ل INTS وعلى النقيض من ذلك، تظهر العلاقة درجة الحرارة والتيفوئيد نمطاً ثنائي النمط مع زيادة المخاطر عند درجات حرارة منخفضة (19 درجة مئوية) وأعلى (25 درجة مئوية) مقارنة بالمرجع (23 درجة مئوية) مما قد يشير إلى أن دورات الانتقال القصيرة أو الطويلة تصبح أكثر أهمية عند درجات حرارة مختلفة. في درجات الحرارة المنخفضة، يبدو أن هناك زيادة فورية تقريباً في المخاطر، بينما في درجات الحرارة المرتفعة هناك تأثير متزايد وكبير ترتبط درجات الحرارة شديدة الحرارة (أكثر من 28 درجة مئوية) بانخفاض حالات الإصابة بكلا الشكلين من مرض السالمونيلا الغازية وقد تتصدى درجات الحرارة الأكثر سخونة (أكثر من 28 درجة مئوية) لقدرة البكتيريا على البقاء والتكاثر داخل المنازل أو في البيئة. ومن المثير للاهتمام أن هذه نتائج حول آثار هطول الأمطار الشديدة ودرجة الحرارة تتناقض أيضاً مع دراسة أجريت في بنغلاديش أبلغت عن زيادة مخاطر التيفوئيد، من هنا يجدر التأكيد على الأهمية المحتملة للعوامل البيئية الأخرى الخاصة بكل موقع (Thindwa et al, 2019)، ومن جهة أخرى كانت هناك علاقة خطية بين درجة الحرارة وانتقال داء السلمونيلا في أوروبا وأستراليا. كما تم الكشف عن ارتباط إيجابي مماثل بين درجات الحرارة والعدوى المعوية الأخرى (مثل العطيفة والكوليرا) (Zhang et al, 2008) وكذلك أن

هناك بالفعل ارتباطات مماثلة بين حالات الكوليرا وداء الشيغيلات ودرجات حرارة سطح البحر في المحيط الهادئ الاستوائي (Cash et al, 2014).

إن درجة الحرارة هي عامل مناخي مهم ومدرس للغاية يؤثر على انتشار الزحار مع معظم الأدلة الداعمة. أولاً؛ درجة الحرارة هي المحدد الرئيسي للأنماط الموسمية لمسببات الأمراض المرتبطة بالزحار. تظهر مسببات الأمراض المرتبطة بالزحار موسمية كبيرة يحدث داء السالمونيلا عادة في الصيف، بينما يبلغ داء العطيفة ذروته في الربيع. تعتمد الأنماط الموسمية لمسببات الأمراض الزحارية على تغير درجة الحرارة. يمكن أن تؤثر درجة الحرارة على النسخ الجيني في *Shigella*، بينما تساهم البيئة الدافئة في زيادة لياقة العامل الممرض، لصالح البقاء على قيد الحياة. ثانياً؛ تتطلب البكتيريا المرتبطة بالزحار نطاقاً معيناً من درجات الحرارة لبقائها وتكاثرها. وأظهرت أن الزيادة في درجات الحرارة كانت مرتبطة ارتباطاً إيجابياً بانتشار السالمونيلا في خمس مدن أسترالية، ومع انتشار السالمونيلا والكامبيلوباكتر والإشريكية القولونية في ماساتشوستس (الولايات المتحدة الأمريكية) وكندا. تشير دراسة مخبرية إلى أن معدل تكاثر السالمونيلا يرتبط ارتباطاً مباشراً بدرجة الحرارة في نطاق 7.5-37 درجة مئوية. على الرغم من أن العديد من الدراسات تشير نوعياً إلى العلاقة بين درجة الحرارة والسالمونيلا / العطيفة، إلا أن أياً منها لا يعكس كميًا التأثير التفاعلي لـ "درجة الحرارة - الزحار - الممرض". ثالثاً؛ تؤثر درجة الحرارة على انتقال الزحار، إما بمفرده أو متزامناً مع متغيرات الأرصاد الجوية الأخرى. يؤثر الاختلاف في درجة الحرارة بشكل مباشر على انتشار الزحار. في العديد من البلدان الأوروبية، بما في ذلك هولندا وإنجلترا وسويسرا وإسبانيا وجمهورية التشيك، تحدث حالات داء السالمونيلا فوق عتبة درجة حرارة 6 درجات مئوية. من المحتمل أيضاً أن يؤثر تغير درجات الحرارة على إنتاج الغذاء والسلوكيات البشرية مثل الاستهلاك والنظام الغذائي، مما قد يؤثر بدوره على انتقال الزحار. يمكن أن يؤثر تزامن درجة الحرارة مع هطول الأمطار والرطوبة على حدوث الزحار. في مقاطعة Binyang، مقاطعة Guangxi، الصين، يتم تعريف الظروف المناخية التي تؤدي إلى ارتفاع معدل الإصابة بالزحار على أنها درجة حرارة دنيا عند مستوى عالٍ إلى جانب الرطوبة النسبية أو هطول الأمطار على مستوى عالٍ. رابعاً؛ يختلف تأثير درجة الحرارة على انتقال الزحار باختلاف

المؤشرات في مناطق مختلفة. تعتبر درجة الحرارة العامل المناخي الرئيسي الذي يؤثر على انتشار الزحار العصوي في بعض مناطق الصين والبلدان النامية الأخرى (Wu et al, 2020), حيث تم الإبلاغ عن أن درجة الحرارة كانت المؤشر المناخي الرئيسي في انتقال الزحار العصوي، وارتبطت الزيادة المحتملة بمقدار 1 درجة مئوية في درجة الحرارة القصوى أو الدنيا بزيادة تصل إلى 12% في حالات الزحار العصوي في المدينة الشمالية (جينان) إذا بقيت العوامل المؤثرة الأخرى دون تغيير (Huang et al, 2008; Yan et al, 2017; Zhang et al, 2008) إلى جانب ذلك، يعد نطاق درجة الحرارة النهارية مؤشرا مهما لانتقال الزحار العصوي. ومن جهة أخرى يبدو أن الجفاف يتزايد من حيث التواتر والشدة والتوزيع المكاني والمدة الزمنية. يرتبط الجفاف بتلوث مصادر المياه (الأنهار والبرك الراكدة بشكل رئيسي)، وبالتالي يرتبط بالأمراض المعدية التي تنتقل عن طريق البراز عن طريق الفم، بما في ذلك الزحار حيث يختلف تأثير الجفاف على حدوث الزحار فيما يتعلق بنوع المرض. أشارت دراسة مماثلة إلى أن الطقس الرطب المعتدل يفضل زيادة حدوث الزحار العصوي. أثناء الجفاف، تنخفض الرطوبة، مما يقلل بدوره من القدرة الإنجابية لداء الشيغيلة. وبالتالي، فإن مراضة الزحار العصوي تنخفض أيضا. ويمكن أيضا أن يؤثر الجفاف على حدوث الزحار من خلال جودة المياه المعرضة للخطر. خلال فترات الجفاف، تكون جودة المياه السطحية، بما في ذلك البرك والخنادق والقنوات، رديئة وقد تؤدي المياه ذات النوعية الرديئة إلى زيادة انتشار الأمراض البكتيرية المحتملة، بما في ذلك الزحار، مع تعرض الأطفال للخطر بشكل خاص. في بنغلاديش، عادة ما تكون أشهر الجفاف مصحوبة بزيادة في درجة الحرارة وانتشار العواصف الترابية واسعة النطاق. هذا يساهم في تلوث مياه الشرب، وبالتالي زيادة حدوث الزحار. تشير هذه النتائج المتباينة على ما يبدو إلى أن معدل حرارة الزحار العصوي يزداد في المناطق ذات متوسط درجات الحرارة الأعلى أو موجات الحرارة الأكثر تكرارا (Wu et al, 2020).

3-3- هطول أمطار غزيرة

من المعروف أن أحداث هطول الأمطار الشديدة والفيضانات المصاحبة التي تنتشر مياه الصرف الصحي ونفايات الحيوانات ترتبط بزيادة خطر الإصابة بالإسهال. ويتسبب هطول الأمطار الغزيرة

بعد الجفاف في جريان شديد قد يزيد من خطر انتشار مسببات الأمراض، مما يزيد من تفاقم تلوث التربة والمياه (Wang et al, 2022)، علاوة على ذلك، هناك قلق متزايد بشأن مسببات الأمراض في جريان مياه الأمطار (Lipp et al, 2002) ، ويمكن أن تؤدي أحداث هطول الأمطار الغزيرة إلى تعبئة مسببات الأمراض في البيئة وزيادة جريان المياه من الحقول، ونقلها إلى الأنهار والمياه الساحلية والآبار. وبالتالي يمكن لمثل هذه الأحداث أن تزيد من تعكر المياه الخام، والذي وجد أنه مرتبط بأمراض الجهاز الهضمي. يمكن أن يؤدي هطول الأمطار الغزيرة أيضا إلى تغييرات في اتجاه تدفق المياه عبر القنوات التي لا تحدث عادة. خلال فترات هطول الأمطار الغزيرة، قد تكون محطات معالجة المياه غارقة، وقد يكون هناك تلوث متبادل بين مياه الصرف الصحي وأنابيب مياه الشرب (خاصة عندما تكون البنية التحتية للمياه قديمة)، أو فيضان مياه الصرف الصحي، أو تجاوز المجاري المائية المحلية (Cann et al, 2013) حيث تورط هطول الأمطار الغزيرة والجريان السطحي في تفشي الأمراض المنقولة بالمياه في مواقع محددة. حيث وجد أن 51% من تفشي الأمراض المنقولة بالمياه سبقتها أحداث هطول الأمطار غزيرة وأظهرت الفاشيات الناجمة عن تلوث المياه السطحية أقوى ارتباط بهطول الأمطار الشديد خلال شهر الفاشية (Curriero et al, 2001) وتعزى الفاشيات المبلغ عنها المرتبطة بالظواهر الجوية المتطرفة المرتبطة بالمياه في المقام الأول إلى هطول الأمطار الغزيرة مع أو بدون فيضانات. ربطت الدراسات الأمراض المنقولة بالمياه بهطول الأمطار الغزيرة في العديد من البلدان. كوريرو وآخرون استعرض 548 تفشي مرض بين عامي 1948 و1994م في الولايات المتحدة الأمريكية ووجد ارتباطا كبيرا بين هطول الأمطار والمرض؛ تم العثور على 68% من الأحداث مسبوقة بأحداث هطول الأمطار فوق النسبة المئوية 80%. بينما توماس وآخرون وجدوا أنه من عام 1975 إلى عام 2000م في كندا، زادت أحداث هطول الأمطار على النسبة المئوية 93% من خطر تفشي الأمراض المنقولة بالمياه. وفي ضوء الزيادات المتوقعة في تواتر هطول الأمطار الغزيرة في العديد من المناطق، من المهم تقييم الأثر الفردي لهذه الأحداث في المناطق المحلية والإقليمية وإدراجها في السياسات الصحية وسياسات الهياكل الأساسية (Cann et al, 2013).

أن أحداث هطول الأمطار الغزيرة تؤثر على حدوث الإسهال من خلال تلوث مياه الشرب، وهي تشكل أكبر المخاطر الصحية بعد فترات انخفاض هطول الأمطار. قد تقلل التدخلات المصممة لزيادة معالجة مياه الشرب من التعرض للمناخ. ويمكن لنبضات هطول الأمطار أن تطرد المواد البرازية في المجاري المائية. وجد كل من Curriero et al و Thomas et al ارتباطات إيجابية بين أحداث هطول الأمطار الغزيرة وتفشي الأمراض المنقولة بالمياه في أمريكا الشمالية. ارتبطت أحداث هطول الأمطار الغزيرة بزيادة حدوث الإسهال بعد فترات الجفاف نسبياً وانخفاض حدوث الإسهال بعد فترات رطوبة نسبياً. قللت معالجة مياه الشرب من الآثار الصحية السلبية لأحداث هطول الأمطار الغزيرة بعد فترات الجفاف وتضخيم الآثار الصحية الإيجابية لهذه الأحداث بعد الفترات الرطبة. تسلط هذه النتائج الضوء على الآليات المحتملة التي يساهم بها هطول الأمطار في حدوث الإسهال وتشير إلى أن معالجة مياه الشرب يمكن أن تكون تدبيراً مهماً وضرورياً للتكيف مع التغيرات الناجمة عن المناخ أثناء هطول الأمطار (Carlton et al, 2014, فريمان وآخرون، (2009) وجد أن هطول الأمطار الذي يؤدي إلى حركة مسببات الأمراض من الخزانات البيئية (بما في ذلك الزراعة والإنسان ومصادر الحياة البرية) هو مسار رئيسي لتلوث من خلاله المياه السطحية، بالإضافة إلى ذلك قد يدخل هذا الجريان السطحي البري الملوث بسبب هطول الأمطار الغزيرة إلى رؤوس الآبار سيئة البناء مما يؤدي إلى تلوث المياه الجوفية. وصفت هذه الحالة الأخيرة الطريقة التي تلوثت بها إمدادات المياه الجوفية، في الكرتون وأونتاريو في أكثر فاشيات الأمراض المنقولة بالمياه تدميراً في التاريخ الكندي. (Allen et al, 2014.

فحص المؤلفون أخطار الإسهال في فيجي فيما يتعلق بتقديرات درجة الحرارة وهطول الأمطار الغزيرة، باستخدام تحليل الانحدار الخطي بواسون للبيانات الشهرية للفترة الممتدة بين 1978-1998م حيث أظهرت النتائج وجود ارتباط إيجابي بين أقصى درجات هطول الأمطار ومعدلات تقارير الإسهال (Ma et al, 2013)، لوحظ أن أحداث هطول الأمطار الغزيرة يمكن أن تزيد من معدلات الإسهال عن طريق طرد مسببات الأمراض في مصادر مياه الشرب السطحية، مسببات الأمراض التي تراكمت في البيئة بسبب التخلص غير السليم من البراز. يبتلع البشر

مسببات الأمراض هذه عندما يستهلكون مياه الشرب غير المعالجة. في الظروف الاستوائية، يمكن للبكتيريا مثل الإشريكية القولونية البقاء على قيد الحياة وحتى إعادة النمو خارج مضيفات الحيوانات. يمكن أن يؤدي هطول الأمطار إلى طرد مسببات الأمراض المتراكمة في المياه السطحية مباشرة، من خلال الجريان السطحي، وبشكل غير مباشر، من خلال تعبئة البكتيريا في التربة. خلال الفترات الرطبة، قد يؤدي هطول الأمطار إلى طرد مسببات الأمراض بانتظام من بيئة. ومن جهة أخرى قد تؤدي أحداث هطول الأمطار الغزيرة التي تعقب الفترات الرطبة إلى زيادة تخفيف تركيزات مسببات الأمراض، مما يقلل من فرص انتقال العدوى إلى البشر. في المقابل، خلال فترات الجفاف، قد يسمح نقص هطول الأمطار لمسببات الأمراض بالتراكم في البيئة. إن أحداث هطول الأمطار الغزيرة بعد فترات الجفاف لديها القدرة على توصيل نبضة مركزة من مسببات الأمراض إلى المياه السطحية. لاحظنا أن تأثير هطول الأمطار الغزيرة الأخير يعدل العلاقة بين أحداث هطول الأمطار الغزيرة وحدوث الإسهال يدعم نموذج تلوث المياه السطحية هذا ويعني أن تراكم مسببات الأمراض في البيئة يلعب دورا مهما في تحديد المخاطر الصحية لأحداث هطول الأمطار الغزيرة (Carlton et al, 2014).

التنبؤ بتغير المناخ ينذر بزيادة في تواتر و/أو شدة العواصف المطيرة الغزيرة. أظهرت نتائج بحث أجريت في فرنسا إلى أن مثل هذه العواصف ستؤدي إلى زيادة وجود ووفرة الضمات الثلاثة *V.Parahaemolyticus* و *V.Vulnificus* و *V.Cholerae* في بحيرات جنوب فرنسا، حيث تظهر النتائج أن الانخفاض المفاجئ في ملوحة المياه الناجم عن هطول الأمطار الغزيرة والفيضانات الكبرى كان إيجابيا وبشكل ملحوظ لنمو *V.Parahaemolyticus* و *V.Vulnificus* و *V.Cholerae* وكان مرتبطا بانتشارها ونموها السريع في المياه المالحة لبحيرات لانغدوكيان (فرنسا) (Esteves et al, 2015)، حيث يزيد هطول الأمطار الغزيرة من مستويات الحديد غير القابل للذوبان، مما يحسن بقاء *V.Cholerae* في البيئات المائية. كما تزيد المستويات الحديد من التعبير عن سم الكوليرا. وقد اقترح أيضا أن هطول الأمطار قد يغسل الضمات التي تفترس ضمة الكوليرا، مما يؤدي إلى أوبئة الكوليرا (Hashizume et al, 2008)، حتى تفشي الإشريكية القولونية، التي تعتبر عموما من مسببات الأمراض المنقولة بالغذاء، تم ربطها بأحداث

هطول الأمطار. في الواقع حدث أكبر تفشي مبلغ عنه للإشريكية القولونية في ولاية نيويورك في سبتمبر 1999م وكان مرتبطا بمياه الآبار الملوثة. وتزامن مع هطول الأمطار الغزيرة بشكل غير عادي (Curriero et al, 2001)، ولا ننسى دور الأمطار الغزيرة في نقل الإشريكية القولونية وظهورها في إفريقيا، وبما إن احتمالية تكررها مع تكرار هطول الأمطار الغزيرة في إفريقيا، لا يمكن استبعاد احتمال ظهور الإشريكية القولونية مرة أخرى في إفريقيا للتسبب في تفشي إقليمي كبير (Effler et al, 2001). في دراسة أجريت في نيجيريا وجد انه يتوافق تلوث الإشريكية القولونية للآبار مع بداية ووفرة هطول الأمطار حيث لم يتم تسجيل ملاحظة مماثلة في مواسم الجفاف السابقة واللاحقة. وقد سبق الإبلاغ عن آبار إيجابية للإشريكية القولونية في نيجيريا، تكشف دراسة أن تلوث الإشريكية القولونية للآبار في منطقتي (Lagelu) و (Akinyele) في إبادان كان مدفوع بهطول الأمطار (Akeem et al, 2022).

يؤثر هطول الأمطار على التوزيع الجغرافي لمسببات الأمراض المرتبطة بالزحار. في المناطق الريفية في الصين، يرتبط معدل تكاثر الشيغيلا ارتباطا كبيرا بمتوسط هطول الأمطار الشهري. إن الزيادات أو الاختلافات الشديدة في هطول الأمطار موالية لزيادة حدوث الزحار. تتوافق زيادة هطول الأمطار بمقدار 100 ملم مع زيادة بنسبة 4% في حدوث الزحار العصوي في مقاطعة كون توم (فيتنام). في تايوان يؤدي هطول الأمطار الغزيرة الشديدة التي تزيد عن 350 ملم/يوم إلى أعلى خطر نسبي للزحار العصوي مقارنة بمستويات هطول الأمطار العادية البالغة أقل من 130 ملم/يوم. قد تؤدي زيادة هطول الأمطار، وخاصة هطول الأمطار الغزيرة، إلى حدوث تغييرات في وتيرة استخدام مياه الشرب وتلوثها وبالتالي زيادة معدل الإصابة بالزحار بشكل عام. و من جهة أخرى على العكس من ذلك، يرتبط انخفاض هطول الأمطار أيضا بزيادة انتقال الزحار (Wu et al, 2020)، يتوافق هذا جزئيا مع نتائج الدراسات الأخرى في الصين. حيث وجد أنه يؤثر هطول الأمطار والرطوبة النسبية وضغط الهواء على انتقال الأمراض التي تنقلها الأغذية من خلال التأثير على مسببات الأمراض ومن ثم التأثير على حدوث الزحار العصوي (Huang et al, 2008)، في تايوان تتوافق زيادة معدلات داء الشيغيلا مع انخفاض هطول الأمطار ومواسم الجفاف الأطول حيث يمكن أن يؤدي انخفاض مستويات المياه

إلى زيادة تركيز الميكروبات في المسطحات المائية مثل المصبات والخزانات، ويمكن أن يؤثر هطول الأمطار على حدوث الزحار من خلال التأثير على جودة المياه. بشكل عام، يمكن أن يؤدي هطول الأمطار المتزايد أو الشديد إلى زيادة خطر الإصابة بالزحار الإسهالي من المياه الملوثة بإحدى الطرق الثلاث: فيضان المجاري، الجريان السطحي للبراز البشري أو الحيواني (من التربة السطحية وتحت السطحية)، وإعادة تعليق الرواسب (Wu et al, 2020) بالمقابل كان تأثير هطول الأمطار على الزحار العصوي في دراسات سابقة، يتراوح من الارتباط الإيجابي إلى السلبي وحتى لا توجد علاقة على الإطلاق. حيث وجدت دراسة سابقة في بكين وجود ارتباط إيجابي بين حالات مرض الزحار وهطول الأمطار، كما تم الإبلاغ عن نتائج مماثلة في تايوان. ومع ذلك، تم توثيق الارتباط السلبي بين حالات مرض الزحار وهطول الأمطار من خلال الدراسات في ووهان. وفي أفريقيا جنوب الصحراء الكبرى (Yan et al, 2017) إذ أنه، على الرغم من أن معظم الدراسات تتفق على أن زيادة هطول الأمطار يساهم في زيادة تركيزات مسببات الأمراض في مصادر المياه، فإن بعض الدراسات توافق فقط على التأثيرات قصيرة المدى وتعتقد أن هطول الأمطار المستمر قد يكون له تأثير "تطهير"، مما يقلل في النهاية من تركيزات مسببات الأمراض في الماء (Wu et al, 2020)، على عكس هذه الدراسات، خلص بعض الباحثين في تشانغشا إلى أنه لا توجد علاقة بين حالات مرض الزحار وهطول الأمطار وقد ينشأ التباين من التمييز في الظروف المناخية المحلية (Yan et al, 2017). بالمقابل كان الخطر النسبي المتزايد لحدوث INTS قصير الأجل ولكنه فوري بعد بداية هطول الأمطار، في حين أن خطر التيفوئيد كان طويل الأمد ولكن مع تأخر البدء لمدة شهرين، مما يعني وجود اختلاف محتمل في الانتقال. بعد بداية هطول الأمطار المعتدل، كان الخطر النسبي المتزايد لـ INTS قصير الأمد وفورياً، في حين أن التيفوئيد كان طويل الأمد ولكن مع تأخير 2-4 أشهر. وأخيراً، ارتبط أعلى هطول للأمطار بانخفاض المخاطر النسبية لكلا الشكلين من مرض السالمونيلا الغازية. قد تشير الارتباطات الملحوظة بين هطول الأمطار الغزيرة وأعلى درجة حرارة وانخفاض حدوث أي شكل من أشكال أمراض السالمونيلا الغازية إلى آليتين؛ قد يكون الجريان السطحي أثناء هطول الأمطار الغزيرة نتيجة لتقليل الخزان البيئي للسالمونيلا إن درجات الحرارة الأكثر

سخونة (أكثر من 28 درجة مئوية) تتصدى لقدرة البكتيريا على البقاء والتكاثر داخل المنازل أو في البيئة (Thindwa et al, 2019).

3-4- النينيو

التذبذب الجنوبي لظاهرة النينيو هو حدث مناخي ينشأ في المحيط الهادئ وله عواقب واسعة النطاق على الطقس في جميع أنحاء العالم. وعلى الصعيد العالمي، يرتبط بتزايد تأثير الكوارث الطبيعية ويرتبط بوجه خاص بحالات الجفاف والفيضانات وبانتقال الأمراض المعدية والأمراض المنقولة بالمياه والأمراض المنقولة بالنواقل. على الرغم من أن تفشي الكوليرا يحدث في بوروندي ورواندا وجمهورية الكونغو الديمقراطية وتنزانيا وأوغندا وكينيا كل عام تقريبا منذ عام 1977م، إلا أن معدل الإصابة بالكوليرا في منطقة البحيرات الكبرى الأفريقية يزداد بشكل كبير خلال سنوات أحداث النينيو الدافئة وينخفض أو يظل مستقرا بين هذه الفترات (Rossati, 2017). وتشير الأدبيات العلمية إلى أن من بين تلك الظواهر الجوية المتطرفة المتصلة بالمياه والمرتبطة بالفاشيات المنقولة بالمياه كانت أحداث النينيو. ومن المعروف أن ENSO مرتبط بالتغير الشديد في درجة حرارة الماء (Cann et al, 2013). كما أظهرت أعمال أخرى وجود صلة بين النينيو ومعدلات الأمراض المعوية في أمريكا الجنوبية، في المناطق الساحلية في جنوب فلوريدا (الولايات المتحدة)، والكوليرا في بنغلاديش. وتم ربط أنه، ربما تم نقل الخلايا في حالة VBNC من جنوب شرق آسيا إلى بيرو مع نقل المياه المرتبطة بظاهرة النينيو عام 1991م. إذ أنه تم تسجيل وصول ضمة الكوليرا بشكل غير متوقع إلى ساحل بيرو في عام 1991م، مما تسبب في ظهور متفجر للعدوى في جميع أنحاء القارات الأمريكية. ولا يزال مصدر وطرق الانتشار غير معروفين، حتى ظهور وباء ضمة جديد في عام 1997م في أمريكا الجنوبية (شمال تشيلي) عندما تم اكتشاف استتساخ وبائي لـ *V. Parahaemolyticus* للمرة الأولى خارج آسيا. كانت هاتان الحالتان متزامنتين مع حلقتين من ظاهرة النينيو. وأظهرت البيانات الوبائية والتحريات المخبرية للسلاسل أن عدوى المتصورة الانحلالية الناجمة عن استتساخ الجائحة في سواحل بيرو مرتبطة بظاهرة النينيو عام 1997م. وتزامن الانتشار الوبائي لهذا الاستتساخ مع توسع وديناميات الانتشار القطبي وانحسار مياه النينيو. وكان هذا النمط مماثلا لظهور وباء الكوليرا المبلغ عنه سابقا في

عام 1991م. ومن هنا تحدد هذه النتائج نوبات النينيو كوسيلة موثوقة لإدخال وانتشار مسببات الأمراض الضمة الى أمريكا الجنوبية. يبدو أن حركة مياه المحيطات هي إحدى القوى الدافعة لانتشار أمراض الضمة. كان ظهور *V.Cholerae* في عام 1991 و *V.Parahaemolyticus* في عام 1997 على الساحل الغربي لأمريكا الجنوبية دليلا على انجراف العدوى الآسيوية المتوطنة شرقا، بالتزامن مع وصول المياه الاستوائية الدافئة النازحة من آسيا إلى أمريكا بسبب آخر 2 من نوبات النينيو (Martinez-Urtaza et al, 2008; Lipp et al, 2002). كما ارتبطت روايتان من أصل الأربعة الروايات عن الفاشيات (وكلاهما كوليرا) بعد حدث ENSO في الأدبيات العلمية بتغير شديد في درجة حرارة الماء. ربطت الدراسات مرارا وتكرارا أحداث ENSO والتغير الشديد في درجة حرارة الماء بتفشي *V.Cholerae* على نطاق واسع ومن المعروف أن *V.Cholerae* تظهر معدل نمو متزايد في درجات الحرارة المتزايدة، مع توقع زيادة درجات الحرارة العالمية أيضا بزيادة انتشارها جغرافيا وزمنيا (Cann et al, 2013) و من جهة أخرى وجد أن التفاعل بين الضمة والكيتين يوفر ميزة انتقائية للبقاء على قيد الحياة في المضيف وقد يوفر الارتباط البيولوجي للبكتيريا و مجدافيات الأرجل منصة مستقرة لإزاحة وجمع عينات الضمة في المحيط المفتوح مما قد يسمح، بإزاحتها لمسافات طويلة. كان من الممكن أن تكون هذه آلية للهجرة غير العادية لمسببات الأمراض الآسيوية إلى أمريكا إلى جانب ظاهرة النينيو. وقد يكون وصول مجموعات العوالق الحيوانية الخارجية الغازية إلى سواحل بيرو المرتبطة بمياه النينيو وسيلة لدخول وتوزيع مجموعات الضمات الأجنبية على طول ساحل بيرو وما تلاه من تلوث لاحق للأسماك والمحار في المناطق الساحلية. قد يعني ظهور ظاهرة النينيو إنشاء ممر مؤقت باتجاه الشرق للنزوح المتقطع للكائنات البحرية إلى أمريكا. قد توفر هذه العملية أيضا مصدرا دوريا وفريدا لمسببات الأمراض الجديدة في أمريكا ، مع آثار خطيرة على انتشار العدوى المنقولة بالمياه على نطاق عالمي (Martinez-Urtaza et al, 2008; Lipp et al, 2002). على وجه الخصوص، ثبت أن التذبذب الجنوبي للنينيو (ENSO)، المعترف به على نطاق واسع كواحد من أهم أنماط تقلب المناخ بين السنوات، يؤثر على شدة الفاشيات الموسمية في بنغلاديش وقد تبين أن الظروف المواتية لزيادة خطر الكوليرا في الخريف ترتبط بأحداث النينيو الإيجابية في الشتاء

السابق، مما يجعل التقلبات الجنوبية للنينيو مؤشرا محتملا للإنذار المبكر لفاشيات الكوليرا في بنغلاديش. وقد ركزت النتائج التي توصلت إليها الدراسات على موسم ما بعد الرياح الموسمية جزئياً بسبب الدور الثابت للنينيو خلال فصل الشتاء السابق على الكوليرا خلال هذا الجزء من العام، من خلال مسار زيادة هطول الأمطار والفيضانات. ومع ذلك، تجدر الإشارة إلى أن المرض يظهر ذروة إضافية، قبل الرياح الموسمية، ومن المعروف أن النمط الموسمي العام يختلف إقليمياً، لا سيما فيما يتعلق بالأهمية النسبية للموسمين. ويوفر ربط الكوليرا وداء الشيغيلات بالفيضانات آلية فيزيائية للتأثير البيئي على التباين السنوي للمرضين، يوفر ربط الفيضانات بالتقلبات الجنوبية للنينيو آلية محتملة للتنبؤ بالمخاطر. ويبين تحليل الدراسات السابقة أن أشد أحداث الفيضانات في بنغلاديش تتبع ظروف الشتاء الدافئة في وسط وشرق المحيط الهادئ الاستوائي. ولا شيء يتبع الظروف الباردة (Cash et al, 2014)، وقد يتسبب هطول الأمطار الغزيرة الناجم عن التقلبات الجنوبية للنينيو في جريان مياه الأمطار في المياه السطحية ونقل مغذيات إضافية إليها، مما يؤدي إلى تلوث مياه الشرب، لا سيما في المناطق النامية لذلك، يؤثر ENSO على انتقال الزحار حيث أن متغيرات الأرصاد الجوية التي يحركها ENSO هي الدوافع الرئيسية للعمليات البيولوجية للزحار (Wu et al, 2020).

4- تأثير الاحترار من خلال العوامل الاقتصادية والاجتماعية والبيئية الأخرى

خلال فترات هطول الأمطار الغزيرة، تغرق محطات معالجة المياه، وقد يحدث هناك تلوث متبادل بين مياه الصرف الصحي وأنابيب مياه الشرب الغارق بمياه الأمطار وخاصة عندما تكون البنية التحتية للمياه قديمة وضعيفة، أو فيضان مياه الصرف الصحي (Cann et al, 2013) ويمكن أن يكون الجفاف خطراً خفياً مع احتمال التسبب في كارثة صحية عامة. وتفاوت الآثار الصحية المرتبطة بالجفاف تفاوتاً كبيراً وتعتمد على شدة الجفاف، وضعف السكان، والهياكل الأساسية للصحة والصرف الصحي، والموارد المتاحة للتخفيف من الآثار عند حدوثه. تتأثر قدرة السكان على الصمود بالبيئة الاجتماعية والاقتصادية (Nichols et al, 2018) إن الفاشيات الناجمة عن تلوث شبكات المياه لديها القدرة على التسبب في أمراض واسعة النطاق، لا سيما عندما تكون البنية التحتية للصحة العامة أقل مرونة، تسبب الأحداث الجوية المتطرفة المرتبط

بالمياه في تفشي المرض من خلال تلوث إمدادات المياه (Cann et al, 2013)، حيث تؤثر العوامل الاجتماعية والبيئية مثل البنية التحتية للمياه والصرف الصحي وسلوكيات النظافة والتماسك المجتمعي بشكل مباشر على انتقال مسببات أمراض الإسهال، وقد تحدد هذه العوامل نفسها ضعف المجتمع أمام الظواهر الجوية، بما في ذلك درجات الحرارة وهطول الأمطار القصوى. على سبيل المثال، قد تمنع البنية التحتية للصرف الصحي انتشار مسببات الأمراض أثناء أحداث هطول الأمطار الغزيرة. ومن جهة أخرى، قد تسمح فترات الجفاف الممتدة بتراكم مسببات الأمراض من خلال ترسب البراز، مما يؤدي إلى زيادة مساهمة مسببات الأمراض في المجاري المائية عند هطول الأمطار الغزيرة. ان مسببات الأمراض التي تراكمت في البيئة بسبب التخلص غير السليم من البراز حيث يبتلع البشر مسببات الأمراض هذه عندما يستهلكون مياه الشرب غير المعالجة. في الظروف الاستوائية، يمكن للبكتيريا مثل الإشريكية القولونية البقاء على قيد الحياة وحتى إعادة النمو خارج مضيفات الحيوانات (Carlton et al, 2014)، ستؤثر آثار الظواهر الجوية المتطرفة المرتبطة بالمياه على الأمراض المنقولة بالمياه بشكل غير متناسب على مجموعات سكانية معينة ومن المرجح أن تؤدي إلى تفاقم التفاوتات الصحية القائمة. قد تكون البلدان الأقل نمواً أكثر عرضة للخطر بسبب كل من الحساسية العالية والقدرة المنخفضة على التكيف ويمكن للضغوط غير المناخية مثل الفقر أو الصراع أن تزيد من الضعف عن طريق الحد من المرونة والقدرة على التكيف بسبب نقص الموارد. ولذلك يعتقد أن البلدان الأقل نمواً أكثر ضعفاً وأقل قدرة على التعافي بسرعة أو فعالية (Cann et al, 2013). على سبيل المثال في ظل ظروف الجفاف، قد يكون غسل اليدين بين الأطفال الذين لا تتوفر لديهم مياه أو صابون/منظفات غير كافٍ للوقاية من الإسهال، نظراً لزيادة التعرض لمسببات الأمراض المعوية، وجد أن المنطقة المناخية، ووقت الرحلة ذهاباً وإياباً لجمع المياه، وتوافر المياه في موقع غسل اليدين، وتوافر الصابون/المنظفات في موقع غسل اليدين هي أقوى معدلات الارتباط بين الجفاف وخطر الإسهال. بالإضافة إلى ذلك، يمكن استخدام مياه الصرف الصحي البلدية المعالجة لري المحاصيل خلال فترات نقص المياه، مما يؤدي إلى زيادة خطر الإصابة بالإسهال من تلوث الأغذية. كما أن البنية التحتية المادية المحلية الضعيفة بشكل مزمن لتخزين المياه ومعالجتها

المتاحة للأسر المحرومة اقتصاديا في البلدان المنخفضة والمتوسطة الدخل، فضلا عن عدم كفاية القدرة المالية للتكيف أثناء الجفاف، تشكل تحديات صحية عامة لأمراض الإسهال المعدية في البلدان المنخفضة والمتوسطة الدخل (Wang et al, 2022) ، ومن المتوقع أيضا أن يؤدي تغير المناخ إلى زيادة عبء أمراض الإسهال في المناطق المنخفضة الدخل. في حين يعتقد أن البلدان التي يبلغ نصيب الفرد من الناتج المحلي الإجمالي السنوي فيها 6000 دولار أمريكي أو أكثر ليست في خطر. ومع ذلك، تشير الاستجابات لأحداث الطقس المتطرفة الأخيرة إلى مستويات أعلى من الضعف في كل من البلدان النامية والمتقدمة مما كان يعتقد سابقا. أن السبب الأكثر شيوعا للفاشيات في كل من البلدان النامية والمتقدمة النمو في أعقاب الظواهر الجوية المتطرفة المتصلة بالمياه هو تلوث مصدر المياه من خلال الجريان السطحي أو الغمر. في حين أن هذه المياه في البلدان النامية كانت عادة مياه غير معالجة، بالمقابل في البلدان المتقدمة، في معظم الحالات، كان هذا تلوثا لمصدر مياه معالجة. وهذا يشير إلى أنه حتى في البلدان المتقدمة النمو، فإن نظام إمدادات المياه ليس محصنا ضد آثار مثل هذه الأحداث. على الرغم من أنه من المتوقع أن تكون أنظمة إمدادات المياه العامة المدارة جيدا قادرة على التعامل مع الظواهر الجوية المتطرفة، إلا أن مثل هذه الظواهر المتطرفة يمكن أن تسبب ضغوطا مادية وإدارية قد تؤثر على جودة المياه (Cann et al, 2013). على سبيل المثال، على الرغم من التقدم في إدارة المياه والصرف الصحي في البلدان ذات الدخل المرتفع، ولكن لا تزال الفاشيات المنقولة بالمياه تحدث وقد تصيب الكثير من الناس بشكل حاد في وقت واحد. وقد نتجت العديد من الفاشيات المنقولة بالمياه عن تلوث مصدر المياه الخام وعدم كفاية الحواجز الصحية في عملية المعالجة. يتم تحديد شبكة التوزيع بشكل متزايد على أنها معرضة لخطر التلوث من خلال فواصل الأنابيب والوصلات المتقاطعة وتسرب مياه الصرف الصحي بين محطة معالجة المياه والمنازل. العطيفة هي أكثر أمراض الجهاز الهضمي شيوعا في البشر في أوروبا. وكثيرا ما تم تحديد العطيفة كسبب لتفشي الأمراض المنقولة بالمياه، وغالبا ما ترتبط بهطول الأمطار الغزيرة وتسرب المياه السطحية الملوثة إما إلى مصدر المياه أو إلى شبكة التوزيع. وفي عام 2006، أشار تحليل للمخاطر أجرته الجمعية إلى ضعف الخزانات غير المبطنة في الجبال (Hyllestad et al, 2020) وأثبتت

دراسة سابقة أن أحداث العواصف المطيرة والزيادات في المواد العضوية الطبيعية تضعف بشكل كبير إزالة التعكر في أعمال معالجة المياه في إنجلترا. وبالمثل تبين أن صيف عام 2003 الجاف وما نتج عنه من انخفاض تدفقات الأنهار يتسبب في تدهور جودة المياه في هولندا. ومن المرجح أن تتطلب معالجة عواقب الأمراض المعدية المنقولة بالمياه لتغير المناخ حلولاً هندسية محددة لحماية مياه الشرب، ومن المرجح أن تعتمد على قدرة السكان على التكيف والحد من آثار مثل هذه الأحداث على الظروف الاجتماعية والاقتصادية والبيئية وتوافر المعلومات والتكنولوجيا. هناك أيضاً أدلة تظهر أن رأس المال البشري والاجتماعي هما المحددان الرئيسيان للقدرة على التكيف على جميع المستويات. القدرة على التكيف غير متساوية بين المجتمعات. على سبيل المثال، في أعقاب الكوارث المرتبطة بالطقس، هناك تأثير تفاضلي على الوفيات والرفاهية حسب الجنس والعمر، في حين وجد أن الأطفال وكبار السن الذين من المرجح أن يكونوا مقيمين في المنزل وحوله، هم أكثر عرضة للتأثر بأحداث الفيضانات مع بداية سريعة. من المحتمل أيضاً أن يتأثر السكان الأصليون بشكل كبير بسبب احتلالهم للمناطق الهامشية اقتصادياً وسياسياً والنظم الإيكولوجية الهشة. ويلزم إدماج هذا التباين في وضع أي سياسات أو تدخلات لتحسين القدرة على التكيف (Cann et al, 2013). على الصعيد الدولي، يميل داء البريميات إلى الحدوث في أربعة إعدادات رئيسية من بينها المهن التي تنطوي على الاتصال بالحيوانات المصابة أو البيئات الملوثة بالحيوانات المصابة، مثل الماشية أو في المسالخ (Smith et al, 2013)، نعلم أن داء البريميات ينتقل بشكل أساسي إلى الإنسان بعد ملامسة المياه الملوثة ببول القوارض، على هذا النحو تم العثور عليه بشكل رئيسي مرتبط بثقافة الأرز. مع الأخذ في الاعتبار الدور الحاسم للبستنة الحضرية للأمن الغذائي في مدن غرب إفريقيا التي تنمو على نطاق واسع، إن هذه الحقائق المروية وحقول الأرز على طول نهر النيجر توفر الظروف البيئية الدافئة والرطوبة التي تفضل تداول البكتيريا مع وجود مضيفات الثدييات مثل القوارض ورطوبة التربة التي يحافظ عليها الإنسان والمياه الحرة. تؤكد على الدور الحاسم المحتمل لبستنة السوق الحضرية في علم وبائيات داء البريميات، لأن البستنة تمتد بسرعة داخل مدن معظم البلدان النامية وحولها. في أفريقيا جنوب الصحراء الكبرى، تعتبر هذه المدن الخضراء المزروعة بمثابة ورقة رابحة للوصول إلى تحدي في

القضاء على الجوع. تشير الابحاث إلى أهمية البستنة السوقية في الحفاظ على داء البريميات وتداوله داخل مدن الساحل (Dobigny et al, 2015) وبالنظر إلى طريقة انتقال داء البريميات خلال بول الحيوانات، كشفت أبحاث أن العديد من المرضى أبلغوا عن تعرضهم للحيوانات. أولئك الذين يعتمدون على ماشيتهم لأسباب مالية كشفوا عن إحضار حيواناتهم إلى المنزل من أجل منع موت الحيوانات أو فقدانها أثناء الفيضانات وبالمقابل كانت الفئران في المنزل شكوى شائعة (Dechet et al, 2012) بالمقابل فإن الإدارة غير السليمة في التخلص من النفايات وتراكم القمامة يجتذبان الفئران، والتي ترتبط بانتشار عدوى داء البريميات بين سكان المدن (Abdul Mutalip et al, 2019)، إن العديد من أنواع الحيوانات البرية والداجنة قد تكون بمثابة شركات نقل أو مضيفات صيانة لليبتوسيرا، بما في ذلك الثروة الحيوانية، فهي قد تسبب خسائر إقتصادية فادحة بسبب الإجهاض، أو ولادة جنين ميت، أو انخفاض إنتاج الحليب. قد يكون البشر اكتساب العدوى من خلال الاتصال المباشر مع الحيوانات المصابة أو من خلال الاتصال غير المباشر معها عبر الماء والتربة الملوثة بالبول التي تسقط فيها الحيوانات البكتيريا. في دراسة في البرازيل وجد أن التغذية على المراعي و/أو السد و/أو الجدول مثل مصدر المياه، كانت أيضا عوامل خطر لانتشار العدوى البريمية في الثروة الحيوانية بغض النظر عن أحداث الفيضانات التي تحدث. إن ارتفاع توزيع العدوى البريمية في الماشية يمكن أن يكون ناتج عن هطول المستمر للأمطار والفيضانات في المنطقة المتضررة حيث الحيوانات كان لديه فرصة كبيرة للتعرض للتلوث الماء، و توجد عوامل أخرى مثل توزيع الحيوانات في منطقة ما، وكثافة تخزين الحيوانات، وحركة الحيوانات والمسافة من مزرعة إلى أخرى كما كان لها دور فعال في انتشار المرض (Abdul Rahman et al, 2020)، ومن جهة أخرى يرتبط داء البريميات إلى حد كبير بالفقر ويتم الإبلاغ عن أوبئة كبيرة من داء البريميات الحاد في الأحياء الفقيرة الحضرية في البلدان النامية، حيث يتم تقييم تأثير العوامل الاجتماعية والاقتصادية والتدرج البيئي على عدوى داء البريميات. حيث كان انخفاض دعم الرعاية الاجتماعية المتعلق بالأزمة الاقتصادية 2008-2009 واضحا في صقلية وباليرمو واقرنهما بارتفاع معدل البطالة. يتضح انخفاض الرعاية الاجتماعية في باليرمو وصقلية، مع وجود عدد كبير من العاطلين عن العمل، لا سيما بين جيل

الشباب، ويتمثل عامل خطر آخر لداء البريميات في مدينة باليرمو في عدد سكان، حيث يوجد حوالي 10 آلاف ضال يتغذى على حاويات القمامة مع الانتشار الجزئي لداء البريميات يتراوح من 15 إلى 18% من المحتمل أن تسهل مشكلة تجمع النفايات في باليرمو زيادة عدد القوارض. إذ تم الإبلاغ عن وجود علاقة مباشرة بين تراكم القمامة في الشوارع وحالات داء البريميات البشري في مدينة مرسيليا (Vitale et al, 2018).

من ناحية أخرى، فإن معدلات الإصابة ب V.Cholerae أكبر بكثير في المناطق التي تعاني من سوء الصرف الصحي. عندما تعتمد المجتمعات على مصادر المياه البيئية غير المعالجة للاستحمام والطهي ومياه الشرب، فإن الابتلاع العرضي لمجذافيات الأرجل، التي تحمل "جرعة" عالية من V.Cholerae، يمكن أن يؤدي إلى حدوث عدوى. وبالمثل فإن احتمال استهلاك جرعة معدية يكون أعلى عندما يحدث إزهار مجذافيات الأرجل في الماء على الرغم من أن V.Cholerae غالبا ما يتم اكتشافها في مصبات الأنهار والمحار. وجد أن استهلاك المحار الخام أو المطبوخ بشكل غير صحيح الذي يؤدي V.Cholerae، وليس مياه الشرب الملوثة، يسبب حالات متفرقة من الإسهال وتسمم الدم العرضي الذي يحدث (Lipp et al, 2002) قد يكون استهلاك المأكولات البحرية الملوثة مسؤولا أخيرا عن ظهور العدوى. وبسبب اعتماد الجرعة والاستجابة لكل من مسببات الأمراض، يمكن تفسير الظهور المتفجر لعدوى الضمة في المراحل الأولى من الأوبئة من خلال تناول المأكولات البحرية الملوثة بكميات كبيرة من الضمة. قد يكون اكتساب حالة فرط العدوى من قبل V.Cholerae الناتجة عن مرورها عبر البشر قد حفز التطور السريع لمرض الكوليرا في المناطق الداخلية المرتبطة بانتقال العدوى من إنسان إلى آخر (Martinez-Urtaza et al, 2008).

بعض البحيرات هي مواقع لإنتاج المحار بشكل كبير، وقد أظهرت الأبحاث السابقة وجود

V.Parahaemolyticus و V.Vulnificus في بلح البحر والمحار. ومن الواضح أن صيد المحار من البحيرات التي انخفضت فيها الملوحة بشكل كبير قد يحتوي على أعداد كبيرة بشكل خطير من تركيزات الضمة المسببة للأمراض البشرية التي تشكل خطرا كبيرا على الصحة العامة،

في فرنسا تم الإبلاغ عن 100 حالة إصابة بعدوى (*V.Parahaemolyticus*) في عام 2001م، بعد استهلاك بلح البحر المستورد من أيرلندا. منذ ذلك الحين، تم وصف حالات متفرقة فقط من عدوى الضمة (**Esteves et al, 2015**). وفي دراسة أجريت في إيطاليا أبلغ عن مياه الصنبور كخزان للبكتيريا التي يمكنها استعمار الأمعاء البشرية. بالمقابل في البلدان المنخفضة والمتوسطة الدخل التي تفتقر إلى خدمات المياه البلدية، تم التحقيق في الجودة الميكروبيولوجية لمصادر مياه الشرب. ومع ذلك فقد أسفرت الدراسات القليلة التي أجريت عن بكتيريا ذات إمكانات مسببة للأمراض، بما في ذلك *Salmonella Enterica Serovar Typhi*, *S.Paratyphi*, *E.Coli*، من خلال إثبات ارتفاع إجمالي الأعداد القولونية واستعادة الإشريكية القولونية التي يحتمل أن تكون مسببة للأمراض، تضاف هذه النتائج إلى الأدلة التي تشير إلى احتمالية أن المياه المنزلية غير آمنة في إبادان (نيجيريا) وقدرتها على زيادة تفاقم انتقال الأمراض البرازية الفموية المتنقلة عن طريق المياه (**Akeem et al, 2022**) في دراسات أخرى، تظهر أن آثار ديناميكيات هطول الأمطار ودرجة الحرارة على خطر الإصابة بأمراض السالمونيلا الغازية. و يقيد ضعف البنية التحتية وارتفاع معدل الفقر في بلانتير (ملاوي) إمكانية الحصول على المياه النظيفة والصرف الصحي المناسب لعدد كبير من السكان، وخاصة السكان الأكثر فقرا، مما يجعل المدينة عرضة للأحداث المناخية وعواقبها على الصرف الصحي (**Thindwa et al, 2019**). بالمقابل في وباء كبير من حمى التيفوئيد في طاجيكستان، ارتبطت عدوى *S.Typhi* بشرب ماء الصنبور غير المغلي. ووجد أيضا أن العيش في منزل به مجاري مفتوحة كان مرتبطا بتواجد حمى التيفوئيد. ارتبط العاطل عن العمل أو الحصول على وظيفة بدوام جزئي بزيادة خطر الإصابة بحمى التيفوئيد، في التحليل متعدد المتغيرات، مما يشير إلى أن هذا عامل خطر مستقل لحمى التيفوئيد. قد تفسر عوامل غير معروفة مرتبطة بقوة بالبطالة أو العمل بدوام جزئي هذه النتيجة (**Hussein et al, 2001**). كما وجد في دراسة أن هناك ارتباط بين تأثير الفيضانات على حدوث الزحار والمستوى الاقتصادي المحلي. يقال إن الفيضانات تميل إلى التسبب في زيادة حالات الإصابة بالزحار في البلدان النامية في حين أن الأدلة المماثلة نادرة نسبيا في المناطق المتقدمة. ويكشف أن أوبئة الأمراض لا تحدث إلا إذا كانت الفيضانات تؤثر بشكل مباشر على

أمن إمدادات المياه. أدت الفيضانات المصاحبة للأمطار الغزيرة والأعاصير في موزمبيق (إفريقيا) إلى تعطيل كل من إمدادات المياه وخدمات الصرف الصحي، مما أدى إلى تفشي الزحار وبالمقارنة، لم تتسبب الفيضانات في جنوب تكساس بالولايات المتحدة الأمريكية في عام 2007م في أضرار كبيرة لخدمات المياه أو خدمات الصرف الصحي، ولم يتم الإبلاغ عن أي حالات لدوسنتاريا (Wu et al, 2020).

5- التأثير من خلال الأنشطة والسلوكيات البشرية

يهدد تغير المناخ، وخاصة زيادة الجفاف، الوصول إلى المياه والصرف الصحي والنظافة الصحية الفعالة واستيعابها، مما يؤدي إلى زيادة مخاطر الإسهال. بالإضافة إلى ذلك قد يؤدي نقص المياه النظيفة أثناء الجفاف إلى انخفاض في توافر المياه للنظافة الشخصية والصرف الصحي، حيث يجب إعطاء الأولوية للمياه الكافية للشرب، مما يؤدي إلى زيادة التعرض لمسببات الأمراض المعوية. كما تم التحقيق في العلاقة بين الجفاف والهجرة وانعدام الأمن الغذائي في دراسات سابقة. وفي ظل تغير المناخ، من شأن زيادة تواتر الجفاف أن يؤدي إلى تفاقم تدهور الأراضي، والحد من الإنتاج الزراعي، وزيادة البطالة في المناطق الريفية، وبالتالي تفاقم انعدام الأمن الغذائي للأسرة ويحتمل أن تزيد من خطر سوء التغذية والإسهال. الهجرة هي استجابة لتدهور سبل العيش الريفية قد تكون بمثابة استراتيجية تكيف تبين أنها تحسن الأمن الغذائي، على الرغم من أن اختيار هذه الهجرة المرتبطة بالجفاف قد يكون مشروطا بالسياق الاقتصادي والسياسي والاجتماعي المحلي. ومع ذلك تشكل الهجرة القسرية تهديدا بانعدام الأمن الغذائي والمائي. يمكن أن يزيد من خطر الإسهال (Wang et al, 2022)، ان الحفاظ على ظروف المياه الصحية هو أيضا مشكلة أثناء ظروف الجفاف، عندما تصبح الملوثات مركزة في المياه المتاحة. بالإضافة إلى ذلك، قد تزداد احتمالية الاستخدامات المتعددة في المسطحات المائية (على سبيل المثال، للتنظيف والاستحمام والشرب) أثناء الجفاف وبالتالي تزيد من خطر التلوث والتعرض (Lipp et al, 2002)، وهذا يشير إلى أن السكان الأكثر عرضة للخطر قد يكونوا مزارعين وكذلك جميع الأشخاص الذين هم على اتصال وثيق بمياه النهر لأنشطتهم اليومية (مثل الصيد وغسل الملابس والأطباق والاستحمام وما إلى ذلك) (Dobigny et al, 2015)، يمكن

أن تتفاقم المخاطر أيضا بسبب عوامل مثل الممارسات الزراعية التي تشمل استخدام روث الحيوانات في الأراضي الزراعية (Akeem et al, 2022), وقد تركز المراحض مسببات الأمراض، إذا لم يتم إغلاقها، يمكن أن تفيض أثناء هطول الأمطار الغزيرة، مما يزيد من التعرض لمسببات الأمراض (Carlton et al, 2014), قد تواجه المجتمعات ذات معدلات التغوط المرتفعة في العراء مزيدا من تشتت و انتشار الملوثات الميكروبية أثناء أحداث هطول الأمطار المنتظمة (Akeem et al, 2022; Carlton et al, 2014), أيضا يحدث التعرض للمياه الملوثة عن طريق النشاط البدني أثناء الظواهر الجوية المتطرفة المرتبطة بالمياه و يحدث اتصال أكثر شيوعا بمياه الفيضانات أثناء الخوض أو أثناء عملية التنظيف (Cann et al, 2013).

يظهر داء البريميات في عدت مجموعات رئيسية من بينها الذي ظهرت على مدى العقود الأخيرة، و هو التعرض الترفيهي، بما في ذلك سياحة والمغامرات وأنشطة الرياضات المائية وملكية الحيوانات الأليفة والبستنة (Dobigny et al, 2015; Smith et al, 2013), أن الأنشطة الترفيهية، مثل السباحة في المياه العذبة، وصيد الأسماك، أو الأحداث الرياضية ترتبط بداء البريميات السريري في البلدان المتقدمة، لوحظت حالتان من داء البريميات الحاد، في سائحين أستراليين شابين وأصحاء، بعد أن غطسا في البحيرة، وهي ممارسة غير قانونية لا يؤديها المواطنون المحليون في باليرمو، إيطاليا (Vitale et al, 2018). في البلدان المتقدمة، حدث المزيد من حالات الفاشيات بسبب المشاركة في الأنشطة الترفيهية والأنشطة المتصلة بالمياه. بالإضافة إلى ذلك كانت هناك حالات مرتبطة بأنشطة الغابة والمغامرة بما في ذلك المشي لمسافات طويلة والكهوف والرياضات المائية المتطرفة (Abdul Mutalip et al, 2019). بالمقابل إن البلدان الاستوائية تستفيد من شعبية متزايدة كوجهات لرحلات وقضاء العطلات، وغالبا ما تكون الأنشطة الرياضية ذات المخاطر العالية للإصابة، مثل ركوب الرمث وتتبع الغابات والكهوف. ولا سيما جنوب شرق آسيا وأمريكا اللاتينية، حيث ترتفع الحوادث، إذ أن هذه الأماكن تحظى بشعبية كبيرة للسياح. وهذا يؤدي إلى ارتفاع استيراد حالات داء البريميات إلى العالم الصناعي (Hartskeerl et al, 2011).

تعتبر *V.Cholerae*, *V.Parahaemolyticus* و *V.Vulnificus* مسؤولة عن غالبية العدوى المتعلقة باستهلاك المحار النيء في الولايات المتحدة وتؤدي أيضا إلى عدوى الجروح المفتوحة أثناء التعرض الترفيهي، مثل السباحة وصيد الأسماك (Lipp et al, 2002) .

تبدأ أولى فاشيات الكوليرا في الربيع بالقرب من المناطق الساحلية حيث أن حركة مياه البحر الغنية بالعوالق شمالا ومع زيادة ملوحة بيئة مصبات الأنهار تساعد على زيادة نمو ووفرة بكتيريا الكوليرا في ممرات الأنهار. إن الاستخدام الواسع لمياه النهر هذه للري والصرف الصحي والاستهلاك يعرض المجتمعات النهرية للأمراض المعدية (Akanda et al, 2011) ، وفي الدراسة سابقة وجد انه قد يؤثر انخفاض هطول الأمطار على حدوث الكوليرا من خلال التغيرات في إمدادات المياه وسلوكيات النظافة. وعلى الرغم من أنه لا يتوقع حدوث ندرة حادة في مياه الشرب في دكا، فإن المياه السطحية قد يكون لها بعض التأثير. تعتمد نسبة معينة من سكان دكا على المياه السطحية للغسيل والاستحمام، مما قد يزيد بالتالي من خطر التلوث والتعرض للكوليرا أثناء انخفاض هطول الأمطار، ويرجع ذلك جزئيا إلى أن احتمال الاستخدامات المتعددة في جسم مائي قد يزداد عندما تكون كمية المياه السطحية شحيحة (Hashizume et al, 2008).

ومن المحتمل أن يكون هناك خطر أكبر بكثير لتعرض *V.Vulnificus* أثناء الأنشطة الترفيهية (الملوحة منخفضة جدا لنمو المحار) في نهر Waccamaw الولايات المتحدة الأمريكية لأن *V.Vulnificus* سيحدث بشكل متكرر على مدار العام. وجد أنه أكثر من 45% من أمراض *V.Vulnificus* الحالية ناتجة عن التهابات الجروح التي يتم التعرض إليها أثناء الأنشطة الترفيهية التلامسية وعلى عكس أمراض المأكولات البحرية التي تحدث بشكل أساسي في الأفراد الذين يعانون من ضعف المناعة، إذ تحدث التهابات الجروح بشكل متكرر في الأفراد الأصحاء الذين يمارسون النشاطات (Deeb et al, 2018). في عامي 1994 و1995م، تم تتبع 39 مريضا من أمراض *V.Vulnificus* إلى مناطق محددة لحصاد المحار. من بين هؤلاء، تم تتبع 20 إما إلى بلاك باي، لوس أنجلوس، أو خليج أباتشيكولا، فلوريدا. إن مساهمة هذه المناطق في إجمالي الحصاد الخليجي للمحار خلال الفترات الدافئة من السنة، عندما تحدث معظم الحالات، هي صلة محتملة لحالات *V.Vulnificus* المرتبطة بالمحار بهذه المواقع. لسوء الحظ لا توجد بيانات

إحصائية لتحديد الحصاد بدقة من مناطق محددة والنسبة المئوية للمحار من كل منطقة التي يتم فيها استهلاكه نيئة (Motes et al, 1998). من جهة أخرى تحدث فاشيات داء الشيغيلا المرتبط بمياه الشرب واستخدام المياه الترفيهية في أشهر الصيف الدافئة. ويؤدي الطقس الحار إلى ارتفاع استهلاك المياه، ويعزز السباحة في الهواء الطلق، واستخدام المياه الترفيهية الأخرى، وغيرها من الأنشطة الخارجية. قد يزداد الانتشار من شخص لآخر أيضا بسبب الأماكن القريبة وسوء النظافة في الأنشطة الخارجية، مثل التخييم أو السباحة، وقد يؤدي الانتشار من شخص لآخر إلى تضخيم الفاشيات (Nuova et al, 2007)، بالمقابل يمكن أن يقترن انتقال الدورة القصيرة في الغالب ل INTS داخل الأسرة، ربما عندما يكون من المحتمل أن يقضي معظم الأفراد وقتا في الداخل في بداية هطول الأمطار. في المقابل، قد تعكس الآثار الأكثر تأخرا لهطول الأمطار على التيفوئيد، مسارا سريريا أبطأ وفترة حضانة التيفوئيد. جنبا إلى جنب مع وقرة أكبر للبكتيريا على البقاء والتكاثر في خزانات المياه في البيئة الأوسع، ودور أكبر لانتقال العدوى في الدورة الطويلة خارج الأسرة المعيشية من خلال السلوك البشري مثل المحاصيل الموسمية وأنشطة الحصاد والرعاية النهارية والالتحاق بالمدارس (Thindwa et al, 2019). اظهرت نتائج دراسة اجريت سابقا في اندونيسيا أن النظافة الشخصية للحالات كانت أقل جودة من النظافة الضابطة، على سبيل المثال، الحالات لم تغسل أيديهم أبدا أو نادرا قبل تناول الطعام أو استخدمت كميات أقل من المياه النظيفة. ارتبطت العادات الصحية غير الكافية بحاملي مسببات الأمراض المعوية البكتيرية في العائلات التي لديها أطفال يعانون من حمى التيفوئيد. تتم إزالة السالمونيلا الموجودة على أيدي ناقلات بسهولة عن طريق غسل اليدين بالماء والصابون. بالمقارنة مع الضوابط، وجد ايضا انه غالبا ما تأكل الحالات في الهواء الطلق في كشك طعام في الشارع أو بائع طعام متنقل وكان هذا عامل خطر محتمل للإصابة بحمى التيفوئيد في أوجونغ باندانغ. إن هذه الحالات في كثير من الأحيان تستهلك مكعبات الثلج في المشروبات من الباعة المتجولين. عادة ما يشتري بائعو الشوارع في سيمارانج الثلج ككتل كبيرة من المصانع التي تنتج الثلج لمصايد الأسماك، وليس للاستهلاك البشري تستخدم مصانع الثلج المياه غير المغلية وغير المكلورة لإنتاج الثلج، لم يتم اختبار الماء الذي صنعت منه مكعبات الثلج، لكنه محتمل أن يكون

التلوث البكتيري لمكعبات الثلج في الإنتاج وكذلك سلسلة التوزيع. على الرغم من أن الطريقة الدقيقة للتلوث غير معروفة، إلا أنه ينبغي مراعاة إمكانية دور بائعي الثلج في الشوارع الذين يحملون S.Typhi في تلويث المشروبات المثلجة. نظرا لأن السالمونيلا يمكنها أن تعيش لفترات طويلة في الجليد، فإن مكعبات الثلج من بائعي الثلج في الشوارع هي مصدر محتمل للإصابة ب S.Typhi، وتدعم هذه البيانات نتائج دراسة أخرى ارتبط فيها استهلاك المشروبات المثلجة المنكهة في سانتياغو، والفلبين أو الآيس كريم في باكستان بالإصابة بحمى التيفوئيد. في إندونيسيا لا يحصل بائعو الأغذية المتجولون عادة على مياه الشرب والصرف الصحي الجيد. بالمقابل لا يحتاجوا بائعو الشوارع إلى تصاريح صحية ولا يقوم مسؤول الصحة بفحص طعامهم أو مشروباتهم بانتظام (Hussein et al, 2001)، ومن جهة أخرى قد تجعل ندرة المياه من الضروري استخدام مصادر المياه العذبة ذات النوعية الرديئة، مثل مياه الأنهار. حيث يمكن أن تؤدي مثل هذه الحوادث إلى زيادة حدوث الأمراض المنقولة بالمياه، بما في ذلك الزحار. من بين 25 فاشية للزحار خلال الفترة 1994-1995م في مقاطعة تشجيانغ، الصين، كان سبب 18 منها أشخاص يغسلون في مياه الأنهار الملوثة (Wu et al, 2020).

6- التحضر

إن العوامل الاجتماعية والاقتصادية والسياسية التي تؤدي إلى زيادة التعرض البشري، قد تؤثر على حدوث داء البريميات. في الواقع، في نهاية 20 قرن، لوحظت فاشيات واسعة النطاق في المناطق الحضرية والريفية من داء البريميات في جميع القارات تقريبا. وكثيرا ما تحدث هذه الفاشيات التي تشمل آلاف الحالات ومئات الوفيات في الأحياء الفقيرة الطرفية للمدن الكبيرة. إن تزايد عدد سكان العالم والتحضر السريع الذي نشهده في القرن 21 سوف تتكرر فيه مثل هذه الأحداث (Hartskeerl et al, 2011) غالبا ما يرتبط داء البريميات بالمناطق الحضرية المحرومة حيث يزيد سوء الصرف الصحي مع ارتفاع التفاعلات بين القوارض والإنسان من خطر انتقال المرض إلى الإنسان. مع الأخذ في الاعتبار النمو المثير للإعجاب للمدن الأفريقية، يتميز هذا التحضر السريع بالعديد من المستوطنات غير الرسمية وعدم كفاية الخدمات الصحية. في البلدان النامية، تم العثور على معدلات إصابة عالية في المدن، بشكل أساسي داخل المناطق

الحضرية المحرومة التي تظهر عادة سوء الصرف الصحي وحيث توجد القوارض بكثرة، وهنا نشير إلى سياق آخر محتمل لخطر الإصابة بعدوى اللبتوسبيريا في المناطق المدارية، وهو مناطق حدائق السوق التي تحيط بمعظم المدن في البلدان النامية (Dobigny et al, 2015)، بالمقابل تتعرض العديد من مناطق العالم بشكل متزايد لعدوى داء البريميات والأمراض بسبب تغير المناخ والاحترار العالمي والكثافة الحضرية العالية والفقر (Vitale et al, 2018)، يميل داء البريميات إلى الظهور في البيئات الحضرية المزدهمة حيث توجد القوارض، لا سيما في وجود الفقر والازدحام وعدم كفاية البنية التحتية و سوء الصرف الصحي (Smith et al, 2013)، يعرف داء البريميات بأنه مرض ريفي ولكن العدوى يمكن أن تحدث أيضا في المناطق الحضرية المرتبطة بالأحياء الفقيرة في المناطق الحضرية. ويصاب هؤلاء السكان المعرضون للإصابة بداء البريميات من الاتصال المباشر أو غير المباشر بالجرذان والبيئات البيئية السيئة حيث يتعرض الصرف الصحي والنظافة للخطر. ومع ذلك فقد تغيرت ديناميكية المرض وانتقاله مع الإبلاغ عن المزيد من الفاشيات المتفرقة في المدن الداخلية بسبب العامل المناخي والتحضر السريع والتنمية. في السنوات الأخيرة شوهد ظهور داء البريميات وانتشاره في المناطق الحضرية في البلدان المتقدمة، ولا سيما البلدان الأوروبية (Abdul Mutalip et al, 2019). علاوة على ذلك، ومع التحضر المتزايد الذي ظهر مؤخرا، من المرجح أن تزداد وتتوسع الأحياء الفقيرة عالية الكثافة وستوفر أرضا خصبة لكل من طرق انتقال السالمونيلا ذات الدورة القصيرة (داخل الأسرة) والدورة الطويلة (البيئية) (Thindwa et al, 2019) ومن جهة أخرى كانت حمى التيفوئيد سببا هاما للمرض والوفاة في الظروف الحضرية المكتظة وغير الصحية في الولايات المتحدة وأوروبا في القرن 19. أدى توفير المياه النظيفة وأنظمة الصرف الصحي الجيدة إلى انخفاض كبير في حدوث التيفوئيد في هذه المناطق (Christopher et al, 2002).

خاتمة

أظهرت معظم الأدبيات العلمية التي إطلعنا عليها في هذه الدراسة إيجابية تأثير الاحتباس الحراري على زيادة إنتشار الأمراض البكتيرية المنقولة عن طريق المياه، مع تفاوت في نسبة التأثير. إذ أن الظواهر المناخية المتطرفة تعمل على زيادة انتشار الأمراض البكتيرية وتوسعها إنتشارها الجغرافي، حيث توصلت أغلب الدراسات إلى أن كل من زيادة درجة الحرارة والفيضانات والأمطار الغزيرة وظاهرة النينو كان لها دورا مهم في زيادة نشاط معظم البكتيرية المسببة للأمراض وانتشارها، إذ أن تأثير درجة الحرارة الناتج عن الاحترار العالمي يتضح في المناطق الساحلية في توفير بيئة دافئة تعمل على زيادة نشاط هذه البكتيرية أما بالنسبة للمناطق الداخلية يتضح تأثير الحرارة من خلال موجات الجفاف التي تسبب ندرة في المياه ونتج عنها زيادة في تراكيز مسببات الأمراض البكتيرية في الوسط. بالمقابل وجدنا أن الفيضانات والأمطار الغزيرة كانت تعمل على تعديل ملوحة الوسط المائي لبعض الضمات من جهة ومن جهة أخرى كانت مياه الفيضانات والأمطار تحمل البكتيرية الممرضة وتساهم في زيادة انتشارها، كما لاحظنا الدور الثنائي للأمطار، حيث أن الأمطار التي تعقب فترة جفاف كانت تعمل على زيادة تنشيط البكتيرية المتراكم في الوسط، أما الأمطار التي تعقب فترة رطوبة كانت تلعب دور مطهر حيث تخفف من تركيز مسببات الأمراض في البيئة. كما ساهمت ظاهرة النينو في نقل الضمات الاسيوية الى السواحل الامريكية وشوهد نقشي كبير للأمراض في بعض المناطق من العالم مصاحبه لحلقة النينو كما لعبت الظروف الاجتماعية والاقتصادية دورا كبيرا في زيادة نقشي الأمراض البكتيرية وذلك من خلال ضعف وتدهور البنية التحتية في بعض المناطق من الدول النامية أو الازمات الاقتصادية التي تخلف وراءها آفات إجتماعية تفتقر إلى الرعاية الصحية. من جهة أخرى ساهمت بعض أنشطة وسلوكيات البشرية في تعزيز إنشار الأمراض البكتيرية في الوسط المعيشي من خلال نقص الوعي وسوء النظافة الشخصية. بالإضافة إلى دور التحضر السريع في اغلب القارات الذي نتج عنه مستوطنات غير رسمية وأحياء فقيره تفتقر الى أبسطه متطلبات الحياة وعدم كفاية الخدمات الصحية فيها كل هذه الظروف لعبت دورا كبير في زيادة انتشار الأمراض البكتيرية وانتقالها. يعد تحسين فهم تأثير مختلف الظواهر الجوية المتطرفة المتصلة بالمياه على الأمراض البكتيرية

المنقولة بالمياه خطوة مهمة نحو إيجاد طرق للتخفيف من المخاطر. في الوقت الذي يتوقع أن يؤدي فيه تغير المناخ إلى زيادة تواتر وشدة الظواهر الجوية المتطرفة المرتبطة بالمياه في العديد من المناطق، فإن فهم تأثير هذه الأحداث والحد منه أمر حيوي لصحة الكثيرين، إذ يعزز تصميم أنظمة الإنذار المتكاملة، ويعزز تطوير خوارزميات فعالة للكشف عن الفاشيات. على الرغم من أن الموسمية هي سمة معروفة للعدوى المعوية، إلا أن الأدوات التحليلية البسيطة لفحص وتقييم ومقارنة الأنماط الموسمية محدودة. في أوروبا، بدأ النظام الأوروبي للتوعية بالفيضانات (EFAS) في عام 2002 للتحذير من الفيضانات النهرية، منذ عام 2012، نجحت EFAS في التنبؤ بتوقيت الفيضانات وحجمها. وينبغي تطوير أنظمة التنبؤ العالية الدقة هذه للظواهر الجوية المتطرفة في مناطق أخرى. إن استخدام التنبؤ المتقدم بالطقس الذي يأخذ في الاعتبار بشكل شامل كل من آثار تغير المناخ والظواهر الجوية المتطرفة هو المفتاح لتوقع حدوث بعض الأمراض في المستقبل بدقة، ويمكن حل التوتر بين المعرفة المعاصرة والتوقعات المستقبلية جزئياً عن طريق نشر تحذير عالمي - أي من خلال القول بأن التوقعات المستقبلية قد تكون صحيحة. وبالنظر إلى أوجه عدم اليقين المستقبلية فيما يتعلق بسيناريوهات تغير المناخ، فمن المستبعد جداً أن يظل أي شيء على حاله خلال العقود القادمة. كما سيكون للأنشطة البشرية المرتبطة بتغير المناخ أو المستقلة عنه تأثير، على سبيل المثال، من خلال الكشف المبكر عن الحالات إلى جانب المساواة في الحصول على الأدوية. ولذلك فإن الهدف من البحوث القائمة في مجال تغير المناخ والصحة ليس إعطاء استنتاجات نهائية بل التوصل إلى استنتاجات مؤقتة تغذي الجولة التالية من الإسقاطات التي يمكن أن تنظر في مجموعة من التدخلات الطبيعية والبشرية.

"المبدأ التحوطي" كما هو مطبق على نطاق واسع على العلوم البيئية، وتحديدًا على تغير المناخ مهم أيضاً من حيث فهم سبب أهمية أبحاث تغير المناخ. بموجب هذا المبدأ، ليس من الضروري أن نفهم تماماً العوامل التي تدعم وتساهم في حالة معينة من أجل اتخاذ إجراء. ومع ذلك، من المهم أيضاً إدراك أن أي إجراء معين يمكن أن يكون له عواقب غير مقصودة والحلول الموسعة خطياً لا تعمل دائماً على النحو المنشود عبر جميع مستويات التدخل. وبالتالي، فإن

تطبيق المبدأ التحوطي فيما يتعلق بالإجراءات ضد تغير المناخ، أو أي مجال آخر وارد في أهداف التنمية المستدامة، قد لا يكون كافيا لضمان مستقبل خال من أمراض

أن العبء الرئيسي للأمراض البكتيرية المنقولة عن طريق المياه يقع على البلدان النامية، فإن هناك حاجة إلى وجود آليات تقنية ومالية لضمان كميات كافية من المياه ذات النوعية الجيدة والتخلص من مياه الصرف الصحي والنظافة الصحية للجميع. وسيكون ذلك ضروريا لمنع الاعتلال والوفيات الزائدة في المناطق التي ستعاني من تغيرات كبيرة في المناخ المستقبلا. حيث خلص باحثو الصحة العامة البيئية إلى أن النتائج الصحية الضارة ستهيمن في ظل هذه الظروف المناخية المتغيرة. إن عدد المسارات التي يمكن أن يؤثر من خلالها تغير المناخ على صحة السكان يجعل هذا التهديد الصحي البيئي أحد أكبر التهديدات في القرن الجديد. يلعب الموقع الجغرافي دورا مؤثرا في الآثار الصحية الضارة المحتملة الناجمة عن تغير المناخ، وبعض المناطق والسكان أكثر عرضة من غيرهم للآثار الصحية المتوقعة. وهناك نوعان من الاستراتيجيات المتاحة للاستجابة لتغير المناخ: سياسات التخفيف (التي تهدف إلى الحد من انبعاثات غازات الدفيئة) وتدابير التكيف (المتعلقة بالتأهب للآثار المتوقعة)

هناك نوعان من الاستراتيجيات المتاحة للاستجابة لتغير المناخ. الأول، المعروف باسم التخفيف، يتوافق مع الوقاية الأولية، والثاني، المعروف باسم التكيف، يتوافق مع الوقاية الثانوية (أو التأهب).

يشير التخفيف إلى الجهود المبذولة لتحقيق الاستقرار أو الحد من إنتاج غازات الدفيئة. ويمكن تحقيق هذا الهدف من خلال السياسات والتكنولوجيات التي تستفيد من إنتاج الطاقة الأنظف (مثل الطاقة الشمسية وطاقة الرياح، والطاقة الحيوية) وخفض الطلب على الطاقة المرتبط بحرق الوقود الاحفوري. وبالمثل، فإن سياسات النقل التي تعزز المشي وركوب الدراجات والنقل الجماعي والسيارات الموفرة للوقود تؤدي إلى انبعاثات غازات أقل من غازات الدفيئة (GHGs) مقارنة باعتماد الولايات المتحدة الحالي على السيارات الضخمة غير الفعالة في استهلاك الوقود. تلعب المكاسب في كفاءة الطاقة أيضا دورا في الحد من غازات الدفيئة. ويهدف الجانب الأخير من التخفيف إلى التعجيل بإزالة غازات الدفيئة من الغلاف الجوي للأرض. تعتبر بالوعات ثاني أكسيد

الكربون مثل الغابات فعالة في هذا الصدد، لذا فإن سياسات استخدام الأراضي التي تحافظ على الغابات وتوسعها هي أداة مهمة في التخفيف من تغير المناخ العالمي.

يشير التكيف إلى الجهود المبذولة للحد من آثار تغير المناخ على الصحة العامة. على سبيل المثال، إذا توقعنا حدوث أحداث مناخية قاسية مثل الأعاصير، فإن الاستعداد من قبل سلطات إدارة الطوارئ والمرافق الطبية يمكن أن يقلل من المراضة والوفيات. وهذا يفترض بذل جهود صارمة في تقييم الضعف، لتحديد الأحداث المحتملة، والسكان المعرضين للخطر، وفرص الحد من الضرر. يمكن لأنظمة مراقبة الصحة العامة الكشف عن تفشي الأمراض المعدية في المناطق المعرضة للخطر، وهو شرط أساسي للمكافحة المبكرة. العديد من تحديات الصحة العامة الحالية، مثل الوفيات الناجمة عن موجات الحرارة والفيضانات وتلوث الهواء، سوف تتضخم بسبب تغير المناخ. وبالتالي فإن الكثير من التأهب يمكن أن يبني على تحليلات نقاط القوة والضعف في جهود الوقاية الحالية وإعادة التفكير في العتبات المحتملة التي قد تتغير في المستقبل (على سبيل المثال، التغير المتوقع في حجم جريان مياه العواصف، أو تواتر موجات الحرارة).

قائمة المصادر والمراجع

1-المراجع العربية

- أحمد شرين. اسباب الاحتباس الحراري. على موقع موضوع. 2022.
- أزهار حسن عبد الرحمان. ظاهرة الاحتباس الحراري: الاسباب، التداعيات، ومقترحات الحلول. Global warming: causes, impacts, and solutions proposed. Environmental Science.2012. Corpus ID: 134825888
- الجصاني نسرین عواد. الاحتباس الحراري وتأثيره في العراق. مجلة البحوث الجغرافية. 2010. 12: 221-275.
- السروي احمد احمد. الامراض المتعلقة بالتلوث البيولوجي للماء. منظمة المجتمع العلمي العربي. 2012.
- الصائغ رافع عبد النبي ابراهيم. التقليل من آثار الاحتباس الحراري. مجلة البحوث الجغرافية. 2011. 13: 423-458.
- براهيمى خلود, مسعودي بلقيس احلام. ظاهرة الاحتباس الحراري كمشكلة بيئية وآثارها على القانون الدولي. مذكرة تخرج لنيل شهادة ماستر. كلية الحقوق والعلوم السياسية. قسم الحقوق. جامعة العربي بن مهيدي بأم البواقي. 2021.
- حلواجي أمامة , دبات سعاد. مساهمة في انتشار وباء الحمى التيفية في منطقة وادي سوف. مذكرة تخرج لنيل شهادة ماستر كلية علوم الطبيعة والحياة . قسم البيولوجيا . جامعة الشهيد حمة الاخضر الوادي. 2017.
- سامي الطيب ادريس محمد. المسؤولية الدولية عن الاضرار البيئية لظاهرة الاحتباس الحراري. مجلة البحوث الفقهية والقانونية. 2023. 40: 1375-1456.
- فراح عز الدين. خطر الاحتباس الحراري والتغيرات المناخية على البيئة. مجلة الباحث للدراسات الأكاديمية. 2022. 09(02): 388-404. ISSN:2352-975x.
- محمد حاتم اسماعيل محمد، محمد عتباني محمد بركات، محمد المنذر الجيلي حميدة العوض، مهند الهادي عبد الرحمان آدم. دراسة عن الطاقة والاحتباس الحراري. مشروع

تخرج لنيل درجة بكالوريوس الشرف في الهندسة الكهربائية. جامعة السودان للعلوم والتكنولوجيا كلية الهندسة. 2016.

- بني مصطفى مؤمن. الاحتباس الحراري وأثره على البيئة. أي عربي. 2020.

2-المراجع الأجنبية

- Abdul Mutalip M.H., Mahmud M.A.F., Lodz N.A., Yoep N., Muhammad E.N., Ahmad A., Hashim M.H., Muhamad N.A. Environmental risk factors of leptospirosis in urban settings: a systematic review protocol. British Medical Journal Open.2019. 9(1):e023359. <https://doi.org/10.1136/bmjopen-2018-023359>
- Abdul Rahman M.S., Bejo S.K., Zakaria Z., Hassan L., Roslan M.A. Seroprevalence and distribution of leptospiral serovars in livestock (cattle, goats, and sheep) in flood-prone Kelantan, Malaysia. Journal of Veterinary Research.2020.65(1):53-58. <https://doi.org/10.2478/jvetres-2021-0003>
- Akanda A.S., Jutla A.S., Islam S. Dual peak cholera transmission in Bengal Delta: A hydroclimatological explanation. Geophysical Research Letters Hydrology and Land Surface Studies. 2009.36(19). <https://doi.org/10.1029/2009GL039312>
- Akanda A.S., Jutla A.S., Alam M., Constantin de Magny G., Siddique A.K., Sack R.B., Huq A., Colwell R.R., Islam S. Hydroclimatic influences on seasonal and spatial cholera transmission cycles: Implications for public health intervention in the Bengal Delta. Water Resources Research.2011.47(3). <https://doi.org/10.1029/2010WR009914>
- Akeem G.R., Olutayo I.F., Obasola E.F., Rotimi A.D.M., Iruka N.O. Potentially pathogenic Escherichia coli from household water in peri-urban Ibadan, Nigeria. Journal of Water Health.2022.20(7):1137–1149. <https://doi.org/10.2166/wh.2022.117>
- Allen D.M., Galway L.P., Parkes M.W., Li L.,Takaro T.K. Hydroclimatic variables and acute gastro-intestinal illness in British Columbia, Canada: A time series analysis. Journal of Water Resources Research.2014.51(2):885-895. <https://doi.org/10.1002/2014WR015519>
- Booth M. Chapter Three - Climate Change and the Neglected Tropical Diseases. Advances in Parasitology.2018.100:39–126. <https://doi.org/10.1016/bs.apar.2018.02.001>
- Bross M.H., Soch K., Morales R., Mitchell R.B. Vibrio vulnificus Infection: Diagnosis and Treatment. American Family Physician. 2007.76(4):539-544.PMID: 17853628.
- Cann K.F., Thomas D.Rh., Salmon R.L., Wyn-Jones A.P., Kay D. Extreme water-related weather events and waterborne disease. Epidemiology & Infection.2013.141(4):671–686. <https://doi.org/10.1017/S0950268812001653>
- Carlton E.J., Eisenberg J.N.S., Goldstick J., Cevallos W., Trostle J., Levy K. Heavy Rainfall Events and Diarrhea Incidence: The Role of Social and Environmental Factors. American Journal of Epidemiology.2014.179(3):344–352. <https://doi.org/10.1093/aje/kwt279>
- Cash B.A., Rodó X., Emch M., Yunus M., Faruque A.S.G., Pascual M. Cholera and Shigellosis: Different Epidemiology but Similar Responses to Climate Variability. Plos One.2014.9(9):e107223. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0107223>
- Chowdhury F., Ross A.G., Islam M.T., Nigel A., McMillan J., Qadri F. Diagnosis, Management, and Future Control of Cholera. Clinical Microbiology Reviews.2022.35(3):e00211-21. <https://doi.org/10.1128/cmr.00211-21>

- Christopher M.P., Tran T.H., Gordon D., Nicholas J.W., Jeremy J.F., Phil D. Typhoid Fever. The New England Journal of Medicine. 2002. 347:1770-1782. <https://doi.org/10.1056/NEJMra020201>
- Curriero F.C., Patz J.A., Rose J.B., Lele S. The Association Between Extreme Precipitation and Waterborne Disease Outbreaks in the United States, 1948–1994. American Journal of Public Health. 2001.91(8):1194–1199. <https://doi.org/10.2105/ajph.91.8.1194>
- Dechet A.M., Parsons M., Rambaran M., Mohamed-Rambaran P., Florendo-Cumbermack A., Persaud S., Baboolal S., Ari M.D., Shadomy S. V., Zaki S.R., Paddock C.D., Clark T.A., Harris L., Lyon D., Mintz E.D. Leptospirosis Outbreak following Severe Flooding: A Rapid Assessment and Mass Prophylaxis Campaign; Guyana, January–February 2005. Plos One. 2012. 7(7): e39672. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0039672>
- Deeb R., Tufford D., Scott G.I., Moore J.G., Dow K. Impact of Climate Change on Vibrio vulnificus Abundance and Exposure Risk. Estuaries and Coasts .2018. 41:2289–2303. <https://doi.org/10.1007/s12237-018-0424-5>
- Dobigny G., Garba M., Tatar C., Loiseau A., Galan M., Kadaouré I., Rossi J.P., Picardeau M., Bertherat E. Urban Market Gardening and Rodent-Borne Pathogenic Leptospira in Arid Zones: A Case Study in Niamey, Niger . Pols Neglected Tropical Deiseases. 2015 . 9(10): e0004097. <https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0004097>
- Effler P., Isaäcson M., Arntzen L., Heenan R., Canter P., Barrett T., Lee L., Mambo C., Levine W., Zaidi A., Griffin P.M. Factors Contributing to the Emergence of Escherichia coli O157 in Africa. Emerging Infectious Diseases. 2001. 7(5): 812-819. <https://doi.org/10.3201/eid0705.017507>
- E.P.A. Environnemental Protection Agency. climat change science . United States. 25/04/2023.
- Esteves K., Hervio-Heath D., Mosser T., Rodier C., Tournoud M.G., Jumas-Bilak E., Colwell R.R., Monfort P. Rapid Proliferation of Vibrio parahaemolyticus, Vibrio vulnificus, and Vibrio cholerae during Freshwater Flash Floods in French Mediterranean Coastal Lagoons. Applied and Environmental Microbiology. 2015 .81(21): 7600–7609. <https://doi.org/10.1128/AEM.01848-15>
- Haake D.A., Levett P.N. Leptospirosis in Humans . Part of the Current Topics in Microbiology and Immunology book series CT Microbiology. 2015. 387: 65–97. https://doi.org/10.1007/978-3-662-45059-8_5
- Hartskeerl R.A., Collares-Pereira M., Ellis W.A. Emergence, control and re-emerging leptospirosis: dynamics of infection in the changing world. Clinical Microbiology and Infection. 2011.17(4) :494-501. <https://doi.org/10.1111/j.1469-0691.2011.03474.x>
- Hashizume M., Armstrong B., Hajat S., Wagatsuma Y., Faruque A.S.G., Hayashi T., Sack D.A. The Effect of Rainfall on the Incidence of Cholera in Bangladesh. Epidemiology .2008.19(1): 103-110. <https://doi.org/10.1097/EDE.0b013e31815c09ea>
- Huang D., Guan P., Guo J., Wang P., Zhou B. Investigating the effects of climate variations on bacillary dysentery incidence in northeast China using ridge regression and hierarchical cluster analysis. Infectious Diseases. 2008. 8(130). <https://doi.org/10.1186/1471-2334-8-130>
- Hussein G.M., Dolmans W.M.V.W.M.V ., Keuter M.M. , Djokomoeljanto R.R. Poor food hygiene and housing as risk factors for typhoid fever in Semarang, Indonesia. Tropical Medicine & International Health. 2001.6(6): 484-490. <https://doi.org/10.1046/j.1365-3156.2001.00734.x>

- Hyllestad S., Iversen A., MacDonald E., Amato E., Borge B.A.S., Boe A., Sandvin A., Brandal L.T., Lyngstad T.M., Naseer U., Nygard K., Veneti L., Vold L. Large waterborne Campylobacter outbreak: use of multiple approaches to investigate contamination of the drinking water supply system, Norway, June 2019. *Eurosurveillance*. 2020.25(35):2000011. <https://doi.org/10.2807/1560-7917.ES.2020.25.35.2000011>
- Jane N.Z., Lars R., Alain F. The true burden and risk of cholera: implications for prevention and control. *The Lancet Infectious Diseases*. 2007.7(8): 521-530. [https://doi.org/10.1016/S1473-3099\(07\)70138-X](https://doi.org/10.1016/S1473-3099(07)70138-X)
- Leclerc H., Schwartzbrod L., Dei-Cas E. Microbial agents associated with waterborne diseases. *Critical Reviews in Microbiology*. 2002. 28(4):371-409. <https://doi.org/10.1080/1040-840291046768>
- Lee H.S., Hoang T.T.H., Pham-Duc P., Lee M., Delia Grace D., Phung D.C., Thuc V.M., Nguyen-Viet H. Seasonal and geographical distribution of bacillary dysentery (shigellosis) and associated climate risk factors in Kon Tam Province in Vietnam from 1999 to 2013. *Infectious Diseases of Poverty*. 2017. 6(113). <https://doi.org/10.1186/s40249-017-0325-z>
- Lipp E.K., Huq A., Colwell R.R. Effects of Global Climate on Infectious Disease: the Cholera Model. *Journal of American Society for Microbiology*. 2002. 15(4). <https://doi.org/10.1128/cmr.15.4.757-770.2002>
- Holli R. Globale warming. Nasa Earth Observatory. 2010.
- Ma W., Sun X., Song Y., Tao F., Feng W., He Y., Zhao N., Yuan Z. Applied Mixed Generalized Additive Model to Assess the Effect of Temperature on the Incidence of Bacillary Dysentery and Its Forecast. *Plos One*. 2013. 8(4): e62122. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0062122>
- Martinez-Urtaza J., Huapaya B., Gavilan R.G., Blanco-Abad V., Ansedo-Bermejo J., Cadarso-Suarez C., Figueiras A., Trinanes J. Emergence of Asiatic Vibrio Diseases in South America in Phase With El Niño. *Epidemiology*. 2008. 19(6): 829-837. <https://doi.org/10.1097/EDE.0b013e3181883d43>
- Michalak A. Study role of climate change in extreme threats to water quality. *Nature*. 2016.535: 349–350. <https://doi.org/10.1038/535349a>
- Motes M.L., DePaola A., Cook D.W., Veazey J.E., Hunsucker J.C., Garthright W.E., Blodgett R.J., Chirtel S.J. Influence of water temperature and salinity on *Vibrio vulnificus* in Northern Gulf and Atlantic Coast oysters (*Crassostrea virginica*). *Applied and Environmental Microbiology*. 1998. 64(4):1459-1465. <https://doi.org/10.1128/AEM.64.4.1459-1465.1998>
- Naumova E.N., Jagai J. S. , Matyas B., De Maria A., Macneill I. B., Griffiths J.K. Seasonality in six enterically transmitted diseases and ambient temperature. *Epidemiology & Infection*. 2007. 135(2):281–292. <https://doi.org/10.1017/S0950268806006698>
- Nichols G., Lake I., Heaviside C. Climate Change and Water-Related Infectious Diseases. *Atmosphere* 2018. 9(10). 385. <https://doi.org/10.3390/atmos9100385>
- Nunez C. Carbon dioxide levels are at a record high. Here's what you need to know, *National Geographic*. 2019. <https://www.nationalgeographic.com/>
- Patz J.A., Grabow M.L., Limaye V.S. When It Rains, It Pours: Future Climate Extremes and Health. *Annals of Global Health*. 2014. 80(4): 332–344. <https://doi.org/10.1016/j.aogh.2014.09.007>

- Rossati A. Global Warming and Its Health Impact. The International Journal of Occupational and Environmental Medicine. 2017. 8(1): 7–20. <https://doi.org/10.15171/ijoem.2017.963>
- Shahzad Umair , Global Warming: Causes, Effects and Solutions. Durreesamin Journal. 2015. 1(4): 2204-9827. https://www.researchgate.net/publication/316691239_Global_Warming_Causes_Effects_and_Solutions.
- Sharifi-Mood B., Metanat M. Diagnosis, Clinical Management, Prevention, and Control of Cholera; A Review Study. International Journal of Infection.2014. 1(1): e18303. <https://doi.org/10.17795/iji-18303>
- Smith J.K.G., Young M. M , Wilson K. L., Craig S.B. Leptospirosis following a major flood in Central Queensland, Australia. Epidemiology & Infection .2013. 141(3): 585–590. <https://doi.org/10.1017/S0950268812001021>
- Tam C.C., Rodrigues L.C., O'brien S.J., HAJAT S. Temperature dependence of reported Campylobacter infection in England, 1989–1999. Epidemiology and Infection. 2006.134(1):119–125. <https://doi.org/10.1017/S0950268805004899>
- Taneja N., Mewara A. Shigellosis: Epidemiology in India. Indian. Journal of Medical Research.2016.143(5):565–576. <https://doi.org/10.4103/0971-5916.187104>
- Thindwa D., Chipeta M.G., Henrion M.Y.R., Gordon M.A. Distinct climate influences on the risk of typhoid compared to invasive non-typhoid Salmonella disease in Blantyre, Malawi. Scientific Reports.2019. 9(20310). <https://doi.org/10.1038/s41598-019-56688-1>
- Vitale M., Agnello S., Chetta M., Amato B., Vitale G., Bella C.D., Vicari D., Prest V.D.M.L. Human leptospirosis cases in Palermo Italy. The role of rodents and climate. Journal of Infection and Public Health. 2018.11(2):209-214. <https://doi.org/10.1016/j.jiph.2017.07.024>
- Wang P., Asare E., Pitzer V.E., Dubrow R., Chen K. Associations between long-term drought and diarrhea among children under five in low- and middle-income countries. Nature Communications.2022.13(3661). <https://doi.org/10.1038/s41467-022-31291-7>
- Wu X., Liu J., Li C., Yin J. Impact of climate change on dysentery: Scientific evidences, uncertainty, modeling and projections. Science of The Total Environment.2020.714(136702) <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.136702>
- Yan L., Wang H., Zhang X., Li M-Y., He J. Impact of meteorological factors on the incidence of bacillary dysentery in Beijing, China: A time series analysis (1970-2012). Plos One. 2017. 12(8): e0182937. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0182937>
- Zhang Y., Bi P., Hiller J.E. Weather and the Transmission of Bacillary Dysentery in Jinan, Northern China: A Time-Series Analysis. Public Health Reports. 2008.123(1): 61–66. <https://doi.org/10.1177/003335490812300109>

ملخص:

إن تأثير النشاط البشري على التغيرات الملحوظة في ظاهرة الاحتباس الحراري في العقود الأخيرة معترف به على نطاق واسع وهذا يدعو للقلق. حيث أصبح تأثير ظاهره الاحتباس الحراري عالميا وفي جميع المجالات، وكلها تأثر على حياة الانسان. من بين هذه التأثيرات، تأثيره على انتشار الامراض البكتيرية المنقولة عن طريق المياه، حيث من خلال دراستنا هذه حاولنا التعرف على مدى تأثير الاحتباس الحراري على انتشار الامراض البكتيرية المنقولة عن طريق المياه من خلال اطلاعنا على بعض الدراسات السابقة. وجدنا ان تأثير ظاهرة الاحتباس الحراري كان كبير وذلك من خلال ارتفاع درجة الحرارة والفيضانات وهطول الامطار الغزيرة وظاهرة النينو، ان اغلب هذه الظواهر كان تأثيرها إيجابيا على زيادة انتشار وتوسع نطاق الامراض البكتيرية جغرافيا ولا ننسى مساهمة الاوضاع الاجتماعية والاقتصادية وبعض أنشطة وسلوكيات البشر التي ساهمة هي الاخرى في زيادة توسع نطاق هذه الامراض البكتيرية وانتشارها.

الكلمات المفتاح: التأثير، الاحتباس الحراري، الأمراض البكتيرية المنقولة عن طريق المياه.

Abstract:

The impact of human activity on the noticeable changes in the phenomenon of global warming in recent decades is widely recognized and raises concern. The impact of global warming is now worldwide and affects all areas, all of which affect human life. Among these impacts is its effect on the spread of waterborne bacterial diseases. Through this study, we tried to determine the extent of the impact of global warming on the spread of waterborne bacterial diseases by reviewing some previous studies. We found that the impact of global warming was significant due to the rise in temperature, floods, heavy rainfall and the El Nino phenomenon. Most of these phenomena had a positive effect on the spread and expansion of bacterial diseases geographically. We must not forget the contribution of social and economic conditions, as well as some human activities and behaviors that also contributed to the expansion and spread of these bacterial diseases.

Keywords: Impact, global warming, waterborne bacterial diseases.