الشيوانيلا القاعية

أ.د. عبدالرؤوف المناعمة · د. ديمة ناصر الدين · أ. ريناد أبودان

2025-04-15

الشيوانيلا القاعية ليست مجرد بكتيريا عابرة، بل هي مثال على عظمة الخالق الذي مكنها من مواجهة تحديات وظروف قاسية. دراستها لا تكشف أسرار الحياة في الأعماق فحسب، بل تفتح أبواباً لتقنيات ثورية تخدم البشرية والكوكب.

أسرار الأعماق السحيقة

تخفي المحيطات في أعماقها عالماً غامضاً تعيش فيه كائنات فريدة تتكيف مع ظروف قاسية من ضغط هائل وبرودة وظلام دامس. بين هذه الكائنات تبرز الشيوانيلا القاعية (Shewanella benthica) بكتيريا لامعة لا تُرى بالعين المجردة، لكنها تلعب أدواراً حيوية في الأنظمة البيئية البحرية.

تُعد هذه البكتيريا نموذجاً لـ"مهندسي البيئة" لقدرتها على نقل الإلكترونات إلى معادن مثل الحديد والمنغنيز، مما يساهم في تدوير العناصر وتنقية البيئة. هذا المقال يستكشف خصائصها الفريدة وبيئتها وتأثيرها على العلم الحديث.

سُميت بهذا الاسم نسبة إلى عالم الأحياء الدقيقة جيمس شيوان، ووصفت لأول مرة عام 1986 بواسطة ماكدونيل وكولويل في دراسة رائدة عن بكتيريا الأعماق البحرية.

الخصائص الشكلية والوظيفية

الشكل: عصيات سلبية الجرام Gram-Negative متحركة بفضل أسواطها.

التكيفات البيئية

- متحملة للضغط العالي Piezophilic تعيش في أعماق تصل إلى آلاف الأمتار تحت سطح البحر.

- محبة للبرودة Psychrophilic تزدهر في درجات حرارة منخفضة (2–4°C).

القدرات الأيضية

- تنفس لاهوائي: تُختزل معادن مثل الحديد (Fe^{3+}) والمنغنيز (Mn^{4+}) كـ"مستقبلات للإلكترونات" بدلاً من الأكسجين.

- تكسير المركبات العضوية: تتفكك الأحماض الدهنية والكربوهيدرات بفضل إنزيمات متخصصة.

الموطن الطبيعي: رواسب الأعماق

تعيش S. benthica في:

- الرواسب البحرية العميقة: مثل سهول الأعماق السحيقة (Abyssal plains).

- الفتحات الحرارية المائية (Hydrothermal Vents): حيث تتعايش مع مجتمعات كيميائية التغذية.

- المناطق القطبية: في مياه القارة القطبية الجنوبية.

تساهم الظروف القاسية هنا في وجود جينوم فريد، يحتوي جينات مسؤولة عن إصلاح الحمض النووي وتصنيع بروتينات مقاومة للضغط.

دورها البيئي: متعددة المهارات والأدوار

تدوير المعادن: تحويل المعادن المؤكسدة (مثل أكاسيد الحديد) إلى أشكال قابلة للذوبان، مما يؤثر على دورة الكربون والحديد في المحيطات.

التنظيف الحيوي Bioremediation: تختزل معادن سامة مثل اليورانيوم والكروم، مما يقلل من تلوث المياه.

تدعيم السلسلة الغذائية: تُعتبر مصدراً غذائياً للكائنات الأكبر في النظم الإيكولوجية الميكروبية بالإضافة الى دورها الفعال في تدوير العناصر الذي يسهم بدوره في إغناء السلاسل الغذائية المختلفة.

التطبيقات العلمية: من الأعماق إلى المختبر

1- الطاقة الحيوية: تُستخدم في خلايا الوقود الميكروبية (Microbial Fuel Cells) لتوليد الكهرباء من المواد العضوية.

2- التكنولوجيا النانوية: قدرتها على تكوين جسيمات نانوية معدنية مفيدة في الصناعات الدوائية.

3- دراسات الجينوم: الجينوم الخاص بهذه البكتيريا (حجمه حوالي 4.5 ميجا قاعدة) يُدرس لفهم قدراتها على التكيف مع الظروف القاسية وربما للاستفادة من هذه الجينات في تطبيقات عملية.

الأسئلة المفتوحة

رغم التقدم، لا تزال عدة أسئلة بحاجة للإجابة بخصوص S. benthica مثل: كيف تتفاعل مع كائنات أخرى في الشبكات الميكروبية المعقدة؟ وهل بالإمكان هندستها وراثياً لتعزيز قدراتها في التطبيقات البيئية أو الصناعية؟

.

المراجع العلمية

1. MacDonell, M. T., & Colwell, R. R. (1986). *Phylogeny of the Vibrioaceae, and Recommendation for Two New Genera, Listonella and Shewanella.
2. Hau, H. H., & Gralnick, J. A. (2007). *Ecology and Biotechnology of the Genus Shewanella
3. Fredrickson, J. K., et al. (2008). *Towards Environmental Systems –Biology of Shewanella*. Nature Reviews Microbiology, 6(8), 592 .603
4. Xiao, X., et al. (2017). *Adaptation of Deep-Sea Bacterium Shewanella benthica to High Pressure and Low Temperature.

اقرأ أيضاً

https://arsco.org/articles/article-detail-45836/ https://arsco.org/articles/article-detail-45607/