التلوث البلاستيكي في النظم البيئية البحرية وتأثيره على السلاسل الغذائية والتنوع البيولوجي

دراسة بيئية تحليلية حول مخاطر اللدائن الدقيقة والكبيرة على الكائنات الحية البحرية وسبل الحد منها

إعداد الطالب/ة:	[اكتب اسمك هنا]	**الصف / الشعبة:**	[اكتب الصف والشعبة]
إشراف المعلم/ة:	[اكتب اسم المعلم/ة]	**تاريخ التسليم:**	[اكتب التاريخ]

1. ملخص المشروع وأهميته البيئية

يُعد التلوث بالمخلفات البلاستيكية أحد أخطر التحديات البيئية المعاصرة التي تهدد استقرار النظم البيئية البحرية وتوازنها الحيوي. ونظراً لطبيعة البلاستيك البوليمرية المقاومة للتحلل الحيوي الطبيعي، تتراكم ملايين الأطنان من النفايات البلاستيكية في المحيطات والبحار سنوياً، مما يؤدي إلى تدمير الموائل الطبيعية، وإعاقة العمليات الفسيولوجية للكائنات البحرية، وانتقال الملوثات السامة عبر المستويات الغذائية المختلفة وصولاً إلى الإنسان.

فرضية البحث: يؤدي التراكم المستمر للنفايات البلاستيكية وتفتتها إلى لدائن دقيقة (Microplastics) في المياه البحرية إلى انخفاض معدلات البقاء والتكاثر لدى الكائنات البحرية، وحدوث ظاهرة التراكم الحيوي للسموم عبر السلسلة الغذائية البحرية.

2. الأسباب الرئيسية لتفاقم مشكلة التلوث البلاستيكي البحري

تتعدد مصادر وصول المخلفات البلاستيكية إلى البيئة البحرية، وتنقسم إلى مصادر برية وأخرى بحرية مباشرة، ومن أبرزها:

- **الاستهلاك المفرط للبلاستيك أحادي الاستخدام:** مثل الأكياس البلاستيكية، وعبوات المياه، وأدوات الطعام التي يتم التخلص منها بعد استخدام واحد دون إعادة تدوير.
- **سوء إدارة النفايات الصلبة:** تسرب المخلفات من المكبات الساحلية المكشوفة بفعل الرياح والأمطار ومجاري السيول نحو البحار.
- **معدات الصيد المفقودة أو المهجورة:** وتُعرف بـ «شباك الشبح» (Ghost Nets)، وهي شباك وخيوط مصنوعة من النايلون والبولي إيثيلين تظل تطفو وتصطاد الكائنات البحرية لعقود.
- **الملوثات البلاستيكية الدقيقة الثانوية والأولية:** وتنتج عن تآكل إطارات السيارات، والألياف الصناعية الناتجة عن غسل الملابس، والحبيبات الدقيقة في مستحضرات التجميل.

3. التأثيرات البيولوجية والفسيولوجية على الكائنات البحرية

تؤثر النفايات البلاستيكية على الكائنات البحرية بطرق ميكانيكية وكيميائية وفسيولوجية معقدة، ويمكن تصنيف أبرز هذه التأثيرات كما هو موضح في الجدول الآتي:

نوع التأثير البيولوجي	آلية الحدوث في البيئة البحرية	الكائنات المتأثرة والنتائج الحيوية
الابتلاع الخاطئ والانسداد الهضمي	تخلط الكائنات البحرية بين الأكياس البلاستيكية الطافية وفرائسها الطبيعية مثل قناديل البحر، فتبتلعها بكميات كبيرة.	السلاحف البحرية والطيور البحرية؛ يؤدي تراكم البلاستيك في المعدة إلى الشعور الكاذب بالشبع، وسوء التغذية، والموت جوعاً.
التشابك والاختناق الميكانيكي	التفاف شباك الصيد المهملة والحلقات البلاستيكية حول أجسام وزعانف الكائنات أثناء السباحة.	الثدييات البحرية (كالفقمات والدلافين) وأسماك القرش؛ يسبب جروحاً غائرة، وبتر الأطراف، ومنع الصعود للتنفس أو الهروب من المفترسات.
التراكم الحيوي والتضخم الغذائي	تمتص اللدائن الدقيقة (< 5 ملم) الملوثات العضوية الثابتة والمعادن الثقيلة من الماء وتنقلها عند ابتلاعها **(UNEP, 2021)**.	العوالق الحيوانية، الأسماك الصغيرة، وصولاً إلى المفترسات العليا والإنسان؛ مما يسبب اضطرابات هرمونية وتلفاً في الكبد والجهاز المناعي.
تدمير الشعاب المرجانية والموائل	تغطية المستعمرات المرجانية بالنفايات البلاستيكية مما يحجب ضوء الشمس ويمنع التبادل الغازي.	المرجان والكائنات القاعية؛ تزيد المخلفات البلاستيكية من احتمالية إصابة الشعاب المرجانية بالأمراض البكتيرية بنسبة تفوق 80% **(Lamb et al., 2018)**.

4. انتقال اللدائن الدقيقة في السلسلة الغذائية (التضخم الحيوي)

تبدأ رحلة التلوث الدقيق عندما تتكسر القطع البلاستيكية الكبيرة بفعل الأشعة فوق البنفسجية (التحلل الضوئي) وحركة الأمواج إلى جسيمات مجهرية. تبتلع العوالق الحيوانية (Zooplankton) والرخويات المرشحة للمياه هذه الجسيمات لاعتقادها أنها عوالق نباتية. وعندما تتغذى الأسماك الصغيرة على العوالق، ثم تتغذى الأسماك الكبيرة والثدييات البحرية على الأسماك الصغيرة، يزداد تركيز اللدائن والسموم المرتبطة بها في أنسجة الكائنات الحية كلما ارتفعنا في هرم الطاقة الغذائي.

5. الحلول المقترحة ودور العلم والمجتمع

تتطلب مواجهة هذه الأزمة البيئية تكامل الجهود العلمية والتشريعية والمجتمعية من خلال المحاور التالية:

1. **الابتكار في الكيمياء الحيوية (البلاستيك الحيوي):** تطوير بوليمرات قابلة للتحلل الحيوي مشتقة من مصادر طبيعية مثل نشا الذرة والسليلوز والطحالب البحرية لتتحلل بواسطة البكتيريا دون ترك سموم.
2. **المعالجة البيولوجية (Bioremediation):** توظيف بعض سلالات البكتيريا والفطريات القادرة على إفراز إنزيمات تحلل روابط البولي إيثيلين تيريفثاليت (PET) مثل بكتيريا *Ideonella sakaiensis* **(Yoshida et al., 2016)**.
3. **تطبيق مبادئ الاقتصاد الدائري:** تقليل الإنتاج، وإعادة الاستخدام، وتطوير تقنيات فرز وإعادة تدوير النفايات البلاستيكية قبل وصولها إلى المسطحات المائية.
4. **التشريعات البيئية والتوعية:** حظر الأكياس البلاستيكية أحادية الاستخدام، وتنظيم حملات تنظيف الشواطئ وقاع البحار، ونشر الوعي البيئي في المدارس والجامعات.

6. الخاتمة

إن الحفاظ على صحة المحيطات والبحار ليس مجرد قضية بيئية ثانوية، بل هو ضرورة حيوية لاستمرار الحياة على كوكب الأرض؛ فالمحيطات تنتج أكثر من نصف الأكسجين الذي نتنفسه وتشكل مصدراً رئيسياً للغذاء. ومن خلال فهم الآثار البيولوجية للتلوث البلاستيكي وتبني البدائل المستدامة، يمكننا حماية التنوع الحيوي البحري للأجيال القادمة.

7. المراجع العلمية

1. برنامج الأمم المتحدة للبيئة (UNEP). (2021). *من التلوث إلى الحل: تقييم عالمي للنفايات البحرية والتلوث البلاستيكي*. نيروبي.
2. Lamb, J. B., Willis, B. L., Fiorenza, E. A., Couch, C. S., Howard, R., Rader, D. N., ... & Harvell, C. D. (2018). Plastic waste associated with disease on coral reefs. *Science*, 359(6374), 460-462.
3. Yoshida, S., Hiraga, K., Takehana, T., Taniguchi, I., Yamaji, H., Maeda, Y., ... & Oda, K. (2016). A bacterium that degrades and assimilates poly(ethylene terephthalate). *Science*, 351(6278), 1196-1199.