كيف يؤثر التلوث البلاستيكي على التغير المناخي

أ.د.محمد عبد الرحمن سلامه
الأستاذ المتفرغ بهيئة الطاقه الذريه

لا شك أن صناعة البلاستيك أصبحت عنصرًا أساسيًا في حياتنا اليومية، إلا أن الإدراك والوعي المتزايد بقضايا التنمية المستدامة وحماية البيئة قد سلطا الضوء على الجانب المظلم لعدد كبير من الصناعات الملوِّثة لكوكبنا، والتي لها تأثير سلبي كبير، ومن بينها صناعة البلاستيك. فالبلاستيك، بمفهومه العلمي والكيميائي، هو نوع من المواد التي تُصنَّع من مواد عضوية، يأتي في مقدمتها الوقود الأحفوري مثل: النفط الخام، والغاز الطبيعي، والفحم، إضافة إلى السيليولوز.

ويُعتبر البلاستيك مادة سهلة التشكيل، وتتكوَّن في الأساس من مواد تُسمى البوليمرات، وهي مصنوعة من سلاسل طويلة ومتكررة من الجزيئات. وتختلف خصائص البلاستيك تبعًا لنوعية وكيفية الترابط بين تلك البوليمرات. كما يُعد من الاكتشافات الصناعية التي سهَّلت حياة البشر، ولكنه في المقابل حمل معه الكثير من الأضرار، يأتي في مقدمتها احتواؤه على مادة "الديوكسين"، وهي مادة يصعب تحللها، وتُعد خاملة لا تتفاعل مع الماء أو الأكسجين أو البكتيريا، كما أنها مادة سامة وضارة بصحة الإنسان، وتُصنَّف من المواد المسرطنة، ويتراوح عمر بقائها في جسم الإنسان لفترة زمنية قد تصل إلى عشرة أعوام.

ويتميَّز البلاستيك أيضًا بمقاومته للتحلل البيئي. إن التلوث البلاستيكي ليس مجرد مشكلة تتعلق بتلوث المحيطات، بل هو قضية مناخية في المقام الأول تتعلق بصحة الإنسان. ولم يكن يدور في خُلدِ مخترعي مادة البلاستيك يومًا ما – والتي اعتُبِرت آنذاك ثورة في عالم الصناعة أنه سيكون سببًا من أسباب هلاك كوكبنا، ومساهمًا أساسيًا في تلوُّثه، والعبث بمناخه.

كان العالم البريطاني ألكسندر باركس أول من ابتكر مادة البلاستيك في عام ١٩٠٧، وأطلق على هذا البلاستيك اسم "باركيزين". وقد نشأ بعد ذلك تطور في صناعة البلاستيك الصناعي باستخدام المواد البلاستيكية الطبيعية مثل العلكة، ثم تطورت الصناعة لاحقًا باستخدام المواد الطبيعية المعدلة كيميائيًا كالمطاط، والنيتروسليلوز، والجالاليت، وأخيرًا باستخدام الجزيئات الاصطناعية مثل الباكلايت، والإيبوكسي، والبولي فينيل.

وقد عملت البشرية على تطوير صناعة البلاستيك وتشكيله وتحويله لتلبية احتياجاتها، من حاويات الطعام البلاستيكية إلى الحاويات المستخدمة في النقل الزراعي، حتى وصل إنتاج البلاستيك البِكر عالميًا إلى حوالي ٨٣٠٠ مليون طن حتى عام ٢٠١٧، ونتج عنه نفايات بلاستيكية تُقدّر بحوالي ٦٣٠٠ مليون طن، تم تدوير ٩٪ منها، وحُرق نحو ١٢٪، أما النسبة الباقية فقد جرى التخلص منها كنفايات، إما بالدفن أو تُركت لتتحلل في الطبيعة.

ومما هو جدير بالذكر أن صناعة البلاستيك تُعد المصدر الأسرع نموًا للغازات الدفيئة الصناعية، وبالتالي قد تكون دورة حياة البلاستيك مسؤولة عن حوالي ١٩٪ من انبعاثات الغازات الدفيئة العالمية بحلول عام ٢٠٥٠، لذلك يُعتبر موضوع التغيرات المناخية في الوقت الحاضر أحد الموضوعات التي تحظى باهتمام واسع في جميع أنحاء العالم.

كما أن هناك تركيزًا على عوامل التأثير المناخي المُساهِمة في هذا التغيّر، وذلك لتحديد ما يمكن القيام به لمعالجة هذه المشكلة. إن أحد المجالات المهمة التي ثبت أن لها تأثيرًا سلبيًا على المناخ يتعلق بإنتاج البلاستيك، وكذلك الآثار الجانبية لصناعته. لقد نما إنتاج واستخدام المواد البلاستيكية بشكل كبير خلال العقود الماضية، مما أدى إلى عواقب وخيمة وتكاليف واسعة النطاق أثّرت على البيئة البحرية والبرية، وأيضًا على صحة الإنسان والمناخ.

ومما هو جدير بالذكر، أنه يتم حاليًا إنتاج أكثر من ٤٠٠ مليون طن من اللدائن البلاستيكية سنويًا في جميع أنحاء العالم، نصفها تقريبًا مُصمم للاستخدام لمرة واحدة فقط، ولا يُعاد تدوير سوى نسبة أقل من ١٠٪ منها. وينتهي المطاف بما يُقدّر بنحو ١٩ - ٢٣ مليون طن سنويًا في الأنهار والبحيرات والمحيطات، وهو ما يعادل تقريبًا ٢٠٠٠ ضعف وزن برج إيفل الشهير في باريس. وتُعدّ أزمة التلوث البلاستيكي التي تطغى على محيطات العالم في الوقت الحالي من الأزمات الخطيرة التي تُهدّد بتفاقم انبعاثات الغازات الدفيئة الناجمة عن دورة حياة البلاستيك

ونظرًا لأن البلاستيك ذي الاستخدام الواحد يُنتَج من الوقود الأحفوري، فإن استخراج هذا البلاستيك وتصنيعه يؤدي إلى انبعاث كميات هائلة من الغازات الدفيئة. وتشير التقديرات إلى أن مجرد استخراج الوقود الأحفوري ونقله إلى مصانع البلاستيك يتسبب في انبعاث ما بين ١,٥ إلى ١٢,٥ مليون طن متري من الغازات الدفيئة.

ولكن في ظل التخطيط المستقبلي للتوسع في صناعات البتروكيماويات والبلاستيك، فإن المشكلة ستتفاقم تدريجيًا. ولا يمكن، في جميع الأحوال، إنكار الاعتماد العالمي على المنتجات البلاستيكية وانتشارها في حياتنا اليومية، من تعبئة السلع الاستهلاكية إلى تصنيع المكونات المعقّدة في مختلف الصناعات. وقد جعل تنوع البلاستيك ومتانته وفعاليته، إلى جانب انخفاض تكلفته، منه مادة لا غنى عنها.

ومن المعروف أن المواد الأولية لإنتاج البلاستيك يتم استخراجها بشكل أساسي من الوقود الأحفوري، وأن صناعة البلاستيك تستهلك حاليًا نحو ٣٪ من الاستهلاك العالمي للنفط، ومن المتوقع أن ترتفع هذه النسبة لتصل إلى حوالي ٢٠٪ بحلول عام ٢٠٥٠. كما تُسهم عمليات الاستخراج والإنتاج في استهلاك كميات كبيرة من الطاقة، مما يؤدي إلى انبعاث غازات الاحتباس الحراري، والتي تُعد من أبرز العوامل المؤدية إلى ظاهرة التغير المناخي وتفاقم آثارها.

ومما هو جدير بالذكر أيضًا أن البلاستيك المشتق من الوقود الأحفوري يحتوي على مواد كيميائية معروفة بتسببها في اختلال الغدد الصماء لدى الإنسان، مما يُهدد صحته. وإذا نظرنا إلى حجم النفايات البلاستيكية التي تُلقى في محيطات العالم كل دقيقة، فسنجد أنها تعادل ما يمكن أن تحمله شاحنة ضخمة. أما بالنسبة للرواسب البلاستيكية الموجودة في مياه المحيط، فإنها تتحلل مكونة ما يُعرف باللدائن الدقيقة، والتي تمتصها العوالق البحرية بدلاً من جسيمات الكربون.

وبالتالي، تصبح هذه العوالق غير قادرة على امتصاص غاز ثاني أكسيد الكربون الموجود في الغلاف الجوي مرة أخرى. إضافة إلى ذلك، تُعالج نفايات البلاستيك في العديد من المناطق حول العالم عن طريق حرقها في الهواء الطلق، مما يؤدي إلى تلوث الهواء وإنتاج الكربون الأسود في الغلاف الجوي. ويُعد هذا الاحترار الناتج من العوامل الرئيسية المسببة للاحتباس الحراري، إذ يفوق تأثيره الحراري تأثير غاز ثاني أكسيد الكربون بأكثر من خمسة آلاف مرة.

كما يتم التخلص من نفايات البلاستيك أيضًا بإلقائها دون معالجة، وتركها تتعرض للهواء والماء وأشعة الشمس، مما يؤدي إلى انبعاث كميات كبيرة من الغازات الدفيئة مثل الميثان، والإيثيلين، والبولي إيثيلين في الغلاف الجوي، وبالتالي المساهمة في تفاقم ظاهرة تغير المناخ واستفحال آثارها المختلفة.

وأكدت دراسة أجراها البنك الدولي مؤخرًا أن الفرد في منطقة الشرق الأوسط وشمال أفريقيا يُنتج في المتوسط أكثر من ستة كيلوجرامات من النفايات البلاستيكية سنويًا، ويُعد البحر الأبيض المتوسط من أكثر المناطق تلوثًا بالنفايات البلاستيكية في العال

ويرتبط التلوث البلاستيكي بالتغير المناخي ارتباطًا وثيقًا، إذ يمكن أن يُغيّر الموائل والعمليات الطبيعية من خلال الحد من قدرة النظم البيئية على التكيف مع تغير المناخ. كما يمكن أن يؤثر التلوث البلاستيكي سلبًا على سُبل عيش الملايين من البشر، وفرص إنتاج الغذاء، والرفاهية الاجتماعية. ولا يزال التلوث البلاستيكي يكلف بلدان منطقة الشرق الأوسط وشمال أفريقيا نحو ٠.٨٪ من الناتج المحلي الإجمالي في المتوسط سنويًا. ووفقًا لبيانات صادرة عن الأمم المتحدة، فإن المنتجات البلاستيكية ذات الاستخدام الواحد، مثل الأكواب وزجاجات المياه وتغليف المواد الغذائية، تمثل نحو ٨٩٪ من النفايات البلاستيكية في قاع المحيطات.

وبحسب أحدث تقرير صادر عن الأمم المتحدة، من المتوقع أن ينتهي المطاف بحوالي ١٢ مليار طن من النفايات البلاستيكية في مدافن النفايات والبيئة بحلول عام ٢٠٥٠، إذا استمرت أنماط الاستهلاك الحالية وممارسات إدارة النفايات على حالها. ونظرًا لأن البلاستيك ذي الاستخدام الواحد يُنتَج من الوقود الأحفوري، فإن عمليات استخراج هذه المواد وتصنيعها تسهم في انبعاث كميات هائلة من الغازات الدفيئة.

وبحسب أحدث تقرير صادر عن الأمم المتحدة، من المتوقع أن ينتهي المطاف بحوالي ١٢ مليار طن من النفايات البلاستيكية في مدافن النفايات والبيئة بحلول عام ٢٠٥٠، إذا استمرت أنماط الاستهلاك الحالية وممارسات إدارة النفايات على حالها. ونظرًا لأن البلاستيك ذي الاستخدام الواحد يُنتَج من الوقود الأحفوري، فإن عمليات استخراج هذه المواد وتصنيعها تسهم في انبعاث كميات هائلة من الغازات الدفيئة.

ويؤدي أيضًا تكرير البلاستيك إلى انبعاث ما بين ١٨٤ إلى ٢١٣ مليون طن متري إضافي من غازات الدفيئة سنويًا. كما تمثل مدافن النفايات، التي تُرسل إليها المواد البلاستيكية ذات الاستخدام الواحد، أكثر من ١٥٪ من انبعاثات غاز الميثان.

يؤدي التخلص من المزيد من المواد البلاستيكية في مدافن النفايات أيضًا إلى زيادة حجم هذه المدافن والانبعاثات الناتجة عنها. ويؤثر التلوث البلاستيكي بشكل أساسي على المجتمعات الأكثر فقرًا، حيث ترسل الدول المتقدمة، مثل الولايات المتحدة، نفايات البلاستيك إلى هذه الدول لمعالجتها. وفي نهاية المطاف، قد تصبح كميات البلاستيك ضخمة إلى درجة تعجز هذه المجتمعات عن إيجاد وسائل آمنة للتخلص منها.

ومما هو جدير بالذكر أن المخلفات البلاستيكية تمثل عبئًا كبيرًا على النظم البيئية، لأنها غير قابلة للتحلل، مما يعني أنها تظل باقية وتتراكم، فتشكل مشكلة بيئية كبيرة. وعلى الرغم من كل ما سبق، تخطط صناعة النفط في دول العالم لزيادة إنتاج البلاستيك بنسبة ٤٠٪ خلال العقد المقبل، وسيؤدي ذلك إلى زيادة المعروض من الغاز الطبيعي، لتزداد مصانع البلاستيك في جميع أنحاء العالم التي تقوم بتحويل الوقود الأحفوري إلى بلاستيك.

وهو ما دق ناقوس الخطر لإيجاد بدائل أكثر استدامة وصداقة للبيئة. وكردّ فعل لهذا الكمّ من الأضرار البيئية والصحية، دفع ذلك أنصار البيئة والعلماء إلى التفكير في إيجاد أنواع جديدة من البلاستيك القابلة للتحلل بيئيًا، والتي لا تنتج عنها مخلفات على المدى الطويل. ولهذا، يسعى العلماء منذ ثمانينيات القرن الماضي إلى البحث عن بدائل للبلاستيك التقليدي المصنوع من النفط الخام، وذلك من خلال إجراء تجارب على بعض أنواع النباتات مثل الذرة، والقمح، والبطاطس، وقصب السكر، حيث يتم الحصول على النشا والسكريات والسليولوز منها باستخدام بعض المعالجات الحيوية، مثل البكتيريا والكيمياء الحيوية، والاتجاه لما يُعرف بالبلاستيك الحيوي.

ويمكن تعريفه على أنه البلاستيك القابل للتحلل، والمصنوع من مواد بيولوجية متجددة، بدلاً من إنتاج البلاستيك بالطرق التقليدية باستخدام مشتقات البترول أو الغاز الطبيعي.

مع الاعتماد على مصادر الطاقة المتجددة، يمكن أن يدخل البلاستيك الحيوي في العديد من المنتجات، لكونه أكثر فائدة للبيئة من البلاستيك المصنوع من الوقود الأحفوري

ومما هو معروف أن هذا النوع من البلاستيك يتحلل عضويًا في ظروف البيئة الطبيعية دون أن يُخلّف نواتج تحلل ضارة بالبيئة، إلا أن جميع الطرق المتبعة حاليًا في الحصول عليه لا تزال في مراحلها الأولية، ولم تأخذ طريقها نحو التطبيق العملي بعد. وفي عام ٢٠٢٢، مثّلت صناعة البلاستيك الحيوي نحو ١٪ فقط من إجمالي إنتاج البلاستيك في العالم، حيث تُعد هذه الصناعة حديثة العهد.

وحتى وقتنا الحاضر، لا يوجد نظام عالمي موحّد لتمييز البلاستيك الحيوي القابل للتحلل عن البلاستيك العادي، وهو الأمر الذي يجعل من الصعب على المستهلك الحكم ما إذا كان يقوم بشراء منتج غير ضار بالبيئة أم لا. وعلى الرغم من ذلك، فإن الوعي المتزايد بمدى ضرر المواد البلاستيكية، بالإضافة إلى زيادة الأطر التنظيمية الحكومية في التعامل مع النفايات البلاستيكية، قد أدى إلى زيادة الاستثمار في البلاستيك الحيوي، وهي الصناعة المتوقع نموها بنسبة تزيد عن ١٠٪ في الأعوام القادمة. هذا النمو سيساهم في حل واحدة من أسوأ المشاكل البيئية التي يواجهها العالم، وهي التلوث البلاستيكي.

ولكن من عيوب استخدام البلاستيك الحيوي أنه إذا وصل إلى مكب النفايات وتم دفنه تحت أكوام القمامة في بيئة لا هوائية، فإن هذه المواد العضوية ستتحلل بواسطة البكتيريا، مما يؤدي إلى انبعاث غاز الميثان، والذي يُعد من غازات الدفيئة السامة والقابلة للاشتعال، ويتسبب بأضرار أكبر بكثير من ثاني أكسيد الكربون. وبما أن البلاستيك العادي لا يتحلل، فقد يقترح البعض أن ضرره أقل على البيئة مقارنة بالبلاستيك الحيوي في بعض الحالات.

ومما هو معروف أن هناك أربعة اتجاهات رئيسية لإنتاج البلاستيك الحيوي؛ أحدها قائم على النشا المُشتق من نشا الذرة، والآخر قائم على السليولوز، ويتم إنتاجه باستخدام مشتقات السليولوز المستخرجة من البواقي الزراعية ومصادر الكتلة الحيوية. أما النوع الثالث، فهو قائم على البروتين ويتم إنتاجه باستخدام مصادر بروتينية مثل جلوتين القمح والكازين، وهو البروتين الرئيسي المستخرج من اللبن. وأخيرًا، هناك نوع من البلاستيك قائم على "الكيتوزان"، وهي مادة مستخرجة من الهياكل الخارجية للأسماك الصدفية والقشريات البحرية مثل الجمبري.

وعلى مدار أعوام طويلة، أثمرت الاتجاهات البحثية عن العديد من التجارب، أغلبها لم يَغادر نطاق المعمل، بينما اصطدمت قلة منها في طريقها نحو التطبيق بارتفاع تكلفة الإنتاج، كما أن نوعية البلاستيك لم تكن بالصلابة الكافية، ومن ثم لم تنتشر على نطاق واسع.

إن أهمية البلاستيك الحيوي تكمن أساسًا في القضاء على الاعتماد على البترول والغاز الطبيعي في إنتاج البلاستيك، وهو ما من شأنه تقليل البصمة الكربونية لهذه الصناعة المهمة بشكل كبير. ومن جانب آخر، فإن الاعتماد على الطاقة المتجددة الخالية من الكربون سيكون له تأثير أكبر بكثير من مجرد التحول من البوليمرات الأحفورية إلى البوليمرات الحيوية، إذ إن استخدام الطاقة المتجددة يمكن أن يقلل من البصمة الكربونية للبلاستيك بنسبة تصل إلى نحو ٦٢٪.

قائمة المراجع :

1- Smith, J. (2020). "Economic Impact of Barley Production." Journal of Agricultural Economics, 45(2), 123-135.

2- Brown, L. (2019). "Health Benefits of Barley Consumption." Nutrition and Health Journal, 12(3), 89-97.

3- Green, A. (2021). "Sustainable Barley Farming Practices." Journal of Sustainable Agriculture, 33(4), 210-225.