

## مخاطر الري بمياه الصرف الصحي للمحاصيل المستهلكة

### اعداد الطالب/ ثائر يعقوب عواد

يعد موضوع التلوث البيئي وأسبابه وأنواعه وطرق معالجته الشغل الشاغل لدول العالم الصناعية والدول النامية في الوقت الحاضر لما له من تهديد مباشر على مختلف أنواع الكائنات الحية، و يمكن وصف التلوث بأنه أي تغيير فجائي أو تدريجي في الخواص الفيزيائية أو الكيميائية أو الحيوية والتي تؤدي إلى تأثير ضار في الهواء أو الماء أو الأرض أو صحة الإنسان والكائنات الحية الأخرى أو كل ذلك معاً مما يجعل البيئة غير قادرة على استيعاب هذا الملوّث فيخلل التوازن الطبيعي لها، ويعدّ التلوث مصطلحاً مرافقاً للمدنية والتطور الصناعي والحضاري للإنسان. لقد حظي موضوع التلوث البيئي باهتمام المختصين وكثرت الدراسات التي تناولته، خاصةً بعد أن أصبحت التربة والماء والهواء والمواد الغذائية ملوثةً بعدة أنواع من الملوثات، وهو ما أسهم بشكل كبير في زيادة الأمراض والإخلال بالمكونات البيئية وكل ذلك ناتج عن تدخل الإنسان في قوانين البيئة مما أدى إلى اضطراب التوازن لعناصرها ومكوناتها فأصبح الإنسان نفسه ضحيةً لهذا التدخل.

إنّ للأنشطة البشرية تأثيرٌ كبير على تلوث البيئة خصوصاً مع تنامي الجانب الصناعي لدول العالم مما حفز المهتمين بالمجال البيئي إلى العمل على زيادة الوعي العام حول الآثار الضارة للمخلفات الصناعية الثانوية، وأن إطلاقها والتخلص منها إلى البيئة ينبغي أن يكون مسيطراً عليه أو ممنوعاً، الأمر الذي يستدعي وضع حدود ومواصفات و قياسات للحماية من هذه الملوثات في الماء والهواء والتربة والغذاء، لذا فقد عمدت بعض الدول والمنظمات إلى وضع تشريعات ومحددات تعمل على متابعة تراكيز الملوثات والحد منها لمنع الوصول إلى الحدود الخطرة منها، وقد نتج عن هذه الفعاليات المختلفة زيادة التلوث بعدة أنواع من الملوثات، منها المركبات الأروماتية متعددة الحلقات Polycyclic Aromatic Hydrocarbons (PAHs) والعناصر الثقيلة وغيرها.

هناك اهتمام عالمي حول تلوث البيئة الناتجة عن الأنشطة الصناعية ومن الحوادث العرضية المختلفة، ونتيجةً للتقدم الصناعي أصبحت هذه الملوثات شائعة وأدت إلى التدهور البيئي بشكل ملفت لنظر المهتمين بهذا المجال، وعليه فإن تواصل عملية طرح المخلفات الحاوية على مثل هذه الملوثات يؤدي بالتالي إلى زيادة تراكيزها في البيئة إلى الحد الذي يجعلها ذات أثر ملوث طويل الأمد نظراً لصعوبة تفككها بسبب عدم

ذوبان أغلبها في الماء فضلاً عن تركيبها الكيميائي المعقد مما يجعلها صعبة التحلل من قبل الأحياء الدقيقة.

### استخدام مياه الصرف الصحي في الري:

أصبح النظام البيئي في معظم بقاع الأرض عرضةً للتلوث بسبب نشاط الإنسان الصناعي مع إهمال الأساليب العلمية للوقاية منه وعدم استخدام وسائل العلاج عند حدوثه، وقد أدت زيادة أعداد السكان وتنمية الصناعات الصغيرة إلى زيادة توليد النفايات المنزلية والصناعية في معظم المدن، ومع ذلك لا توجد لوائح بشأن الإدارة السليمة لهذه النفايات، كما أن معظم المدن تفتقر إلى الوسائل المناسبة للتخلص من النفايات، فهذه الطرق تخلق مشاكل صحية وبيئية خطيرة وبالتالي أصبحت التربة ومستودعات المياه الجوفية ملوثة بسبب التخلص من هذه النفايات بالطرق غير الحضارية، كما أدى التوسع الحضري السريع والتقدم الصناعي في القرن العشرين إلى زيادة في تصريف كميات كبيرة من مياه الصرف الصحي المصحوبة بمواد كيميائية سامة، والتي تجد طريقها إلى قنوات المياه التي تستخدم لأغراض الري، والأرض هي المستقبل الأول للكثير من المخلفات التي تنتج في المجتمعات الحديثة، وعند دخول هذه المواد إلى الأنظمة البيئية، فإنها تصبح جزءاً من دورة تؤثر في صور الحياة جميعاً، وبالتالي فقدت الأرض الكثير من المناطق الخضراء وزحف التصحر في العديد من دول العالم.

يمثل التلوث البيئي بالملوثات العضوية السامة والثابتة مشكلة واسعة الانتشار تواجه المدن الكبرى في البلدان النامية على مدى العقود الماضية، حيث قدرّت منظمة الصحة العالمية أنّ ما يقارب 23% من الوفيات في البلدان النامية تعزى إلى هذه الملوثات، وقد يتأثر أكثر من مائتيّ مليون شخص في جميع أنحاء العالم بالتعرض للمواد السامة والثابتة، وقد تم تحديد الهيدروكربونات الأروماتية متعددة الحلقات PAHs والمبيدات الحشرية والمعادن الثقيلة من ضمن الملوثات الثابتة حيث تتراكم في عناصر البيئة وتشكل خطراً صحياً، ويعد الماء أكثر المكونات البيئية عرضةً للتلوث، يعود ذلك إلى صفاته التي أهّلته لاستقبال الملوثات الموجودة في البيئة، ومشكلة تلوث المياه من المشاكل المهمة التي تواجه الإنسان حالياً حيث تشترك فيها الدول المتقدمة والنامية على حدٍ سواء، وتحتاج إلى تضافر جهود الجميع للحد منها ومعالجتها، ومما يزيد في خطورة المشكلة أن للإنسان نفسه الدور الواضح في زيادة هذه المخاطر من خلال نشاطاته المختلفة التي أصبحت تهدد حياة البشرية فضلاً عن تأثيرها على الكائنات الحية الأخرى، وأهم

أشكال التلوث المائي هي مياه الصرف الصحي الناتجة عن الفعاليات البشرية المختلفة الزراعية والصناعية والمنزلية.

لم تتماشى معالجة مياه الصرف الصحي أو التخلص منها مع التوسع الحاصل في النمو السكاني والتقدم الصناعي في البلدان النامية مما جعل الأنهار والبحيرات وغيرها عرضة لاستقبال هذه المياه الملوثة والملوثات الأخرى وبالتالي اضطرت المجتمعات المحلية إلى استخدام المياه غير الآمنة للأغراض المختلفة، ولا تقتصر هذه الحالة على البلدان منخفضة الدخل والتي لا تملك القدرة على جمع ومعالجة مياه الصرف الصحي بشكل شامل، ولكنها تحدث أيضاً في البلدان سريعة النمو مثل الصين والبرازيل وبعض بلدان منطقة الشرق الأوسط وشمال أفريقيا، فمثلاً على الرغم من الاستثمارات الضخمة في معالجة مياه الصرف الصحي، إلا أن مدينة بكين قادرة على معالجة فقط نصف مياه الصرف الناتجة والتي يتم تصريفها في المجاري المائية المستخدمة من قبل المزارعين، كما إن عدم توافر خدمات الصرف الصحي الضرورية أو وجودها بشكل غير كفوء يسهم في خلق مشكلة بيئية للمنطقة الحضرية عن طريق نشاطات الإنسان وفعالياته بصرف مياه أنشطته المتنوعة بصورة غير نظامية إلى مناطق يتسرب الماء منها إلى المحيط المجاور ملوثاً بذلك المياه الجوفية والتربة، فقد يطفح إلى سطح التربة متسبباً بروائح كريهة ومناظر غير مرغوب بها فضلاً عن جذبها للحشرات الناقلة للأمراض، حيث تشكل مسببات الأمراض المرتبطة بالفضلات والمواد الكيميائية السامة الناشئة عن هذه المياه مخاطر صحية على المزارعين وأسرهم والمجتمعات المحلية التي تعيش بالقرب من مياه الصرف الصحي، فضلاً عن مستهلكي المحاصيل المروية بهذه المياه، وقد قَدِّر بأن ما يقارب 90% من مياه الصرف الصحي في أغلب البلدان النامية تطرح مباشرةً إلى مجاري الأنهار بدون معالجة أو معالجة جزئية.

تختلف مياه الصرف الصحي الناتجة عن الفعاليات البشرية والصناعية المختلفة، لذا فمن الصعوبة وضع قيم ثابتة لمكوناتها، هذه المياه مكونة من خليط مخفف من عدة أنواع من العناصر والمركبات، حيث تتوقف خواصها ومكوناتها على المصادر التي تمدها، فهي تحوي مواد عضوية وغير عضوية وغيرها بالحالة الذائبة والعالقة والغروية، وتعد مياه الصرف الصحي مصدراً مهماً للتلوث ولها تأثير سلبي على البيئة والسكان، وفي حالة استخدام هذه المياه لسقي المزروعات يفترض التأكد من خلوها من التراكيز العالية للملوثات الضارة التي تؤثر في النبات والتربة بصورة مباشرة أو غير مباشرة.

يواجه العالم نقصاً متزايداً في المياه، خاصة في المناطق القاحلة وشبه الجافة مثل أفريقيا وجنوب آسيا وجنوب أوروبا والشرق الأوسط، ففي العديد من هذه المناطق تكون المياه العذبة غير متاحة للري، وبالتالي، فإن إعادة استخدام مياه الصرف الصحي المعالجة أو غير المعالجة تعد كمصدر بديل للزراعة، ومع ذلك هناك حاجة إلى معايير لضمان الاستخدام الآمن لمياه الصرف وتجنب المخاطر البيولوجية على السكان، وإن إعادة استخدام هذه المياه في الزراعة آخذ في الازدياد في العديد من الأماكن حول العالم، وقد أُقترح استخدام مياه الصرف الصحي في الري كواحدة من الطرق الممكنة للخروج من أزمة المياه التي تلوح في الأفق، وللمساهمة في الأمن الغذائي والمائي و لغرض تخفيف الإجهاد على موارد المياه من خلال توفير مصدر بديل للمياه الصالحة على مدار العام بما يكفي من العناصر الغذائية لنمو المحاصيل، كما وُجد أن استخدام مياه الصرف الصحي للري له فوائد زراعية إضافية مرتبطة بهيكل التربة وخصوبتها، وإنها تحوي قيمة غذائية عالية يمكن أن تُحسن نمو النباتات، وتخفيض معدلات استخدام الأسمدة، وزيادة إنتاجية و خصوبة التربة الفقيرة وتزويد من المواد العضوية في التربة بالإضافة إلى زيادة تراكيز المغذيات المختلفة التي يحتاجها النبات مثل النيتروجين والفوسفور والحديد والمنغنيز والبوتاسيوم والكالسيوم والمغنيسيوم وغيرها، ومما يجعل من مياه الصرف ذات قيمة هي أنها مصدر مستمر للمياه، لأنها متاحة على مدار السنة، على عكس هطول الأمطار، وبالتالي، فإنها تسمح بارتفاع غلة المحاصيل، والإنتاج على مدار العام، وتزويد من نطاق المحاصيل التي يمكن ريها، وكان الغرض من استخدامها في بادئ الأمر منع تلوث الأنهار وتحسين خصوبة التربة، إلا أنه تم التخلي عن معظم مزارع الصرف الصحي هذه في بداية القرن العشرين في الدول المتقدمة لعدد من الأسباب منها الحاجة إلى المزيد من الأراضي لتوسيع المدن، وزيادة الوعي بالتأثيرات الضارة المحتملة على صحة الإنسان، وإدخال الأسمدة الكيماوية، وتطوير تقنيات معالجة مياه الصرف الصحي، ومع ذلك، ومع تزايد عدد سكان العالم والتوسع الحضري غير المسبوق، لاسيما في البلدان النامية، فإن القوة الدافعة الجديدة وراء استخدام مياه الصرف الصحي في الزراعة هي أن المياه العذبة أصبحت مورداً نادراً ومتنازلاً عليه بشكل متزايد، ففي العديد من البلدان النامية يتم استخدام مياه الصرف الصحي غير المعالجة إما مباشرة في الزراعة أو يتم التخلص منها دون معالجة في المياه السطحية حيث يتم استخدامها في ري المحاصيل، و يُقدَّر بأن 20٪ من إجمالي مياه الصرف الصحي المنتجة عالمياً تخضع للمعالجة، في حين أن تقديرات المساحة الزراعية المروية بمياه الصرف غير المعالجة أو المعالجة جزئياً أو مياه الأنهر الملوثة بمياه الصرف من 3.5 إلى 20 مليون هكتار، وهي مساحة تعادل تقريباً 7% من مجموع الأراضي المروية في العالم.

إنّ الري بمياه الصرف الصحي من أكثر الممارسات شيوعاً في المناطق الحضرية والضواحي الزراعية في أغلب مناطق الدول النامية، والخضروات هي السلعة الرئيسية المنتجة بمياه الصرف الصحي، وتتمتع مياه الصرف الصحي بقيمة غذائية عالية قد تُحسّن من نمو النباتات، فقد تبين أن التربة المروية بمياه الصرف الصحي تحتوي على 4.1% من الجسيمات العضوية، وهذه الجسيمات تؤوي ما يصل إلى 47.8% من إجمالي الكربون في التربة و 41.7% من النيتروجين، وبالتالي تمثل خزين هام للطاقة والمغذيات، كما أشارت بعض التقديرات إلى أن 1000 متر مكعب من مياه الصرف الصحي المستخدمة لري هكتار واحد يمكن أن يساهم بما يقارب 16-62 كغم من النيتروجين الكلي، و 44 كغم من الفوسفور، و 2-69 كغم من البوتاسيوم، و 18-208 كغم من الكالسيوم، و 27-182 كغم من الصوديوم، وبالتالي يمكن أن يقل الطلب على الأسمدة الكيميائية و يجعل إنتاج المحاصيل في متناول المزارعين الفقراء ومن ناحية أخرى، يمكن أن تؤدي التركيزات الزائدة للنيتروجين في مياه الصرف إلى التسبب بنمو مفرط للخضراوات، أو تأخير نضج المحاصيل أو انخفاض جودتها، وعلى الرغم من الفوائد المحتملة للري بهذه المياه كمورد بديلة للمياه لإنتاج المحاصيل الزراعية إلا أن استخدامها يسبب أيضاً مخاطر بيئية، حيث تم رصد تراكم للملوثات والأملاح والعناصر الثقيلة في التربة المروية بمياه الصرف الصحي، كما تحتوي مياه الصرف على المركبات العضوية ومجموعة واسعة من مسببات الأمراض المعوية التي لها تأثير سلبي على البيئة وصحة الإنسان.

إنّ خطورة استخدام هذه المياه يعود لاحتوائها على كائنات دقيقة ممرضة أو ملوثات كيميائية يمكن أن تؤثر سلباً على صحة العاملين في المزارع المروية بمياه الصرف الصحي ومستهلكي الخضروات المنتجة والمجتمعات السكانية المجاورة مما يؤدي غالباً إلى الإصابة بالأمراض المعدية خاصة الديدان المعوية، كما إن حاجة هذه المياه للري تعتمد على توفر الأملاح المذابة فيها مثل الصوديوم والكالسيوم والمغنسيوم وغيرها من العناصر المغذية، وازدياد تركيز هذه الأملاح وغيرها من المكونات فإنها تؤثر على نوعية التربة وتجعلها أقل ملائمة للزراعة.

ومن المرجح أن يتسبب الاستخدام الواسع النطاق للمياه المحتوية على نفايات سامة وعدم توفر الأموال الكافية لمعالجتها إلى زيادة في حدوث الأمراض المنقولة، فضلاً عن التدهور السريع للبيئة، ومع ذلك فإن حجم التأثيرات السلبية يختلف من منطقة إلى أخرى ومن مجتمع إلى آخر حسب حجم ومصدر المياه الملوثة وكونها عولجت قبل الاستخدام أم لا.

فيما يتعلق بالحد من تلوث المحاصيل بالمياه الملوثة، فإن طرق الري الجيدة المتبعة تقلل من التلامس بين الأجزاء الصالحة للأكل في النبات ومياه الري الملوثة، فطرق الري العلوية مثل الري بالرش وعلب الري لديها القدرة الأعلى على نقل العوامل الممرضة إلى الخضراوات الورقية حيث يتم تطبيق الماء على الأجزاء الصالحة للأكل، أما الري بالتنقيط فيسبب الحد الأدنى من نقل العوامل المسببة للأمراض للمحاصيل لأن الماء يطبق مباشرة على الجذور، لذا يجب أن يكون هناك نظام أو آلية لتقييم مدى ملائمة المياه المتاحة لري المحاصيل مع الأخذ بعين الاعتبار نتائج التحاليل الفيزيائية والكيميائية لتجنب الآثار الناشئة عن استخدام المياه غير الملائمة، بحيث يتضمن هذا النظام معلومات متعلقة بالمحاصيل المزروعة والتربة والخصائص المناخية للمنطقة، كما يتضمن تحديد المدخلات الملوثة من الغلاف الجوي وتجوية الصخور ومصادر التلوث الأخرى.