

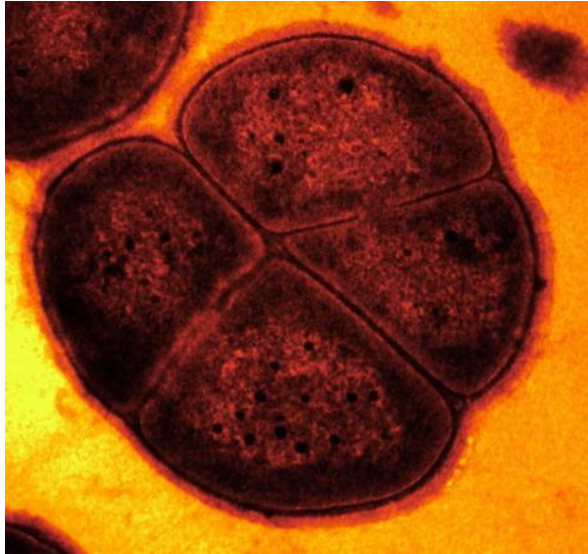
سلسلة روائع الكائنات الدقيقة..

بكتيريا تتحدى الإشعاع ... تتحمل جرعة تفوق ما يتحمله البشر بألف مرة

أ.د. عبدالرؤوف على المناعمة
روان حسن ريده
الجامعة الإسلامية بغزة

أذهلت بكتيريا *Deinococcus radiodurans* العلماء منذ اكتشافها عام 1956م عندما قام فريقٌ بحثي في محطة التجارب الزراعية في ولاية أوريغون باختبار فعالية استخدام الإشعاع لتعقيم الأطعمة المعلّبة، حيث تم تعريضها لأشعة غاما (فوتونات عالية الطاقة) مستخدمين كمياتٍ كافيةً لقتل جميع أشكال الحياة المعروفة، ولكن لاحظ آرثر اندرسون فساد إحدى تلك العلب حتى بعد التعرض لتلك الجرعات العالية من الطاقة. أي أن هناك كائناً دقيقاً استطاع التغلب على الإشعاعات ومقاومتها، ونجح في عزل بكتيريا حمراء، وأطلق عليها فيما بعد اسم *Deinococcus radiodurans* والذي يعني "الكرويات الرهيبة المقاومة للإشعاع". ومنذ ذلك الحين تم دراسة هذه البكتيريا بشكل مكثف لخصائصها المقاومة للإشعاع، فهي تتحمل مستويات تصل إلى 1000 مرة من المستويات التي من شأنها أن تقتل الإنسان العادي.

تحليل المجهر الإلكتروني الماسح أن الحمض النووي DNA في بكتيريا *D. radiodurans* يكون منظمًا في شكل ملفات حلقية (Toroids) مرتبة بشكل مشدود، وهذا قد يُسهّل عملية إصلاح الحمض النووي.



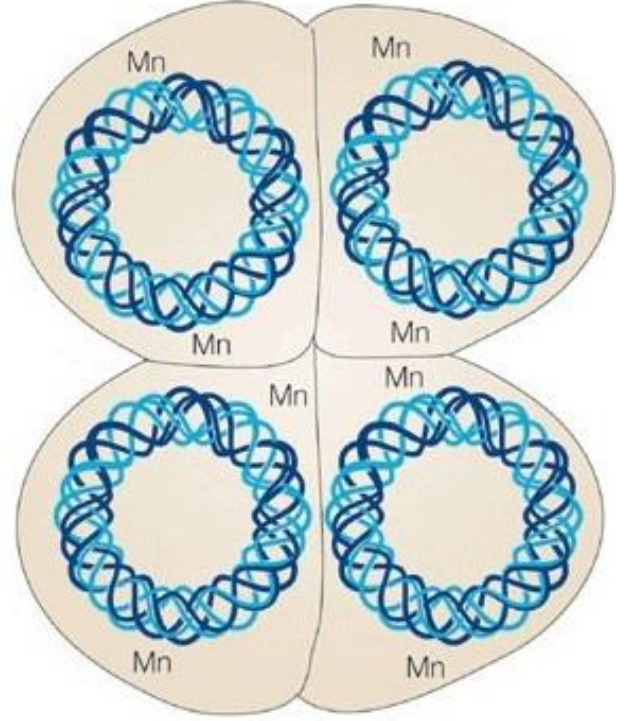
صورة لبكتيريا *Deinococcus radiodurans*

بكتيريا *D. radiodurans* هي من نوع موجبة غرام، غير متحركة، غالباً ما تشكل أزواجاً أو رباعيات كروية، مستعمراتها ناعمة ومحدبة تتدرج في اللون من الأحمر إلى الوردي، ويشير لون الخلايا الأحمر إلى أصباغ الكاروتينات التي تنتجها هذه البكتيريا. تُوصف بأنها مُحبةٌ للعديد من الظروف القاسية (Polyextremophile)؛ فهي تستطيع النجاة في الظروف الباردة، وظروف الجفاف، وكذلك في وجود الأحماض. لا عجب في إدراجها في موسوعة غينيس للأرقام القياسية كأصرم وأقوى بكتيريا في العالم. يتم العثور عليها في مجموعة واسعة من البيئات مما يجعل تحديد الموطن الطبيعي لها أمراً صعباً. وغالباً ما يتم تنميتها في المختبرات من براز الحيوانات، مثل الفيلة. وعُثر عليها بصورة طبيعية في عينات تربة من مختلف البيئات، بما في ذلك التربة عالية الإشعاع في مواقع النفايات النووية، ووُجِدَت كذلك في الصخر الجيري.

من الجوانب المثيرة للاهتمام فيما يتعلق بتركيب الخلية لبكتيريا *D. radiodurans* هو احتفاظها بـ 4 - 10 نسخ من جميع جيناتها في أي وقت اعتماداً على مرحلة النمو، ويُعتَقَد العديد من الباحثين أن هذا الأمر يُساعِدُها على تحمّل الكثير من الإشعاعات. هذه القدرة لا تعتمد على بعض الجينات السحرية التي تحميها من الإشعاع، ولكن بسبب قدرة هذه البكتيريا على إصلاح الضرر الذي تلحقه الإشعاعات بشرطى الحمض النووي DNA الخاص بها بكفاءة عالية جداً في غضون 12-24 ساعة، ويعود الفضل في ذلك إلى النسخ الإضافية من الجينات إضافة إلى مجموعة من البروتينات الخاصة. كما أظهر

اختصارها ب MDP- ثم أعطيت هذه الببتيدات لمجموعة من الفئران التي تم تعريضها لجرعات كبيرة من أشعة غاما. فَنَجَتْ جميع الفئران المُعالَجة ب MDP من الموت، مع ملاحظة انخفاض كبير في مستويات الأمراض التي تنجم عن الإشعاع، بالمقارنة مع 63% من الوفيات وفقدان الوزن في الحيوانات غير المُعالَجة. استطاعت هذه الدراسة إثبات أن هذه المواد المضادة للأكسدة آمنة ويمكن أن تحمي الحيوانات من ضرر الإشعاعات ومن الموت. أي أن هذه النتائج تمهد الطريق لإمكانية العلاج في حال تم تعرضنا للإشعاعات. كما تفتح هذه النتائج الأبواب أمام جميع الاحتمالات المعنية بتطوير المستحضرات الصيدلانية التي تحمي من الإشعاع. تجدر الإشارة إلى أن مُجمَع مضادات الأكسدة قد حصل على براءة اختراع، ويسهل إنتاجه بكميات كبيرة.

وفي دراسة منفصلة من نفس الجامعة، نُشِرت في PLOS ONE عام 2017، تم فحص خصائص النمو للبكتيريا تحت مستويات عالية و مستمرة من إشعاعات غاما، فوجدوا أن خلط بكتيريا الإشريكية القولونية (*E. coli*) الحساسة للإشعاعات، مع بكتيريا *Deinococcus radiodurans* المقاومة للإشعاعات قد مَكَّن البكتيريا الحساسة من البقاء على قيد الحياة بالرغم من الجرعات العالية والمستمرة من الإشعاع. تشير هذه النتائج إلى أن بكتيريا *Deinococcus radiodurans*، التي تحتوي على تراكيز عالية من مضادات الأكسدة، يمكن استخدامها على شكل مكملات غذائية من البكتيريا الحية (Probiotics) لحماية النبات الميكروبي المعوي لدى المرضى الذين تتم معالجتهم بالإشعاع، مثل مرضى السرطان. هذه النتائج غير المتوقعة تشير أيضا إلى أداة جديدة يمكن أن تساعد في حماية الأفراد العسكريين ورواد الفضاء الذين يعانون من آثار جانبية معوية بسبب التعرض لمستويات عالية من الإشعاعات. ويمكن لمثل هذه النتائج وغيرها القيام باستقطاب أجيال من الباحثين من أجل تسخير بكتيريا *Deinococcus radiodurans* لأغراض عملية أخرى.



صورة توضح تنظيم الحمض النووي DNA في شكل ملفات حلقية

أحدث الأبحاث المتعلقة بالبكتيريا المقاومة للإشعاع:

في دراسة لمجموعة من الباحثين في جامعة الخدمات المنظمة للعلوم الصحية تم نشرها في PLOS ONE عام 2016، اكتشف الباحثون وجود مُجمَع قوي من مضادات الأكسدة المركزة على المنغنيز (Mn^{2+}) لدى بكتيريا *D. radiodurans* والتي يُمكن الاستفادة منها من خلال استخدامها لحماية الحيوانات من الإصابات الإشعاعية. قام الفريق بتوليف مضادات الأكسدة التي تحتوي على ببتيدات المنغنيز في المختبر- يتم

ربما في يوم من الأيام نستطيع استخدام البكتيريا التي سببت فساد أطعمتنا في التخلص من المواد السامة...

فيديو يوضح شكل البكتيريا وانقسامها تحت الميكروسكوب العادي