Al-Farouk journal of sciences
Volume (2), Issue (3) (JUNE, 2026)
ISSN: 3135-2359

مجلة الفاروق للعلوم
المجلد (2) ملحق العدد 3 يونيو 2026
ردمد: 3135-2359

تلوث المياه بوصفه مهددًا للسلامة الجسدية والنمو الذهني في مرحلة الطفولة: مراجعة نظرية تحليلية

نجاة علي الزوكاري
قسم رياض الأطفال - كلية الآداب والتربية صبراتة - جامعة صبراتة
Najat.azokare@sabu.ebu.ly

Water Pollution as a Threat to Physical Health and Cognitive Development During Childhood: An Analytical Theoretical Review

Najat Ali Alzoukari
Department of Kindergarten - Faculty of Arts and Education, Sabratha - University of Sabratha

تاريخ الاستلام: 2026/6/29 تاريخ المراجعة 20/7/ 2026 تاريخ القبول:2026/7/28- تاريخ النشر: 25/8/ 2026

الملخص
تُعد جودة مياه الشرب أحد المحددات الأساسية للصحة العامة والنمو السليم خلال مرحلة الطفولة، نظرًا لما تتسم به هذه المرحلة من تسارع في النمو الجسدي والعصبي والمعرفي، وما يصاحب ذلك من قابلية متزايدة للتأثر بالملوثات البيئية. ولم تعد المخاطر المرتبطة بتلوث المياه مقتصرة على الأمراض المنقولة بالمياه، بل تشير الأدلة العلمية إلى ارتباط التعرض لبعض الملوثات الكيميائية والبيولوجية باضطرابات قد تشمل الحالة التغذوية والنمو الجسدي والوظائف العصبية والمعرفية والسلوكية لدى الأطفال.
تهدف هذه الورقة إلى مراجعة وتحليل الأدلة العلمية المتعلقة بتأثير تلوث المياه في السلامة الجسدية والنمو الذهني والمعرفي خلال مرحلة الطفولة، مع التركيز على الملوثات ذات الأهمية الصحية، ومنها الزرنيخ والرصاص والمنغنيز والفلوريد والنترات والمواد البيرفلورو ألكيلية ومتعددة الفلورو ألكيل(PFAS) ، إلى جانب الملوثات الميكروبية. واعتمدت الدراسة المنهج الوصفي التحليلي من خلال مراجعة نظرية تحليلية للأدبيات العلمية ذات الصلة، مع التركيز بصورة أساسية على الدراسات الحديثة المنشورة خلال الفترة 2019–2026 والاستعانة ببعض المراجع التأسيسية عند الحاجة.
أظهرت المراجعة أن تأثير المياه غير الآمنة في الأطفال يحدث عبر مسارات متعددة؛ فقد يرتبط التلوث الميكروبي بالأمراض المعوية والإسهال واضطراب الحالة التغذوية والنمو، في حين يرتبط التعرض لبعض الملوثات الكيميائية والمعادن الثقيلة بنتائج عصبية ومعرفية وسلوكية متفاوتة. كما تبين أن حجم التأثير يتأثر بنوع الملوث وتركيزه ومدة التعرض وتوقيته، إضافة إلى الحالة التغذوية والظروف الاجتماعية والبيئية المحيطة بالطفل. وتكشف الأدبيات عن استمرار وجود فجوات تتعلق بالتعرض المزمن، وتأثير مخاليط الملوثات، ونقص الدراسات الطولية في المجتمعات منخفضة الموارد.
وتخلص الورقة إلى أن حماية الأطفال من مخاطر تلوث المياه تتطلب نهجًا وقائيًا متكاملًا يقوم على مراقبة جودة مياه الشرب، والحد من مصادر التلوث، وتعزيز الكشف المبكر عن الملوثات ذات الخطورة الصحية، ودعم التكامل بين القطاعات الصحية والبيئية والتعليمية، إلى جانب تعزيز البحوث الموجهة إلى الفئات العمرية الأكثر حساسية.
الكلمات المفتاحية :تلوث المياه؛ الطفولة؛ السلامة الجسدية؛ النمو الذهني؛ النمو المعرفي؛ الملوثات المائية؛ الصحة العامة.

Abstract
Drinking water quality is a fundamental determinant of public health and healthy development during childhood. Children are particularly vulnerable to environmental contaminants because childhood is characterized by rapid physical, neurological, and cognitive development. The risks associated with water pollution are no longer limited to waterborne diseases; scientific evidence suggests that exposure to certain chemical and biological contaminants may be associated with adverse nutritional, physical, neurological, cognitive, and behavioral outcomes in children.
This paper aims to review and analyze the scientific evidence concerning the effects of water pollution on physical health and cognitive development during childhood, with particular emphasis on contaminants of public health concern, including arsenic, lead,

manganese, fluoride, nitrates, per- and polyfluoroalkyl substances (PFAS), and microbial contaminants. The study adopts a descriptive-analytical approach through an analytical theoretical review of relevant scientific literature, focusing primarily on studies published between 2019 and 2026, while drawing on selected earlier foundational references when necessary.

The reviewed evidence indicates that unsafe water may affect children through multiple pathways. Microbial contamination is associated with gastrointestinal disease, diarrhea, impaired nutritional status, and growth disturbances, whereas exposure to certain chemical contaminants and heavy metals has been associated with a range of neurological, cognitive, and behavioral outcomes. The magnitude of these associations varies according to contaminant type, concentration, timing and duration of exposure, nutritional status, and accompanying environmental and social conditions. The literature also reveals persistent research gaps concerning chronic exposure, contaminant mixtures, long-term developmental outcomes, and evidence from low-resource settings.

The paper concludes that protecting children from water pollution requires an integrated preventive approach involving continuous drinking-water quality monitoring, reduction of pollution sources, early identification of hazardous contaminants, strengthened public-health awareness, and collaboration among health, environmental, and educational sectors. Further longitudinal and context-specific research is also needed to clarify the long-term developmental consequences of water contamination during childhood.

Keywords: Water pollution; Childhood; Physical health; Cognitive development; Water contaminants; Public health.

1. المقدمة

تُعد المياه من أهم المقومات الأساسية للحياة، وترتبط سلامتها بصورة مباشرة بصحة الإنسان ونوعية حياته وقدرته على النمو والتطور بصورة سليمة. ولا تقتصر أهمية المياه على تلبية الاحتياجات اليومية للفرد، بل تمثل عنصرًا رئيسًا من عناصر الصحة العامة والأمن الإنساني، الأمر الذي يجعل تلوثها من القضايا البيئية والصحية التي تستدعي اهتمامًا متزايدًا، ولا سيما عندما يتعلق الأمر بالفئات الأكثر حساسية للتأثيرات البيئية.

وتأتي مرحلة الطفولة في مقدمة هذه الفئات؛ لما تتميز به من تسارع واضح في عمليات النمو الجسدي والعصبي والذهني والمعرفي. فالطفل خلال هذه المرحلة يمر بتغيرات نمائية متلاحقة تسهم في تشكيل قدراته الجسمية والعقلية والسلوكية، ولذلك فإن تعرضه لعوامل بيئية غير آمنة قد ينعكس على عدد من جوانب نموه بصورة مباشرة أو غير مباشرة.

ويُعد تلوث المياه أحد العوامل البيئية التي قد تهدد سلامة الطفل، سواء من خلال الملوثات الميكروبية التي قد تسبب الأمراض والاضطرابات المعوية، أو من خلال الملوثات الكيميائية والمعادن الثقيلة وغيرها من المواد التي قد يصل بعضها إلى جسم الطفل نتيجة استخدام المياه الملوثة أو استهلاكها بصورة مستمرة. وقد لا تتوقف آثار هذه الملوثات عند الجانب الجسدي، بل يمكن أن تمتد إلى التغذية والنمو العصبي وبعض الوظائف الذهنية والمعرفية والسلوكية.

كما تتسم العلاقة بين تلوث المياه وصحة الطفل بدرجة كبيرة من التعقيد؛ إذ لا تتحدد النتائج بنوع الملوث وحده، وإنما تتداخل معها عوامل متعددة، من بينها كمية التعرض ومدته، وعمر الطفل، ومرحلة نموه، وحالته الصحية والتغذوية، إلى جانب الظروف البيئية والاجتماعية المحيطة به. ومن ثم فإن فهم هذه العلاقة يتطلب تناولًا متكاملًا لا يفصل بين الجوانب الجسدية والذهنية والمعرفية للطفل.

وتزداد أهمية تناول هذا الموضوع في ظل الاهتمام المتنامي بقضايا الأمن المائي وجودة الموارد المائية، إذ لا يكتمل مفهوم الأمن المائي بمجرد توفير كميات كافية من المياه، وإنما يرتبط كذلك بسلامتها وجودتها وقدرتها على تلبية الاحتياجات الإنسانية دون إحداث مخاطر صحية، خاصة لدى الأطفال.

ومن هذا المنطلق، تتناول الدراسة الحالية تلوث المياه بوصفه أحد التهديدات المحتملة للسلامة الجسدية والنمو الذهني والمعرفي في مرحلة الطفولة، من خلال مراجعة وتحليل الأدبيات العلمية ذات الصلة، ومحاولة بناء رؤية نظرية متكاملة توضح طبيعة التأثيرات والمسارات المرتبطة بها، والكشف عن أبرز الفجوات التي ما تزال بحاجة إلى مزيد من الدراسة والبحث.

1.1 إشكالية الدراسة

على الرغم من تزايد الاهتمام العلمي بتلوث المياه وما يرتبط به من مخاطر صحية وبيئية، فإن الأدلة المتعلقة بتأثيراته في الأطفال لا تزال موزعة بين اتجاهات بحثية متعددة؛ إذ ركز جانب من الدراسات على التأثيرات الجسدية والتغذوية واضطرابات النمو المرتبطة بجودة المياه وممارسات المياه والصرف الصحي، كما ظهر في دراستي Batool *et al*. (2023) وHanif *et al*. (2024) ، في حين اتجهت دراسات أخرى إلى بحث التأثيرات العصبية والمعرفية والسلوكية لبعض الملوثات الكيميائية، مثل الزرنيخ والمنغنيز، كما في دراسات Vahter *et al*. (2020) وSchullehner *et al*. (2020) وTian *et al*. (2025)

ويكشف هذا التنوع عن تباين واضح بين الدراسات من حيث طبيعة الملوثات، ومصادر التعرض، ومدته، والفئات العمرية، وتصميمات الدراسات، فضلًا عن اختلاف المؤشرات المستخدمة في تقييم الصحة والنمو الجسدي أو الأداء الذهني والمعرفي. ويجعل هذا التباين من الصعب تكوين رؤية موحدة وشاملة توضح طبيعة العلاقة بين تلوث المياه ومختلف أبعاد نمو الطفل.

كما لاحظت الباحثة، في حدود علمها وما تمكنت من الاطلاع عليه أثناء إعداد هذه المراجعة، ندرة واضحة في الدراسات العربية التي تناولت بصورة مباشرة ومتكاملة العلاقة بين تلوث المياه وكل من السلامة الجسدية والنمو الذهني والمعرفي للأطفال. ولذلك غلب على الدراسات السابقة التي أمكن الوصول إليها الطابع الأجنبي، الأمر الذي دفع الباحثة إلى الاستعانة بالأدبيات الدولية المتاحة للاستفادة من نتائجها وبناء الإطار النظري للدراسة. ويمكن تفسير هذا النقص النسبي بحداثة الاهتمام بهذا المدخل التكاملي في البيئة البحثية العربية، وبخاصة الدراسات التي تربط بين جودة المياه والمؤشرات الجسدية والمعرفية للأطفال في آن واحد.

وعليه، تتمثل إشكالية الدراسة الحالية في الحاجة إلى تقديم قراءة نظرية تحليلية متكاملة تجمع الأدلة المتعلقة بالتأثيرات الجسدية والعصبية والذهنية والمعرفية لتلوث المياه خلال مرحلة الطفولة، وتحلل أوجه الاتفاق والاختلاف بين الدراسات، مع الكشف عن الفجوات البحثية، ولا سيما الفجوة المتعلقة بندرة الأدلة والدراسات العربية في هذا المجال.

1.2 أهمية الدراسة

تنبع أهمية الدراسة من المكانة الأساسية لجودة المياه في حماية صحة الأطفال وضمان نموهم السليم، إضافة إلى خصوصية مرحلة الطفولة بوصفها مرحلة تتميز بدرجة مرتفعة من الحساسية للعوامل البيئية.

1.2.1 الأهمية النظرية

1. تنظيم وتحليل الأدلة العلمية المتعلقة بالعلاقة بين تلوث المياه وصحة الأطفال ونموهم.
2. تقديم رؤية نظرية متكاملة تربط بين السلامة الجسدية والنمو العصبي والذهني والمعرفي.
3. إبراز أهم الملوثات والمسارات التي قد تنتقل من خلالها تأثيرات تلوث المياه إلى صحة الطفل.
4. توضيح أوجه الاتفاق والاختلاف والقيود المنهجية والفجوات في الأدبيات العلمية.
5. دعم بناء أساس معرفي يمكن أن تستند إليه الدراسات المستقبلية في مجال المياه وصحة الأطفال.

1.2.2 الأهمية التطبيقية

1. تعزيز الوعي بالمخاطر الصحية والنمائية المرتبطة بتعرض الأطفال للمياه غير الآمنة.
2. دعم أهمية المراقبة المستمرة لجودة مياه الشرب والكشف المبكر عن الملوثات ذات الأولوية الصحية.
3. توفير أساس معرفي يمكن الاستفادة منه عند تطوير البرامج الوقائية والسياسات الصحية والبيئية.
4. تعزيز التكامل بين قطاعات المياه والصحة والبيئة والتعليم في الجهود الموجهة إلى حماية الأطفال.
5. لفت الانتباه إلى ضرورة إعطاء الفئات العمرية الأكثر حساسية أولوية في برامج الأمن المائي والصحة العامة.

1.3 أهداف الدراسة

تهدف الدراسة بصورة رئيسة إلى **مراجعة وتحليل الأدلة العلمية المتعلقة بتأثير تلوث المياه في السلامة الجسدية والنمو الذهني والمعرفي خلال مرحلة الطفولة.**

ويتفرع عن هذا الهدف الرئيس ما يأتي:

1. تحديد أبرز الملوثات المائية المرتبطة بالمخاطر الصحية والنمائية لدى الأطفال.
2. تحليل تأثير التعرض للمياه غير الآمنة في السلامة والنمو الجسدي للأطفال.
3. تحليل تأثير الملوثات المائية في النمو العصبي والذهني والمعرفي والسلوكي للأطفال.
4. تفسير العوامل التي قد تسهم في تفاوت النتائج بين الدراسات، مثل نوع الملوث ومستوى التعرض ومدته والظروف البيئية والاجتماعية.

5. تحديد أبرز الفجوات البحثية التي تكشف عنها الأدبيات العلمية الحالية.

1.4 تساؤلات الدراسة

يتمثل التساؤل الرئيس في الآتي:

ما طبيعة تأثير تلوث المياه في السلامة الجسدية والنمو الذهني والمعرفي خلال مرحلة الطفولة في ضوء الأدلة العلمية المتاحة؟

ويتفرع عنه ما يأتي:

1. ما أبرز الملوثات المائية المرتبطة بالمخاطر الصحية والنمائية لدى الأطفال؟
2. ما أبرز تأثيرات المياه غير الآمنة في السلامة والنمو الجسدي للأطفال؟
3. ما طبيعة تأثير بعض الملوثات المائية في النمو العصبي والذهني والمعرفي والسلوكي للأطفال؟
4. ما العوامل التي قد تفسر تفاوت التأثيرات الصحية والنمائية بين الأطفال والدراسات؟
5. ما أبرز الفجوات البحثية المتعلقة بتأثير تلوث المياه في صحة الأطفال ونموهم؟

1.5 مصطلحات الدراسة

- **تلوث المياه (Water Pollution)**

التعريف الاصطلاحي:

يشير إلى وجود مكونات أو عوامل كيميائية أو فيزيائية أو بيولوجية تؤدي إلى تدهور خصائص المياه أو الحد من صلاحيتها للاستخدامات المقصودة، ويتحدد مستوى الخطورة وفق نوع الملوث وطبيعة المورد المائي والاستخدام ومستوى التعرض.(Schweitzer & Noblet, 2018; Akhtar *et al*., 2021)

التعريف الإجرائي:

يقصد بتلوث المياه في الدراسة الحالية وجود ملوثات كيميائية أو بيولوجية في المياه التي قد يتعرض لها الأطفال، بالصورة أو المستويات التي تناولتها الأدبيات العلمية بوصفها مرتبطة بنتائج صحية أو نمائية محتملة.

- **الطفولة(Childhood)**

التعريف الاصطلاحي:

مرحلة نمائية تتسم بتغيرات متسارعة ومترابطة في الجوانب الجسدية والعصبية والمعرفية والنفسية والاجتماعية، وتتأثر بتفاعل العوامل البيولوجية مع البيئة التي ينمو فيها الطفل(Saracho, 2023).

التعريف الإجرائي:

يقصد بالطفولة في هذه الدراسة الفئات العمرية المصنفة ضمن الأطفال في الدراسات محل المراجعة، مع التركيز على النتائج الصحية أو النمائية التي يتم قياسها خلال الطفولة.

- **السلامة الجسدية (Physical Health)**

التعريف الاصطلاحي:

تشير إلى سلامة وظائف الجسم والنمو البدني وانخفاض الاضطرابات والأضرار الصحية التي يمكن أن تحد من قدرة الطفل على النمو وأداء وظائفه الحيوية بصورة طبيعية، مع مراعاة أن التعرض للملوثات المائية قد يؤدي إلى آثار حادة أو مزمنة تختلف باختلاف طبيعة الملوث وجرعته (Babuji *et al*., 2023).

التعريف الإجرائي:

تشمل في هذه الدراسة النتائج الجسمية المرتبطة بالمياه غير الآمنة، مثل الأمراض المعوية والإسهال، واضطراب الحالة التغذوية، وضعف النمو والتقزم، والمخاطر الصحية الناجمة عن التعرض لبعض الملوثات الكيميائية.

- **النمو الذهني والمعرفي(Cognitive Development)**

التعريف الاصطلاحي:

هو التطور التدريجي للقدرات العقلية والمعرفية التي تشمل الانتباه والإدراك والذاكرة والتعلم والتفكير وحل المشكلات ومعالجة المعلومات، ويحدث عبر مراحل مترابطة من النمو(Pakpahan & Saragih, 2022)

التعريف الإجرائي:

يقصد به في هذه الدراسة النتائج التي تناولتها الأدبيات المتعلقة بالذكاء والذاكرة والانتباه والتركيز واللغة والتعلم والوظائف التنفيذية وسرعة معالجة المعلومات والسلوك، عند بحث ارتباطها بالتعرض لبعض ملوثات المياه.

1.6 حدود الدراسة

الحدود الموضوعية :تقتصر الدراسة على مراجعة الأدلة المتعلقة بتلوث المياه وتأثيراته المحتملة في السلامة الجسدية والنمو العصبي والذهني والمعرفي لدى الأطفال، مع التركيز على الملوثات الكيميائية والبيولوجية ذات الصلة المباشرة بموضوع الورقة.

الحدود البشرية :تركز الدراسة على الأطفال خلال مراحل الطفولة المختلفة. وقد تُستفاد من بعض الدراسات التي تناولت التعرض في أكثر من مرحلة زمنية فقط عندما تتضمن نتائج صحية أو معرفية تم قياسها فعليًا خلال الطفولة، دون التركيز على الدراسات التي تقتصر نتائجها على الجنين أو مؤشرات الولادة.

الحدود المعرفية :تشمل الأدلة المتعلقة بالتعرض المباشر عبر مياه الشرب، إضافة إلى العوامل المرتبطة بجودة المياه والصرف الصحي وانعدام الأمن المائي عندما تكون ذات صلة المباشرة بصحة الطفل ونموه.

الحدود الزمنية: تركز المراجعة بصورة أساسية على الأدبيات المنشورة خلال الفترة- 2019 2026، مع الاستعانة ببعض المراجع السابقة عند الحاجة إلى تأصيل المفاهيم الأساسية.

1.7 منهجية الدراسة

تعتمد الدراسة على المنهج الوصفي التحليلي من خلال المراجعة النظرية التحليلية (Analytical Theoretical Review)، وهو منهج ملائم لطبيعة الورقة التي تهدف إلى جمع الأدلة العلمية ذات الصلة وتنظيمها وتحليلها ومقارنتها للوصول إلى فهم تكاملي لموضوع الدراسة.

ولا تقدم الورقة نفسها بوصفها مراجعة منهجية(Systematic Review) ، وإنما مراجعة نظرية تحليلية تستهدف تركيب الأدلة المرتبطة بمحاور محددة.

تم البحث في الأدبيات العلمية المحكمة والمصادر الأكاديمية الموثوقة باستخدام كلمات ومصطلحات مرتبطة بالموضوع، من بينها:

Water Pollution, Water Contamination, Drinking Water, Childhood, Child Health, Physical Health, Cognitive Development, Neurodevelopment, Heavy Metals, Chemical Contaminants, Microbial Contaminants, Water Insecurity, WASH.

واعتمد اختيار الأدبيات في صورتها النهائية على المعايير الآتية:

- ارتباط الدراسة بصورة مباشرة بجودة المياه أو أحد ملوثاتها أو العوامل المرتبطة بالمياه والصرف الصحي.
- تناول أطفال أو نتائج صحية أو نمائية مقاسة خلال مرحلة الطفولة.
- تناول أحد المحاور الرئيسة للورقة، وهي السلامة الجسدية أو النمو والتغذية أو النمو العصبي والمعرفي والسلوكي.
- إعطاء الأولوية للدراسات الأصلية والمراجعات العلمية الحديثة والمحكمة.
- استبعاد الدراسات التي لا يمكن ربط مصدر التعرض فيها بالمياه بصورة واضحة من الاستدلال المباشر، مع إمكانية الاستفادة منها بصورة محدودة في تفسير الآليات العامة.
- عدم الاعتماد على الدراسات التي تقتصر نتائجها على الحمل أو الجنين أو الولادة بوصفها أدلة مباشرة على نتائج مرحلة الطفولة.

وجرى تحليل الأدبيات بصورة موضوعية وفق أربعة محاور رئيسة :**نوع الملوث ومصدر التعرض، التأثيرات الجسدية والتغذوية، التأثيرات العصبية والمعرفية والسلوكية، والفجوات والقيود المنهجية.**

كما روعي عند تفسير النتائج التمييز بين الدراسات المقطعية والدراسات الأترابيةCohort Studies والمراجعات العلمية، وعدم اعتبار الارتباط الإحصائي دليلًا كافيًا على السببية، خاصة عند وجود مصادر متعددة للتعرض أو عوامل اجتماعية وتغذوية مصاحبة.

1.8 الدراسات السابقة

شهدت السنوات الأخيرة اهتمامًا علميًا متزايدًا بدراسة العلاقة بين جودة المياه وصحة الأطفال ونموهم، وقد تنوعت الدراسات بين دراسات تناولت الملوثات الميكروبية وتأثيرها في الصحة والنمو الجسدي، وأخرى بحثت في التعرض للمعادن والملوثات الكيميائية وعلاقته بالنمو العصبي والمعرفي والسلوكي. وتجدر الإشارة إلى أن غالبية الدراسات التي توصلت إليها الباحثة في حدود البحث والاطلاع كانت دراسات أجنبية، ولم تتمكن من العثور على دراسات عربية مباشرة تتناول موضوع الدراسة بصورته التكاملية التي تجمع بين السلامة الجسدية والنمو الذهني والمعرفي لدى الأطفال. ولذلك استند عرض الدراسات السابقة بصورة أساسية إلى الأدبيات الأجنبية الأكثر ارتباطًا بموضوع الورقة وحدودها.

أجرى **Schullehner *et al*. (2020)** دراسة أترابية سكانية Population-Based Cohort Study واسعة النطاق في الدنمارك هدفت إلى تقييم العلاقة بين التعرض للمنغنيز في مياه الشرب خلال السنوات الخمس الأولى من العمر والتطور اللاحق لاضطراب نقص الانتباه وفرط النشاط. وشملت الدراسة 643,401 طفلًا، واستند تقدير التعرض إلى 82,574 عينة من مياه الشرب. وأظهرت النتائج ارتباط ارتفاع التعرض للمنغنيز بزيادة خطر النمط المرتبط بنقص الانتباه، بينما لم يظهر ارتباط مماثل بصورة متسقة مع النمط المركب. وتبرز أهمية هذه الدراسة في اعتمادها على قياسات واسعة لمياه الشرب وربطها ببيانات صحية سكانية.

وأجرى **Vahter *et al*. (2020)** دراسة أترابية مستقبلية Prospective Cohort Study في بنغلاديش لتقييم العلاقة بين التعرض للزرنيخ والقدرات المعرفية في سن العاشرة. وشملت الدراسة 1,523 طفلًا، واستخدم الباحثون مقياس وكسلر لذكاء الأطفال(WISC-IV) ، إلى جانب مؤشرات حيوية للتعرض للزرنيخ في مراحل مختلفة. وأظهرت النتائج ارتباطًا عكسيًا متواضعًا بين بعض مؤشرات التعرض والقدرات المعرفية، بما في ذلك الفهم اللفظي والاستدلال الإدراكي وسرعة معالجة المعلومات. وتكتسب الدراسة أهمية خاصة لأنها تضمنت تعرض الأطفال المستمر للزرنيخ عبر مياه الآبار والغذاء وقياس النتائج المعرفية في سن المدرسة.
أما **Batool *et al*. (2023)** فقد أجروا دراسة مقطعية في جنوب البنجاب بباكستان هدفت إلى دراسة العلاقة بين ممارسات المياه والصرف الصحي والنظافة (WASH) والتقزم لدى الأطفال دون سن الخامسة. وشملت الدراسة 204 أطفال، وأظهرت التحليلات أن العمر وبعض مصادر المياه، ولا سيما مياه المضخات اليدوية والخزانات، كانت من المتغيرات المرتبطة بدرجات التقزم. وتدعم الدراسة أهمية النظر إلى جودة المياه باعتبارها جزءًا من منظومة أوسع تشمل التغذية والصرف الصحي والنظافة، مع ضرورة مراعاة محدودية التصميم المقطعي في إثبات السببية.

وفي الجانب السلوكي، درس **Girardi *et al*. (2023)** العلاقة بين التعرض لمواد PFAS والنتائج السلوكية لدى أطفال تراوحت أعمارهم بين 6 و13 سنة. وأظهرت الدراسة ارتباطات مقطعية بين بعض مركبات PFASوبعض مؤشرات الصعوبات السلوكية، كما ناقشت استهلاك مياه الصنبور ضمن عوامل التعرض. إلا أن تعدد مصادر PFAS يجعل من الضروري عدم نسبة التأثير إلى مياه الشرب وحدها.

وفي مجال التلوث الميكروبي، تناول **Hanif *et al*. (2024)** أثر تلوث مياه الشرب ببكتيريا *Escherichia coli*في صحة الأطفال في باكستان. وأظهرت الدراسة أن تلوث المياه عند نقطة الاستهلاك ارتبط ببعض مؤشرات النمو والإسهال لدى الأطفال دون الخامسة، بما يدعم الدور المهم لجودة مياه الشرب في الصحة الجسدية والنمو، مع الإشارة إلى تداخل العوامل التغذوية في تحديد حجم التأثير.

وفي مراجعة منهجية، تناول **Tian *et al*. (2025)** الأدلة المتعلقة بالتعرض للزرنيخ والقصور المعرفي لدى الأطفال. وشملت المراجعة 24 دراسة، وأظهرت وجود اتجاه عام نحو العلاقة العكسية بين ارتفاع التعرض للزرنيخ وعدد من مؤشرات الأداء المعرفي، مثل الذكاء والذاكرة وسرعة معالجة المعلومات واللغة. وفي الوقت نفسه، أشار الباحثون إلى تفاوت الدراسات من حيث طرق قياس التعرض والتصميم والمنطقة الجغرافية.

وأجرى **Rosemiarti *et al*. (2026)** مراجعة منهجية ركزت على تأثير مياه الشرب الآمنة في نمو الأطفال وتطورهم خلال السنوات الخمس الأولى من العمر. وأظهرت المراجعة أهمية جودة مياه الشرب في حماية الأطفال من الاضطرابات المرتبطة بالتلوث الميكروبي ودعم النمو والتطور، مع استمرار الحاجة إلى أدلة أكثر قوة بشأن النتائج المعرفية طويلة المدى.

جدول (1): ملخص الدراسات السابقة المتعلقة بتلوث المياه وصحة الأطفال ونموهم

الباحث والسنة	الدولة	نوع الدراسة	العينة	الملوث/عامل التعرض	النتيجة المدروسة	أبرز النتائج
Schullehner *et al.* (2020)	الدنمارك	دراسة أترابية سكانية *Population-Based Cohort Study*	643,401 طفل	المنغنيز في مياه الشرب	ADHD والانتباه	ارتفاع التعرض ارتبط بزيادة خطر النمط المرتبط بنقص الانتباه
Vahter *et al.* (2020	بنغلاديش	دراسة أترابية مستقبلية *Prospective Cohort Study*	1,523طفلًا	الزرنيخ	القدرات المعرفية	ارتباط عكسي مع بعض مؤشرات الأداء المعرفي
Batool *et al.* (2023)	باكستان	دراسة مقطعية *Cross-Sectional Study*	204	WASH ومصادر المياه	التقزم	وجود ارتباط بين بعض مصادر مياه الشرب والتقزم
Girardi *et al.* (2023)	—	دراسة رصدية	أطفال 6–13 سنة	PFAS	السلوك	ارتباط بعض مركبات PFAS ببعض الصعوبات السلوكية
Hanif *et al.* (2024)	باكستان	دراسة تحليلية	أطفال دون الخامسة	تلوث المياه بـ *E. coli*	الصحة والنمو	ارتباط تلوث المياه ببعض مؤشرات الصحة والنمو
Tian *et al.* (2025)	عدة دول	مراجعة منهجية *Systematic Review*	24دراسة	الزرنيخ	الإدراك	اتجاه عام نحو انخفاض بعض مؤشرات الأداء المعرفي مع ارتفاع التعرض
Rosemiarti *et al.* (2026)	عدة دول	مراجعة منهجية	دراسات للأطفال	سلامة مياه الشرب	النمو والتطور	أكدت أهمية المياه الآمنة للنمو وصحة الأطفال

التعقيب على الدراسات السابقة

تكشف الدراسات السابقة عن وجود ثلاثة اتجاهات رئيسة. يتمثل الأول في ارتباط التلوث الميكروبي وضعف خدمات المياه والصرف الصحي بنتائج جسدية وتغذوية، مثل الإسهال واضطرابات النمو. ويتمثل الثاني في ارتباط بعض الملوثات الكيميائية والمعادن، مثل الزرنيخ والمنغنيز، بنتائج عصبية ومعرفية وسلوكية. أما الاتجاه الثالث فيوضح أن نتائج التعرض لا تعتمد على الملوث وحده، بل تتداخل معها عوامل العمر والتغذية والبيئة الأسرية والاجتماعية وطريقة قياس التعرض.

كما تختلف قوة الأدلة بين الدراسات؛ فالدراسات الأترابية التي تعتمد قياسات مباشرة أو سجلات طويلة المدى توفر قدرة أفضل على تحديد التسلسل الزمني مقارنة بالدراسات المقطعية، بينما تقدم المراجعات المنهجية صورة أوسع لكنها تعكس كذلك التباين الموجود في الدراسات الأصلية.

ومن الملاحظ كذلك أن الأدبيات التي تناولتها المراجعة يغلب عليها الطابع الأجنبي، في مقابل محدودية واضحة في الدراسات العربية ذات الصلة المباشرة بموضوع الدراسة. وتُعد هذه الملاحظة ذات أهمية خاصة؛ لأن اختلاف البيئات من حيث مصادر المياه وأنماط التلوث والظروف الاجتماعية والصحية قد يؤثر في طبيعة النتائج وقابليتها للتعميم. ومن ثم فإن الاعتماد على الدراسات الأجنبية كان ضروريًا في الدراسة الحالية في ظل محدودية الأدلة العربية المتاحة، إلا أنه في الوقت نفسه يكشف عن حاجة بحثية ملحة لإجراء دراسات عربية ومحلية تسهم في بناء قاعدة معرفية مرتبطة بخصوصية المجتمعات العربية.

الفجوة البحثية

تتمثل الفجوة البحثية الأولى في تشتت الأدلة العلمية بين دراسات تركز على ملوث محدد أو على نتيجة صحية أو نمائية واحدة، مع محدودية الدراسات التي تجمع في إطار تحليلي متكامل بين السلامة الجسدية والنمو العصبي والذهني والمعرفي للأطفال.

وتتمثل فجوة أخرى في نقص الدراسات الطولية التي تقيس التعرض المباشر للملوثات عبر مياه الشرب وتتابع نتائجها الصحية والنمائية على المدى الطويل، إلى جانب محدودية الدراسات التي تتناول التعرض المتزامن لمخاليط الملوثات بدلًا من دراسة كل ملوث بصورة منفردة.

كما تتمثل إحدى الفجوات المهمة التي كشفت عنها عملية مراجعة الأدبيات في ندرة الدراسات العربية، وفي حدود علم الباحثة عدم التوصل إلى دراسات عربية مباشرة تناولت الموضوع بصورته الحالية المتكاملة. وقد أدى

ذلك إلى الاعتماد بصورة رئيسة على الأدلة والدراسات الأجنبية. وتبرز هذه الفجوة الحاجة إلى تطوير اتجاه بحثي عربي يهتم بدراسة جودة المياه وعلاقتها بصحة الأطفال ونموهم الجسدي والذهني والمعرفي، مع مراعاة الخصوصيات البيئية والاجتماعية والصحية للمجتمعات العربية.

ما يميز الدراسة الحالية

تتميز الدراسة الحالية بمحاولة تقديم قراءة نظرية تحليلية تجمع بين المسارين الجسدي والذهني والمعرفي لتأثير تلوث المياه في مرحلة الطفولة ضمن إطار واحد، مع التمييز بين أنواع الملوثات ومصادر التعرض وقوة الأدلة المتاحة، وتجنب تفسير جميع الارتباطات بوصفها علاقات سببية مباشرة.

كما تسهم الدراسة في لفت الانتباه إلى محدودية الأدبيات العربية المتخصصة في هذا المجال، وتبرز الحاجة إلى توجيه مزيد من الاهتمام البحثي العربي نحو دراسة العلاقة بين جودة المياه وصحة الأطفال ونموهم، بما يسهم في بناء معرفة علمية أكثر ارتباطًا بخصوصية البيئة العربية.

2. الإطار النظري

2.1الإطار المفاهيمي لتلوث المياه

2.1.1مفهوم تلوث المياه

يشير تلوث المياه إلى وجود مكونات أو عوامل كيميائية أو فيزيائية أو بيولوجية تؤدي إلى إضعاف خصائص المياه أو جعلها غير ملائمة لاستخدام معين. وتتفاوت درجة التلوث تبعًا لطبيعة المورد المائي وموقعه ونوع الملوث وتركيزه وطبيعة الاستخدام المقصود(Schweitzer & Noblet, 2018) .

ولا ينشأ تلوث المياه عن مصدر واحد؛ بل يمكن أن يكون نتيجة عوامل طبيعية وبشرية متعددة، تشمل العمليات الجيولوجية والهيدرولوجية من جهة، والأنشطة الزراعية والصناعية والحضرية والتخلص غير السليم من المخلفات ومياه الصرف من جهة أخرى (Akhtar *et al*., 2021).

ومن منظور الصحة العامة، تزداد أهمية تلوث المياه عندما يؤدي إلى تعرض الإنسان لمواد أو كائنات يمكن أن تسبب أضرارًا صحية، وتزداد هذه الأهمية لدى الفئات الأكثر حساسية، ومنها الأطفال (Babuji *et al*., 2023)

2.1.2مصادر وأنواع الملوثات المائية

يمكن تصنيف ملوثات المياه بصورة عامة إلى ملوثات كيميائية غير عضوية، وملوثات عضوية، وعوامل ميكروبية ممرضة، وملوثات ناشئة. وترتبط الأنشطة الزراعية باستخدام الأسمدة والمبيدات وما قد يرافقها من انتقال النترات والمواد الكيميائية إلى المياه السطحية أو الجوفية، بينما يمكن للأنشطة الصناعية والحضرية أن تسهم في إطلاق المعادن الثقيلة والمركبات العضوية والمخلفات المختلفة (Madhav *et al*., 2020; Akhtar *et al*., 2021).

وتتحرك الملوثات عبر مسارات مختلفة تشمل الجريان السطحي والتسرب إلى المياه الجوفية والتصريف المباشر، وقد تستمر بعض الملوثات أو تتراكم لفترات طويلة، مما يزيد أهمية التعرض المزمن (Santos *et al*., 2024).

ومن منظور صحة الأطفال، تحظى بعض الملوثات بأهمية خاصة، مثل الرصاص والزرنيخ والمنغنيز والفلوريد والنترات وبعض الملوثات العضوية الثابتة، إضافة إلى العوامل الميكروبية التي تسبب الأمراض المنقولة بالمياه (Babuji *et al*., 2023; Shittu *et al*., 2023).

2.2الطفولة من منظور النمو الجسدي والذهني

2.2.1 الطفولة بوصفها مرحلة نمائية حساسة

تمثل الطفولة مرحلة أساسية في النمو الإنساني، ويحدث خلالها تطور سريع في البنية الجسدية والجهاز العصبي والقدرات المعرفية والسلوك. ولا يحدث النمو في عزلة عن البيئة، بل ينتج عن تفاعل مستمر بين الاستعدادات البيولوجية والخبرات والظروف البيئية والاجتماعية المحيطة بالطفل (Saracho, 2023).

وتكتسب هذه المرحلة أهمية خاصة في الصحة البيئية بسبب اختلاف أنماط التعرض لدى الأطفال عن البالغين وعدم اكتمال نمو بعض أجهزة الجسم وآليات الأيض وإزالة السموم، إلى جانب استمرار تطور الدماغ والجهاز العصبي (Landrigan *et al*., 2019).

2.2.2 النمو الجسدي والعصبي والمعرفي وعلاقته بالعوامل البيئية

لا يمثل النمو الجسدي والمعرفي مسارين منفصلين؛ إذ يتأثر نمو الطفل بالحالة الصحية والتغذوية والبيئة والخبرات التي يتعرض لها. وتوضح نظريات النمو المعرفي، ومن بينها نظرية بياجيه، أن القدرات العقلية تتطور عبر مراحل مترابطة وأن طبيعة التفاعل مع البيئة والخبرة تمثل عنصرًا مهمًا في بناء المعرفة (Pakpahan & Saragih, 2022).

ومن منظور الصحة البيئية، يصبح هذا التفاعل مهمًا عندما تحتوي البيئة على عوامل ضارة قد تؤثر في المسارات الطبيعية للنمو، ولا سيما خلال المراحل التي يشهد فيها الجهاز العصبي تغيرات سريعة (Heng *et al*., 2022).

2.3تلوث المياه والسلامة الجسدية للأطفال

2.3.1قابلية الأطفال للتأثر بالملوثات المائية

تتحدد المخاطر الصحية الناتجة عن تلوث المياه وفق نوع الملوث وتركيزه وجرعته ومدة التعرض ومسار دخوله إلى الجسم. وفي الأطفال، قد يكون التعرض النسبي لبعض المواد أعلى بسبب اختلاف استهلاك الماء والغذاء نسبة إلى وزن الجسم، إلى جانب استمرار نمو الأعضاء والأنسجة (Landrigan *et al*., 2019).

ولا يعني ذلك أن جميع الأطفال يتأثرون بالطريقة نفسها، إذ تختلف النتائج تبعًا للعمر والحالة التغذوية والصحية والبيئة الاجتماعية ومستوى التعرض والتعرض المتزامن لأكثر من ملوث.

2.3.2التأثيرات الصحية والجسدية للمياه الملوثة

ترتبط الملوثات الميكروبية الموجودة في المياه بالأمراض المعوية والإسهال وغيرها من الأمراض المنقولة بالمياه. ويكتسب ذلك أهمية خاصة لدى الأطفال بسبب إمكانية تأثير المرض المتكرر في التغذية والترطيب والنمو(Lin *et al*., 2022; Hanif *et al*., 2024).

أما الملوثات الكيميائية، فقد يرتبط التعرض المزمن لبعضها بأنماط مختلفة من السمية والمخاطر الصحية. وتشير دراسات تقييم المخاطر إلى أن الأطفال قد يسجلون في بعض البيئات مستويات أعلى من المخاطر غير المسرطنة والمسرطنة مقارنة بالبالغين عند التعرض لمعادن ثقيلة عبر المياه، بسبب اختلاف الجرعة بالنسبة إلى وزن الجسم وغيرها من العوامل الفسيولوجية(Preonty *et al*., 2025) .

2.3.3سوء التغذية والتقزم واضطرابات النمو

يمكن أن تؤثر المياه غير الآمنة في النمو بصورة مباشرة أو غير مباشرة. فالإصابات المعوية المتكررة قد تؤثر في الشهية وامتصاص العناصر الغذائية والحالة الصحية العامة، بينما يمكن أن يتداخل انعدام المياه الآمنة مع النظافة وإعداد الغذاء والظروف المعيشية.

وقد أظهرت دراسات ومراجعات حديثة ارتباطات بين جودة المياه وممارسات WASH وبعض مؤشرات النمو والتقزم لدى الأطفال، إلا أن التقزم ظاهرة متعددة العوامل ولا يمكن تفسيرها بجودة المياه وحدها (Batool *et al*., 2023; Rhue *et al*., 2023; Hanif *et al*., 2024; Rosemiarti *et al*., 2026).

2.4تلوث المياه والنمو الذهني والمعرفي للأطفال

2.4.1الملوثات ذات السمية العصبية والنمو العصبي

يمثل الجهاز العصبي النامي أحد الأجهزة الحساسة للتعرض لبعض الملوثات البيئية. وتناقش الأدبيات العلمية عددًا من المعادن الثقيلة بوصفها عوامل ذات سمية عصبية محتملة، من بينها الرصاص والزرنيخ والمنغنيز والزئبق والكادميوم، مع اختلاف قوة الأدلة ونتائج الدراسات باختلاف الملوث والجرعة ومرحلة التعرض (Heng *et al*., 2022; da Silva *et al*., 2025; Dewey & Soomro, 2025)

ويمثل الزرنيخ أحد الملوثات التي حظيت بأدلة متزايدة؛ إذ أظهرت الدراسات والمراجعات ارتباط التعرض به بانخفاض بعض مؤشرات الأداء المعرفي لدى الأطفال، خاصة عند وجود تعرض مستمر في البيئات التي ترتفع فيها مستوياته في المياه أو الغذاء (Vahter *et al*., 2020; Abu Bakar *et al*., 2025; Tian *et al*., 2025)

2.4.2التأثير في الذكاء والانتباه والذاكرة والتعلم والسلوك

تشـــمل النتائج التي تناولتها الأدبيات المتعلقة بالتعرض لبعض الملوثات القدرات المعرفية العامة والذاكرة والانتباه والوظائف التنفيذية واللغة والمهارات الحركية والسلوك.

فقد ارتبط المنغنيز الموجود في مياه الشـــرب ببعض نتائج الانتباه في الدراســـة الدنماركية واســـعة النطاق (Schullehner *et al*., 2020)، بينما أشـــارت مراجعات المعادن الثقيلة إلى ارتباطات متفاوتة بين التعرض المبكر وبعض نتائج الذكاء والانتباه والذاكرة والســـلوك (da Silva *et al*., 2025; Dewey & Soomro, 2025)

كما أثارت الأدبيات المتعلقة بالفلوريد تساؤلات بشأن السمية العصبية النمائية والأداء المعرفي، إلا أن تفسير هذه العلاقة يتطلب مراعاة مســـتوى التعرض وتصـــميم الدراســـة والمتغيرات المربكة (Grandjean, 2019; Saeed *et al*., 2020)

وفيما يتعلق بموادPFAS ، تشـــير بعض الأدلة إلى ارتباط بعض المركبات بصـــعوبات ســـلوكية، غير أن تعدد مصادر التعرض وصعوبة تحديد مساهمة مياه الشرب بصورة منفصلة يفرضان الحذر في الاستنتاج (Girardi *et al*., 2023).

2.4.3 المسارات البيولوجية والاجتماعية المحتملة للتأثير

يمكن تصور العلاقة بين تلوث المياه والنمو من خلال سلسلة مترابطة تبدأ بمصدر الملوث وانتقاله إلى الماء، ثم التعرض والجرعة الداخلية، فالاستجابة البيولوجية، وصولًا إلى النتيجة الصحية أو النمائية.

وقد ترتبط التأثيرات العصـــبية لبعض المعادن بآليات تشـــمل الإجهاد التأكســـدي والالتهاب واضـــطراب بعض العمليات العصـــبية والكيميائية الحيوية، إلا أن طبيعة هذه الآليات تختلف بين الملوثات (Heng *et al*., 2022; Dewey & Soomro, 2025).

وتتفاعل هذه المســـارات مع عوامل فردية واجتماعية، مثل العمر والجنس والحالة التغذوية والظروف الأســـرية والتعرض المتزامن لملوثات أخرى. ولذلك لا يمكن تفســـير النتائج المعرفية والســـلوكية بوصـــفها نتيجة لتركيز الملوث وحده.

كما توضـح الدراسـات المتعلقة بالأمن المائي أن تأثير المياه في الطفل قد يمتد إلى مسـارات اجتماعية ونفسـية غير مباشرة تشمل الضغط النفسي والغياب عن المدرسة والاضطرابات المرتبطة بالحصول على المياه، وهو ما يؤكد الطبيعة متعددة الأبعاد للعلاقة بين المياه ونمو الطفل (Wutich *et al*., 2020; Rhue *et al*., 2023).

3. النتائج

في ضوء تحليل الأدبيات السابقة والإطار النظري، توصلت المراجعة إلى مجموعة من النتائج الرئيسة:

3.1 أبرز الملوثات ذات الأهمية الصحية والنمائية

تكشف الأدلة عن مجموعة من الملوثات التي تحظى بأهمية خاصـة عند دراسـة صـحة الأطفال، وفي مقدمتها الزرنيخ والرصاص والمنغنيز والفلوريد وبعض الملوثات الكيميائية الناشئة، إضافة إلى الملوثات الميكروبية. ولا تتساوى قوة الأدلة بين هذه الملوثات، كما تختلف درجة ارتباطها المباشر بمياه الشرب.

3.2 التأثيرات في السلامة والنمو الجسدي

تشير الأدلة إلى أن التأثير الجسدي الأكثر وضوحًا للمياه غير الآمنة يرتبط بالتلوث الميكروبي وما يسببه من أمراض معوية وإسهال، بما قد يؤثر بصورة غير مباشرة في التغذية والنمو عند تكرر الإصابة.

كما ترتبط بعض مشكلات المياه والصـرف الصـحي بمؤشـرات ضـعف النمو والتقزم، إلا أن هذه النتائج تتأثر بدرجة كبيرة بعوامل التغذية والوضع الاجتماعي والاقتصادي والصحة العامة، مما يجعل العلاقة متعددة الأسباب وليست أحادية الاتجاه.

3.3 التأثيرات العصبية والذهنية والمعرفية

تظهر الأدلة ارتباطات بين بعض الملوثات الكيميائية وعدد من النتائج العصـــبية والمعرفية. ويبرز الزرنيخ ضمن الملوثات التي تتكرر الإشارة إلى ارتباطها بانخفاض بعض مؤشرات الأداء المعرفي، بينما يرتبط المنغنيز ببعض نتائج الانتباه، وتناقش الأدبيات الرصاص والفلوريد بوصفهما ملوثين مهمين من منظور النمو العصبي.

غير أن حجم التأثير يتفاوت بين الدراسات ولا يسمح باعتبار جميع الارتباطات علاقات سببية مؤكدة.

3.4 العوامل المعدلة للعلاقة

تبين أن تأثير التلوث يتأثر بمجموعة من العوامل، أهمها:

- نوع الملوث وتركيزه.
- مدة التعرض وتوقيته.
- عمر الطفل ومرحلة نموه.
- الحالة التغذوية والصحية.

- الظروف الاجتماعية والاقتصادية.
- التعرض المتزامن لأكثر من ملوث.
- طريقة قياس التعرض والنتائج الصحية في كل دراسة.

3.5 أبرز الفجوات البحثية

تتمثل أبرز الفجوات في نقص الدراسات الطولية طويلة المدى، وقلة الدراسات التي تقيس التعرض المباشر من مياه الشرب والنتائج المعرفية في الوقت نفسه، ومحدودية البحوث المتعلقة بمخاليط الملوثات، وعدم التمثيل الكافي للعديد من الدول والمجتمعات منخفضة الموارد.

4. المناقشة

تشير نتائج المراجعة إلى أن العلاقة بين تلوث المياه وصحة الأطفال أكثر تعقيدًا من الاقتصار على الأمراض المنقولة بالمياه، إذ يمكن أن تمتد إلى التغذية والنمو الجسدي والجهاز العصبي والقدرات المعرفية والسلوك. وتتفق هذه النتيجة مع المراجعات التي تناولت الآثار الصحية المتعددة لتلوث المياه لدى الأطفال (Shittu *et al*., 2023; Rhue *et al*., 2023; Rosemiarti *et al*., 2026)

وتبدو الأدلة المتعلقة بالتلوث الميكروبي أكثر مباشرة فيما يخص الأمراض المعوية والإسهال وبعض مؤشرات النمو، حيث يمثل شرب المياه الملوثة مسار تعرض واضحًا نسبيًا. وتدعم نتائج Hanif *et al*. (2024)أهمية جودة المياه عند نقطة الاستهلاك في عدد من النتائج الصحية والنمائية لدى الأطفال.

أما التأثيرات العصبية والمعرفية فتتسم بدرجة أكبر من التعقيد. فقد قدمت الدراسات المتعلقة بالزرنيخ والمنغنيز أدلة مهمة على ارتباط التعرض بنتائج معرفية أو سلوكية، كما في دراستي Vahter *et al*. (2020) وSchullehner *et al*. (2020)، إلا أن اختلاف مصادر التعرض وطرق القياس والجرعات يجعل تقدير حجم الأثر أكثر صعوبة.

وتدعم مراجعة Tian *et al*. (2025) وجود اتجاه عام نحو انخفاض بعض مؤشرات الأداء المعرفي مع ارتفاع التعرض للزرنيخ، غير أن الباحثين أنفسهم أشاروا إلى التباين بين الدراسات وضرورة تطوير الأدلة الكمية. وهذا يؤكد أن لغة الاستنتاج العلمي ينبغي أن تعتمد على مصطلحات مثل الارتباط والعلاقة والاحتمال بدلًا من افتراض السببية المباشرة.

كما تكشف الأدبيات أن التعرض في الحياة الواقعية غالبًا لا يحدث لملوث واحد بصورة منفردة، وإنما يمكن أن يتعرض الطفل لمزيج من المعادن والمركبات الكيميائية والعوامل الميكروبية في الوقت نفسه. ولذلك فإن دراسة الملوثات منفردة قد لا تعكس بصورة كاملة نمط التعرض الفعلي، وهو ما يفسر اتجاه البحوث الحديثة نحو دراسة المخاليط والتفاعلات بينها(da Silva *et al*., 2025; Dewey & Soomro, 2025)

وتوضح النتائج كذلك أن الظروف الاجتماعية والتغذوية تؤدي دورًا مهمًا في تفسير التباين بين الأطفال. فقد يتفاقم أثر المياه غير الآمنة في وجود سوء التغذية أو ضعف الصرف الصحي أو الحرمان الاجتماعي، بينما قد تعمل بعض العوامل الوقائية على تقليل حجم الضرر. وهذا يفسر أهمية الانتقال من تصور ملوث ← مرض إلى نموذج أكثر تكاملًا يأخذ في الاعتبار الملوث والطفل والبيئة معًا.

4.1 دلالات النتائج في سياق الأمن المائي في ليبيا

تكتسب نتائج هذه المراجعة أهمية خاصة في إطار النقاش حول الموارد المائية والأمن المائي في ليبيا؛ إذ توضح الأدلة الدولية أن تقييم الأمن المائي لا ينبغي أن يقتصر على توافر كمية المياه، وإنما يجب أن يشمل أيضًا جودتها وسلامتها الصحية وملاءمتها للفئات الأكثر حساسية، وفي مقدمتها الأطفال.

ومع ذلك، لا تقدم الورقة الحالية بيانات ميدانية عن مستويات الملوثات في مياه الشرب في ليبيا، ولذلك لا يجوز استخدام نتائج الدراسات الدولية لإثبات وجود مستوى معين من الخطر لدى الأطفال الليبيين بصورة مباشرة. وإنما توفر المراجعة أساسًا علميًا يدعم الحاجة إلى إجراء دراسات محلية تقيس جودة المياه ومستويات التعرض والنتائج الصحية والنمائية لدى الأطفال في البيئة الليبية.

4.2 محددات المراجعة

تخضع نتائج الورقة لعدد من المحددات. أولها أن الدراسة مراجعة نظرية تحليلية وليست مراجعة منهجية شاملة لجميع المنشورات المتاحة. وثانيها وجود تباين كبير بين الدراسات من حيث التصميم والعمر ونوع الملوث وطرق قياس التعرض والنتائج. كما أن بعض الدراسات تناولت مصادر تعرض متعددة، مما يحد من إمكانية نسبة النتيجة إلى مياه الشرب وحدها. ويضاف إلى ذلك أن معظم الأدلة المتاحة قائمة على الدراسات الرصدية، وبالتالي فإن إثبات السببية المباشرة يظل محدودًا. ويضاف إلى ذلك محدودية الدراسات العربية التي تناولت بصورة مباشرة العلاقة بين تلوث المياه والسلامة الجسدية والنمو الذهني والمعرفي لدى الأطفال؛ إذ اعتمدت المراجعة بصورة رئيسة على الأدبيات الأجنبية المتاحة. ولذلك ينبغي مراعاة الاختلافات البيئية والاجتماعية

والصحية عند الاستفادة من نتائج هذه الدراسات في تفسير واقع المجتمعات العربية، وعدم تعميم النتائج الدولية بصورة مباشرة دون دعمها بدراسات محلية.

5. الاستنتاجات

1. يؤثر تلوث المياه في صحة الأطفال من خلال مسارات متعددة تشمل التأثيرات المباشرة للملوثات الكيميائية والبيولوجية والمسارات غير المباشرة المرتبطة بالتغذية والصرف الصحي والظروف الاجتماعية.
2. تمثل الملوثات الميكروبية أحد أكثر المخاطر وضوحًا على السلامة الجسدية للأطفال بسبب ارتباطها بالأمراض المعوية والإسهال وما قد يتبع ذلك من تأثيرات تغذوية ونمائية.
3. تشير الأدلة إلى ارتباط بعض الملوثات الكيميائية، ولا سيما الزرنيخ والمنغنيز وبعض المعادن الثقيلة، بنتائج عصبية ومعرفية وسلوكية لدى الأطفال، مع تفاوت قوة هذه الارتباطات بين الدراسات.
4. لا يتحدد حجم التأثير بنوع الملوث وحده، وإنما يرتبط أيضًا بتركيزه ومدة التعرض وتوقيته وعمر الطفل وحالته التغذوية والاجتماعية والتعرض المتزامن لملوثات أخرى.
5. لا تزال هناك فجوات واضحة في الأدلة المتعلقة بالآثار طويلة المدى، ومخاليط الملوثات، والدراسات الطولية، والبحوث الموجهة إلى الأطفال في المجتمعات منخفضة الموارد.
6. تمثل جودة المياه عنصرًا أساسيًا من عناصر الأمن المائي، ولا يمكن فصل حماية الموارد المائية عن حماية صحة الأطفال ونموهم.

6. الخاتمة

تؤكد المراجعة أن تلوث المياه يمثل قضية تتجاوز حدود التلوث البيئي المباشر لتلامس جوانب متعددة من صحة الطفل ونموه. فالطفولة مرحلة تتسم بحساسية خاصة للتعرض البيئي، ويمكن للمياه غير الآمنة أن تؤثر في الطفل عبر الأمراض المنقولة بالمياه، والاضطرابات التغذوية والجسدية، إضافة إلى الارتباط ببعض النتائج العصبية والمعرفية والسلوكية عند التعرض لملوثات كيميائية معينة.

وفي الوقت نفسه، تكشف الأدلة عن الطبيعة المركبة لهذه العلاقات وعدم إمكانية تفسيرها من خلال ملوث واحد أو عامل واحد. ومن ثم فإن حماية الطفل تستلزم مقاربة تجمع بين مراقبة جودة المياه، والصحة العامة، والتغذية، والصرف الصحي، والبحث العلمي المستمر. كما تمثل الدراسات المحلية المبنية على القياس المباشر لجودة المياه والنتائج الصحية ضرورة أساسية لفهم حجم المشكلة في كل مجتمع وتطوير تدخلات تستند إلى الأدلة.

7. التوصيات

1. تعزيز برامج المراقبة الدورية لجودة مياه الشرب، مع إعطاء الأولوية للملوثات الميكروبية والمعادن الثقيلة والملوثات الكيميائية ذات الأهمية الصحية.
2. إدراج الأطفال ضمن الفئات ذات الأولوية في تقييم المخاطر الصحية المرتبطة بجودة المياه، نظرًا لحساسية مرحلة الطفولة وما تشهده من نمو جسدي وعصبي ومعرفي متسارع.
3. تشجيع الباحثين والمؤسسات الأكاديمية العربية على إجراء مزيد من الدراسات المتعلقة بتلوث المياه وتأثيراته الصحية والنمائية لدى الأطفال، في ظل الندرة الواضحة للدراسات العربية التي تناولت هذا الموضوع.
4. دعم الدراسات الليبية التي تربط بين القياسات الفعلية لجودة مياه الشرب والمؤشرات الصحية والتغذوية والذهنية والمعرفية لدى الأطفال، بما يسهم في تكوين قاعدة بيانات محلية يمكن الاستناد إليها في التخطيط الصحي والبيئي.
5. تشجيع الدراسات الطولية التي تتابع الأطفال لفترات زمنية كافية للكشف عن الآثار المزمنة والتأثيرات المتأخرة للتعرض للملوثات المائية.
6. تطوير البحوث المتعلقة بالتعرض المتزامن لمخاليط الملوثات بدلًا من الاقتصار على دراسة كل ملوث بصورة منفردة.
7. تعزيز التكامل بين مؤسسات المياه والصحة والبيئة والتعليم والجامعات ومراكز البحث العلمي في دراسة المشكلات المرتبطة بجودة المياه ووضع برامج وقائية موجهة للأطفال.
8. رفع مستوى الوعي الأسري والمجتمعي بأهمية سلامة مصادر مياه الشرب وطرق تخزينها وممارسات النظافة والوقاية من مصادر التلوث المنزلية والبيئية.

المراجع

Abu Bakar, N., Wan Ibrahim, W. N., & Mohd Faudzi, S. M. (2025). Arsenic contamination in rice and drinking water: An insight on human cognitive function. *Journal of Hazardous Materials Advances, 17*, 100543. https://doi.org/10.1016/j.hazadv.2024.100543

Akhtar, N., Ishak, M. I. S., Bhawani, S., & Umar, K. (2021). Various natural and anthropogenic factors responsible for water quality degradation: A review. *Water, 13*(19), 2660. https://doi.org/10.3390/w13192660

Babuji, P., Thirumalaisamy, S., Duraisamy, K., & Periyasamy, G. (2023). Human health risks due to exposure to water pollution: A review. *Water, 15*(14), 2532. https://doi.org/10.3390/w15142532

Batool, M., Saleem, J., Zakar, R., Butt, M. S., Iqbal, S., Haider, S., & Fischer, F. (2023). Relationship of stunting with water, sanitation, and hygiene (WASH) practices among children under the age of five: A cross-sectional study in Southern Punjab, Pakistan. *BMC Public Health, 23*, 2153. https://doi.org/10.1186/s12889-023-17135-z

da Silva, A. S., Santos, R. M. S., De Marco, P. G., Rezende, V. H. M., Martins, T. C., Silva, J. R., Romano-Silva, M. A., & de Miranda, D. M. (2025). Neurodevelopmental outcomes associated with early-life exposure to heavy metals: A systematic review. *International Journal of Environmental Research and Public Health, 22*(8), 1308. https://doi.org/10.3390/ijerph22081308

Dewey, D., & Soomro, M. H. (2025). Prenatal and childhood exposures to heavy metals and their associations with child cognition, motor skills, behaviour and mental health. *Essays in Biochemistry, 69*(3), 199–240. https://doi.org/10.1042/EBC20253010

Girardi, P., Lupo, A., Mastromatteo, L. Y., & Scrimin, S. (2023). Behavioral outcomes and exposure to perfluoroalkyl substances among children aged 6–13 years: The TEDDY child study. *Environmental Research, 231*, 116049. https://doi.org/10.1016/j.envres.2023.116049

Grandjean, P. (2019). Developmental fluoride neurotoxicity: An updated review. *Environmental Health, 18*, 110. https://doi.org/10.1186/s12940-019-0551-x

Hanif, A., Nakano, Y., & Matsushima, M. (2024). The benefit of clean water on child health: An empirical analysis with specific reference to *Escherichia coli* water contamination. *Water Resources and Economics, 47*, 100249. https://doi.org/10.1016/j.wre.2024.100249

Heng, Y., Asad, I., Coleman, B., Menard, L., Benki-Nugent, S., Were, F. H., Karr, C., & McHenry, M. (2022). Heavy metals and neurodevelopment of children in low- and middle-income countries: A systematic review. *PLOS ONE, 17*, e0265536. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0265536

Landrigan, P., Fuller, R., Fisher, S., Suk, W., Sly, P., Chiles, T., & Bose-O'Reilly, S. (2019). Pollution and children's health. *Science of the Total Environment, 650*, 2389–2394. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.09.375

Lee, J., Kim, H.-B., Jung, H., Chung, M., Park, S., Lee, K.-H., Kim, W., Moon, J.-H., Lee, J., Shim, J., Lee, S., Kang, Y., & Yoo, Y. (2024). Protecting our future: Environmental hazards and children's health in the face of environmental threats: A comprehensive overview. *Clinical and Experimental Pediatrics, 67*, 589–598. https://doi.org/10.3345/cep.2023.01578

Lin, L., Yang, H., & Xu, X. (2022). Effects of water pollution on human health and disease heterogeneity: A review. *Frontiers in Environmental Science, 10*, 880246. https://doi.org/10.3389/fenvs.2022.880246

Madhav, S., Ahamad, A., Singh, A. K., Kushawaha, J., Chauhan, J. S., Sharma, S., & Singh, P. (2020). Water pollutants: Sources and impact on the environment and human

health. In D. Pooja, P. Kumar, P. Singh, & S. Patil (Eds.), *Sensors in water pollutants monitoring: Role of material* (pp. 43–62). Springer. https://doi.org/10.1007/978-981-15-0671-0_4

Manczak, E. M., Miller, J. G., & Gotlib, I. H. (2020). Water contaminant levels interact with parenting environment to predict development of depressive symptoms in adolescents. *Developmental Science, 23*(1), e12838. https://doi.org/10.1111/desc.12838

Pakpahan, F. H., & Saragih, M. (2022). Theory of cognitive development by Jean Piaget. *Journal of Applied Linguistics, 2*(2), 55–60. https://doi.org/10.52622/joal.v2i2.79

Preonty, N.-E.-J., Hassan, M. N., Reza, A., Rasel, M. I. A., Mahim, M., & Jannat, M. F. T. (2025). Pollution and health risk assessment of heavy metals in surface water of the industrial region in Gazipur, Bangladesh. *Environmental Chemistry and Ecotoxicology, 7*, 527–538. https://doi.org/10.1016/j.enceco.2025.02.014

Rhue, S. J., Torrico, G., Amuzie, C., Collins, S. M., Lemaitre, A. K., Workman, C. L., Rosinger, A. Y., Pearson, A. L., Piperata, B., Wutich, A., Brewis, A., & Stoler, J. (2023). The effects of household water insecurity on child health and well-being. *Wiley Interdisciplinary Reviews: Water, 10*, e1666. https://doi.org/10.1002/wat2.1666

Rosemiarti, T., Sunardi, D., & Putri, N. M. (2026). Safe drinking water and its impact on children's growth and development: A systematic review. *International Journal of Environmental Research and Public Health, 23*(3), 313. https://doi.org/10.3390/ijerph23030313

Saeed, M., Malik, R. N., & Kamal, A. (2020). Fluorosis and cognitive development among children (6–14 years of age) in the endemic areas of the world: A review and critical analysis. *Environmental Science and Pollution Research, 27*(3), 2566–2579. https://doi.org/10.1007/s11356-019-06938-6

Santos, R. M. B., do Valle Junior, R. F., Silva, M. M. A. P., Pissarra, T. C. T., de Melo, M. C., Valera, C. A., Pacheco, F. A. L., & Fernandes, L. F. S. (2024). A framework model to integrate sources and pathways in the assessment of river water pollution. *Environmental Pollution, 347*, 123661. https://doi.org/10.1016/j.envpol.2024.123661

Saracho, O. N. (2023). Theories of child development and their impact on early childhood education and care. *Early Childhood Education Journal, 51*(1), 15–30. https://doi.org/10.1007/s10643-021-01271-5

Schullehner, J., Thygesen, M., Kristiansen, S. M., Hansen, B., Pedersen, C. B., & Dalsgaard, S. (2020). Exposure to manganese in drinking water during childhood and association with attention-deficit hyperactivity disorder: A nationwide cohort study. *Environmental Health Perspectives, 128*(9), 097004. https://doi.org/10.1289/EHP6391

Schweitzer, L., & Noblet, J. A. (2018). Water contamination and pollution. In B. Török & T. Dransfield (Eds.), *Green chemistry: An inclusive approach* (pp. 261–290). Elsevier. https://doi.org/10.1016/B978-0-12-809270-5.00011-X

Shittu, E., Lakhanpaul, M., Vigurs, C., Sarkar, K., Koch, M., Parikh, P., & Campos, L. C. (2023). A rapid systematic scoping review of research on the impacts of water contaminated by chemicals on very young children. *Science of the Total Environment, 891*, 164604. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2023.164604

Tian, Y., Hou, Q., Zhang, M., Gao, E., & Wu, Y. (2025). Exposure to arsenic and cognitive impairment in children: A systematic review. *PLOS ONE, 20*(2), e0319104. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0319104

Vahter, M., Skröder, H., Rahman, S. M., Levi, M., Hamadani, J. D., & Kippler, M. (2020). Prenatal and childhood arsenic exposure through drinking water and food and

cognitive abilities at 10 years of age: A prospective cohort study. *Environment International, 139*, 105723. https://doi.org/10.1016/j.envint.2020.105723
Wutich, A., Brewis, A., & Tsai, A. (2020). Water and mental health. *Wiley Interdisciplinary Reviews: Water, 7*(5), e1461. https://doi.org/10.1002/wat2.1461