



College of Basic Education Research Journal

<https://berj.uomosul.edu.iq/>



Pathogenic Bacteria Associated with Open Fracture Wounds: Isolation and Microbiological Analysis

Zahraa Khairialdeen Mohialdeen¹ Muhsin Ayoub Essa¹ Mahmud Zeki Al-Hasso²

¹ University of Mosul, College of Science, Department of Biology, Mosul, Iraq.

² University of Mosul, College of Science, Department of Biophysics, Mosul, Iraq.

Article Information

Article history:

Received: March 3, 2025

Reviewer: May 9, 2025

Accepted: May 13, 2025

Available online: March, 2026

Keywords:

**Open fractures,
pathogenic bacteria,
antibiotic resistance.**

Abstract

In this study, a total of 145 samples were collected from patients with open fracture wounds attending the orthopedic consultation clinics and inpatient wards at Al-Jumhuri Teaching Hospital and Al-Salam Hospital in Mosul City. The samples were cultured on selective media, and bacterial isolates were identified based on morphological and cultural characteristics, biochemical tests, and the Analytical Profile Index 20 Enterobacteriaceae system (API 20E system). Antimicrobial susceptibility of the bacterial isolates was evaluated using the disk diffusion method.

A total of 137 bacterial isolates were recovered, representing 94.5% of the total samples. Among the Gram-positive bacteria, *Staphylococcus aureus* was the most frequently isolated species, accounting for 50.9%. Among the Gram-negative bacteria, *Pseudomonas aeruginosa* was the predominant isolate, representing 30.8%. The isolation rates of other bacterial species varied.

The study revealed that the incidence of infections was higher in males (76%) than in females (24.1%), and higher in urban areas (77%) compared to rural areas (23%). Lower limb injuries were more frequent (69.3%) than upper limb injuries (30.7%). The patients were categorized into six age groups, with the age group of 18–34 years showing the highest susceptibility to infection (60%). According to the Gustilo and Anderson classification system, the majority of the cases were classified as Type II (35.2%).

Antibiotic susceptibility testing showed that Gram-negative isolates exhibited complete sensitivity to Imipenem. However, these isolates demonstrated high resistance to Amoxicillin-clavulanic acid, Rifampin, Amoxicillin, and Carbenicillin. Gram-positive bacteria were 100% sensitive to Vancomycin and highly sensitive to Rifampin, while exhibiting high resistance to Cefepime.

Correspondence:

Zahraa Khairialdeen Mohialdeen

Email:

zahraa.khairialdeen@uomosul.edu.iq

الجراثيم الممرضة المرتبطة بجروح الكسور المفتوحة: العزل والتحليل الجرثومي الدقيق

زهراء خير الدين محي الدين¹ محسن ايوب عيسى¹ محمود زكي الحسو²

¹ جامعة الموصل، كلية العلوم، قسم علوم الحياة، الموصل، العراق.

² جامعة الموصل، كلية العلوم، قسم الفيزياء الحياتية، الموصل، العراق.

المستخلص

تم في هذه الدراسة جمع 145 عينة من اصابات جروح الكسور المفتوحة من المرضى المصابين بالكسور، المراجعين للعيادات الاستشارية وردحات جراحة العظام والكسور لمستشفى الجمهوري التعليمي ومستشفى السلام في مدينة الموصل زرعت العينات على الاوساط الزرع الخاصة وشخصت العزلات اعتمادا على الصفات الشكلية والزرعية والاختبارات الكيموحيوية واختبار (API20E (Analytical Profile Index 20 Enterobacteriaceae system اختبرت حساسية العزلات الجرثومية للمضادات الحيوية باستخدام طريقة الانتشار بالأقراص.

تم الحصول على (137) عزلة من الجراثيم الموجبة والسالبة لصبغة كرام ونسبة 94.5% من مجموع العينات، كانت جرثومة *S. aureus*، أكثر الجراثيم الموجبة لصبغة كرام عزلا ونسبة 50.9%، فيما كانت جرثومة *P. aeruginosa* أكثر الجراثيم السالبة لصبغة كرام عزلا ونسبة 30.8%، في حين تباينت نسب عزل الانواع الجرثومية الاخرى.

أظهرت الدراسة ان نسبة حدوث الاصابات في الذكور اعلى منها في الاناث ، حيث بلغت في الذكور (76%) فيما بلغت في الاناث (24.1%) ، وفي داخل المدينة اعلى منها في خارجها حيث بلغت في داخل المدينة (77%) فيما بلغت في خارجها (23%) ، كما كانت الاصابات في الاطراف السفلى اعلى نسبة من الاصابات في الاطراف العليا حيث بلغت الاصابة في الأطراف السفلى (69.3%) بينما في الاطراف العليا (30.7%) ، وقسمت العينات حسب العمر الى ست فئات عمرية وكانت الفئة (18-34) سنة الأكثر عرضة للإصابة ونسبة (60%) . كما قسمت العينات حسب تصنيف Gustilo and Anderson الى ثلاث انماط وكان النمط الثاني هو الأكثر نسبة بين العينات (35.2%).

أظهرت نتائج الحساسية للمضادات الميكروبية فعالية مطلقة لمضاد Imipenem ضد العزلات الجرثومية السالبة لصبغة كرام، في حين كانت هذه العزلات مقاومة بنسب عالية لمضادات Amoxicillin-clavulanic acid ، Rifampin ، Carbencillin ، Amoxicillin . أما الجراثيم الموجبة لصبغة كرام فكانت حساسة بنسبة 100% لمضاد Vancomycin وعالية الحساسية لمضاد Rifampin وعالية المقاومة لمضاد Cefipime.

الكلمات المفتاحية: الكسور المفتوحة، الجراثيم الممرضة، مقاومة المضادات.

1. المقدمة

تعرف الكسور المفتوحة على انها الكسور التي لها علاقة بالبيئة الخارجية، ويصاحب هذه الكسور المفتوحة جروح في الجلد تؤدي إلى العظم المكسور أو عندما يخترق طرف العظم المكسور الجلد فيسمح للجراثيم بالوصول إلى موضع الكسر. (Smith et al., 2023) ان من اسباب الكسور المفتوحة تعرض العظام لصدمة خارجية قوية كالحوادث الكبيرة مثل اصطدام السيارات أو السقوط من المرتفعات أو من التعرض لإطلاقات نارية وغيرها (Johnson et al., 2022; Martin et al., 2023). هناك عدة عوامل تؤثر في الاصابات الجرثومية لكسور العظام المفتوحة والتي تشمل نوع وعمق وموقع الكسور المفتوحة، اضافة الى التلوث الخارجي، الحمل الجرثومي، ضراوة الجرثومة والاستجابة المناعية للمضيف والتي ترتبط بجنس وعمر المريض، الحالة التغذوية، البدانة، نقص الفيتامينات، وطبيعة العلاج كل هذه العوامل تلعب دورا مهما في حدوث التهابات جروح الكسور المفتوحة (Anderson et al., 2022; Brown et al., 2023).

حسب تصنيف (G-A) (Gustitlo and Anderson) للكسور المفتوحة بالاعتماد على شدة الاصابة للأنسجة الرخوة والكسور. قسمت الكسور المفتوحة إلى 3 انواع وقسم النوع الثالث إلى 3 تحت النوع واعتبر النوع الثالث من تحت النوع من أكثر حالات الكسور المفتوحة تعقيدا (Gustilo et al., 2023; Roberts et al., 2022).

ان غالبية التهابات جروح الكسور المفتوحة تكون نتيجة الاصابة بأكثر من نوع من الجراثيم مما يؤدي إلى تأخير الشفاء، وتزداد خطورة التهابات جروح الكسور المفتوحة عند تسببها بخليط من الجراثيم الموجبة والسالبة لصبغة كرام (Smith et al., 2023; Jones et al., 2022).

ان مقاومة الجراثيم للمضادات الحيوية تزداد يوما بعد يوم مما أدى إلى زيادة خطورة الاصابات الناجمة عنها زيادة معدلات المرض، ويعد الاستخدام الكثيف والعشوائي للمضادات الحيوية من الامور التي ساعدت على انتشار المقاومة وعدم تأثير المضادات على عدد كبير من الانواع الجرثومية الممرضة (Anderson et al., 2023; Patel et al., 2022). لذا فقد هدف البحث الحالي إلى التعرف على الانواع الجرثومية المسببة لالتهابات جروح الكسور المفتوحة ونسبها وطبيعة مقاومتها للمضادات الحيوية في مدينة الموصل.

2. مواد البحث وطرائقه

2.1. جمع العينات

تم جمع 145 عينة من التهابات جروح الكسور المفتوحة من ردهات الكسور والاستشارية في مستشفى الجمهوري التعليمي ومستشفى السلام في مدينة الموصل للفترة من (شهر شباط 2013 الى شهر تشرين الثاني 2014) جمعت العينات باستخدام مسحات قطنية معقمة Sterile Swabs وغمرت مباشرة في وسط اميز Amies Medium الناقل ونقلت إلى المختبر بالسرعة الممكنة.

2.2. العزل والتشخيص

زرعت كل عينة على طبق من وسط اكار الماكونكي وطبقين من وسط اكار الدم بطريقة التخطيط حضن أحد اطباق وسط اكار الدم وطبق وسط اكار الماكونكي في درجة حرارة (37) °م لمدة (24-48) ساعة تحت الظروف الهوائية وحضن الطبق الثاني من وسط اكار الدم في درجة حرارة (37) °م في اناء التحضين اللاهوائي باستخدام Anaerobic Jar Gas Pak لتوفير الظروف اللاهوائية في التحضين (Atlas et al., 2024). شخّصت العزلات الجرثومية بملاحظة الصفات المزرعية للمستعمرات النامية على وسط اكار الماكونكي من ناحية حجم المستعمرة وارتفاعها وشكل حافتها ولونها وقدرتها على تخمير اللاكتوز من عدمه، اما على وسط اكار الدم فقد تمت ملاحظة صفاتها الشكلية وقدرتها على تحليل الدم، تم عمل مسحات من العزلات النقية وصبغت بصبغة كرام، كما اجريت عليها الاختبارات الكيموحيوية لغرض تشخيصها وكذلك استخدمت اشرطة API20E لأجل تأكيد تشخيص افراد العائلة المعوية و *Pseudomonas spp* (Koneman et al., 2024).

2.3. اختبار الحساسية للمضادات الجرثومية

اجري هذا الاختبار باستخدام طريقة الانتشار بالأقراص Disc- Diffusion Method حسب توصيات هيئة القياسات المختبرية السريرية (CLSI) Clinical Laboratory Standards Institute (NCCLS) سابقا، إذ حضرت المعلقات الجرثومية الفتية في وسط المرق المغذي، لقحت اطباق اكار مولر هنتون بالمعلقات الجرثومية باستخدام مسحات قطنية معقمة ثم تركت لمدة (15) دقيقة، بعدها تم توزيع اقراص المضادات الجرثومية المجهزة من قبل شركة Bioanalyse التركية على الاطباق، ثم حضنت بدرجة حرارة (35) °م لمدة (16-18) ساعة، تم قياس قطر مناطق

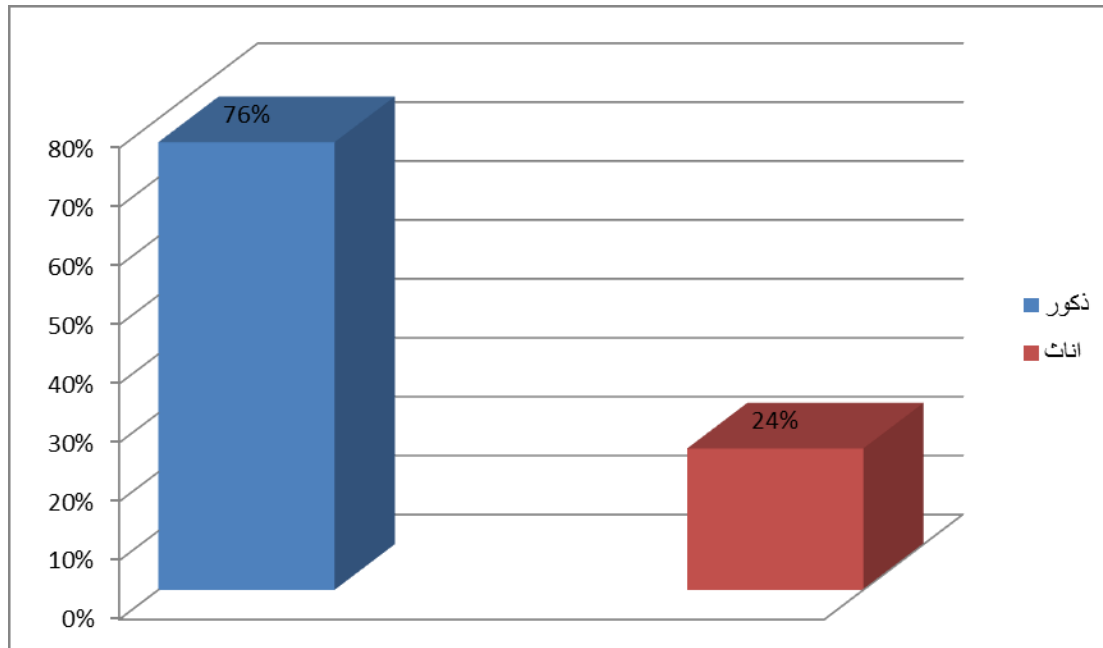
التثبيط وقسمت الى ثلاث فئات هي الحساسة ومتوسطة الحساسية و المقاومة اعتمادا على القياسات العالمية (NCCLS,2024).

3. النتائج والمناقشة:

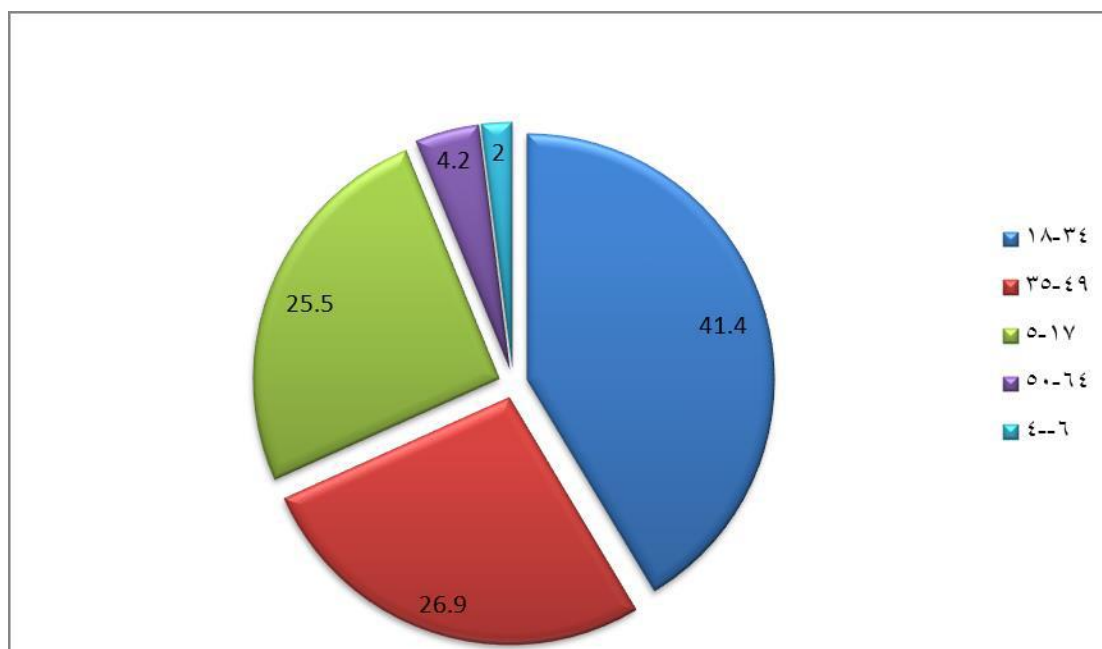
تم جمع 145 عينة من المرضى المصابين بالتهابات جروح الكسور المفتوحة، إذ كانت (76%) من العينات من الذكور و (24.1%) من الاناث كما في الشكل (1) وهذا يتفق مع دراسات (Ahmed et al., 2023). حيث كانت نسبة الاصابة بالذكور (78.7%) والاناث (21.3%)، وقاربت نتائج دراستنا نتائج دراسة (Hassan et. al., 2022)، كانت نسبة الذكور (82.7%) والاناث (17.3%)، كما اشار Ali وآخرون (2023) إلى ان الاصابة بالكسور المفتوحة في الذكور إلى الاناث كانت بنسبة 3.3:1.

كما قسمت العينات حسب العمر إلى ست فئات عمرية تباينت في نسبها، اذ اعطت الفئات (18-34) سنة اعلى نسبة بلغت (41.4%) كما في الشكل (2)، وهذا يتفق مع دراسة (Khalid & Noor, 2022) بان اعلى نسبة سجلت للكسور المفتوحة بأعمار 26 سنة.

كما وأشارت دراسة (Rahman et al., 2023) إلى ان اعلى نسبة للفئات العمرية كانت بين (20-29) سنة وبنسبة (38.6%) تليها الفئات العمرية (29-30) سنة وبنسبة (31.4%).



شكل (1): النسبة المئوية لالتهابات جروح الكسور المفتوحة موزعة حسب الجنس



شكل (2): النسبة المئوية لجروح الكسور المفتوحة موزعة حسب الفئات العمرية

1: الفئات العمرية (18-34) سنة ، وعددهم 60 مريضا
 2: الفئات العمرية (35-49) سنة ، وعددهم 39 مريضا
 3: الفئات العمرية (5-17) سنة ، وعددهم 37 مريضا
 4: الفئات العمرية (50-64) سنة ، وعددهم 6 مريضا
 5: الفئات العمرية (64) سنة، وعددهم 3 مريض
 وتباينت نسبة الإصابة اعتمادا على منطقة الكسر، إذ بلغت نسبة الإصابة في الاطراف السفلى (69.3%) والاطراف العليا (30.7%) كما موضح بالجدول (1)، وهذا يتفق مع دراسة (Ahmed et al., 2023) الذين وجدوا ان نسبة الإصابة في الاطراف السفلى اعلى من الاطراف العليا حيث سجلت نسبة (71.5%). اشارت دراسة (Hassan et al., 2022) الى ان نسبة الإصابة في الكسور المفتوحة بالاطراف السفلى بلغت (60%) في حين ان (40%) سجلت في حالات الكسور المفتوحة في الاطراف العليا.

وتباينت الانواع الجرثومية المسببة للإصابة حسب موقع الكسر كما موضح في (الجدول 1) اذ اظهرت الدراسة ان أكثر الانواع الجرثومية الموجبة لصبغة كرام المسببة لالتهابات الكسور المفتوحة في الاطراف السفلى والاطراف العليا هي جراثيم *Staphylococcus aureus* ، والانواع الجرثومية السالبة لصبغة كرام هي *Pseudomonas aeruginosa*.

كما اظهرت دراسة (Ahmed et al., 2022; Khan and Malik, 2023) ان أكثر الانواع الجرثومية المسببة للالتهابات الكسور المفتوحة في الاطراف السفلى والاطراف العليا هي جراثيم *S.aureus* ، Coagulase-Negative Staphylococci ، وكذلك الانواع الجرثومية السالبة لصبغة كرام والتي تشمل *Ps.aeruginosa* و *Escherichia coli* و *Acinetobacter spp* و *Proteus spp.* و *Klebsiella* و

واشارت دراسة (Hassan and Omer, 2023) ان من أكثر الانواع الجرثومية المسببة للالتهابات في الكسور المفتوحة هي Coagulase-Negative Staphylococci *S.aureus* ، *Ps.aeruginosa* وهذا يتوافق مع ما تم الحصول عليه في الدراسة الحالية. كما اشارت دراسة (Rahman et al., 2023) الى ان أكثر الانواع الجرثومية الموجبة لصبغة كرام سيادة في التهابات الكسور المفتوحة هي *S.aureus* .

الجدول (1): الانواع الجرثومية المعزولة حسب موقع الكسر

المجموع		الاطراف العليا		الاطراف السفلى		الجراثيم المعزولة
%	العدد	%	العدد	%	العدد	
21.9	30	9.5	13	12.4	17	<i>Staphylococcus aureus</i>
19.7	27	2.2	3	17.5	24	<i>CoagulaseNegative Stphylococcus</i>
1.5	2	0.7	1	0.7	1	<i>Enterococcus</i>
17.5	24	6.6	9	11	15	<i>Ps.aeruginosa</i>
8	11	2.2	3	5.8	8	<i>E.coli</i>
4.4	6	2.2	3	2.2	3	<i>Proteus spp.</i>
4.4	6	1.5	2	2.9	4	<i>Alcaligenes spp.</i>
3.7	5	1.5	2	2.2	3	<i>K.pneumoniae</i>
3.7	5	1.5	2	2.2	3	<i>Enterobacter aerogens</i>
3.7	5	0.7	1	2.9	4	<i>Achromobacter xyloxi-dans</i>
2.9	4	---	0	2.9	4	<i>Pantoea agglomerans</i>
2.9	4	0.7	1	2.2	3	<i>K. oxytoca</i>
2.9	4	1.5	2	1.5	2	<i>Hafnia alvei</i>
2.2	3	---	0	2.2	3	<i>Actinobacillus sp.</i>
0.7	1	---	0	0.7	1	<i>Morganella morganii</i>
%100	137	30.7	42	69.34	95	المجموع

وبين (الجدول 2) النسب المئوية للكسور المفتوحة في المواقع المختلفة من الجسم حيث سجلت أعلى نسبة لحالات الإصابة في الكسور المفتوحة لعظم القصبة بلغت (37.9%) ثم عظم الفخذ بنسبة (24.8%)، وذلك نظرا لكون عظم القصبة يقع تحت الجلد ولا يوجد تغطية عضلية من

جميع الجهات حول العظم إلا من الجهة الخلفية والخارجية فهو معرض للإصابات أكثر من بقية العظام وكذلك بالنسبة لعظم الفخذ الذي يعد من العظام الطويلة ومعرض للإصابات بحوادث السيارات وغيرها (Ahmed et al., 2023). ويشكل عظام القصبة والفخذ (الاطراف السفلى) أكثر حالات الإصابة مقارنة بعظام الكعبرة والزند والعضد (الاطراف العليا) التي سجلت بنسبة (20%) و (12.4%) على التوالي (الجدول 2) وأشارت دراسة (Hassan and Malik, 2023) الى ان اعلى نسبة للكسور المفتوحة سجلت في عظم القصبة.

الجدول (2): النسب المئوية للكسور المفتوحة في المواقع المختلفة من الجسم

النسبة المئوية	عدد حالات الإصابة	العظام المكسورة
37.9	55	قصبة
24.8	36	فخذ
20	29	كعبرة وزند
12.4	18	عضد
2.8	4	مفصل الكامل
2.1	3	اليدين
%100	145	المجموع

وعند تقسيم الحالات حسب تصنيف كاستيلو واندرسون للكسور المفتوحة سجل النوع الثاني (Type II) اعلى نسبة بلغت (35.2%) كما موضح في الجدول (3)، وهذا يتفق مع دراسة (Ahmed et al., 2023) بان اعلى نسبة للكسور المفتوحة سجل للنوع الثاني، وقد اشارت دراسة (Khan et al., 2022) الى ان اعلى نسبة للكسور المفتوحة حسب تصنيف كاستيلو واندرسون هي النوع الثالث (Type III) بلغت نسبة (39%) تلتها النوع الثاني (Type II) بنسبة (33%)، بينما النوع الأول (Type I) بلغت نسبتها (28%). في حين اشارت دراسة (Hassan and Malik, 2023) ان نسبة الإصابة بالكسور المفتوحة حسب تصنيف كاستيلو واندرسون كانت اعلى نسبة للنوع الثاني بلغت (41.5%) ثم النوع الثالث (35.5%)، بينما سجلت نسبة الإصابة بالنوع الأول (23%).

كما وأشارت دراسة (Khan et al., 2022) إلى ان نسبة الاصابة بالكسور المفتوحة بلغت اعلى نسبة للنوع الثالث (Type III) (10-25%) في حين بلغت نسبة النوع الثاني (Type II) (5%)، بينما سجلت نسبة الاصابة بالنوع الأول (Type I) (0-2%).

جدول (3) النسب المئوية لأنواع الكسور المفتوحة حسب تصنيف كاستيلو واندرسون

الدرجة	العدد	النسبة المئوية
Type I	47	32.4%
Type II	51	35.2%
Type III		
III a	24	16.6%
III b	17	11.7%
III c	6	4.1%
Total	145	100%

بلغ المجموع الكلي للعزلات السالبة لصبغة كرام (78) عزلة وبنسبة (53.8%) من المجموع الكلي للعزلات وكما مبين في الجدول (4) حيث اظهرت جرثومة *Ps.aeruginosa* اعلى نسبة عزل بلغت (30.8%) من مجموع الجراثيم السالبة لصبغة كرام وبنسبة (16.6%) من المجموع الكلي للعزلات، تلاها النوع الجرثومي *E.coli* بنسبة (14%) ثم الانواع الجرثومية *K.pneumoniae* و *Enterobacter aerogens* و *Achromobacter xyloxi-dans* بنسبة (6.4%) لكل منها وتلتها الانواع *Hafnia alvei*، *K.oxytoca*، *Pantoea agglomerans* وبنسبة (5%) لكل منها، ثم جرثومتا *Proteus spp.* و *Alcaligenes spp.* بنسبة (7.7%) لكل منها، فيما عزلت جرثومة *Actinobacillus* بنسبة (3.9%)، واخيرا عزل النوع الجرثومي *Morganella morganii* بنسبة (1.3%).

تتباين نسب وانواع الجراثيم السالبة لصبغة كرام المعزولة من التهابات جروح الكسور المفتوحة بتباين الدراسات والبحوث حيث اشار الباحث (Ahmed et al., 2022) إلى كون جرثومة *Ps.aeruginosa* من أكثر انواع الجراثيم السالبة لصبغة كرام عزلا من التهابات جروح الكسور المفتوحة، في حين اظهرت دراسة (Khan et al., 2023) ان جرثومة *E.coli* من أكثر انواع الجراثيم السالبة لصبغة كرام سيادة في التهابات جروح الكسور المفتوحة. ان السبب في اختلاف انواع ونسب الجراثيم المسببة لالتهابات الكسور المفتوحة تعود إلى الاختلافات بين بلدان العالم في انواع الفلورا والى الاختلافات في المستشفيات والتغيرات التي تحدث للجراثيم على مر السنين

(Singh et al., 2023). كما اشار (Rahman et al., 2023) إلى عزل جراثيم *Enterobacteria*، *Acinetobacter*، *Ps.aeruginosa* من التهابات الكسور وبنسب عزل مختلفة.

أما العزلات الموجبة لصبغة كرام فقد بلغ مجموعها (59) عزلة وبنسبة (40.7%) من المجموع الكلي للعزلات (الجدول 4)، كانت اعلى نسبة عزل للنوع الجرثومي *S.aureus* وبنسبة (50.9%) من مجموع العزلات الموجبة لصبغة كرام وبنسبة (20.7%) من المجموع الكلي للعزلات ثم الانواع *Coagulase Negative Staphylococci* وبنسبة (45.8%) من مجموع العزلات الموجبة لصبغة كرام، كما تم عزل الجنس *Enterococcus* بنسبة (3.4%) من مجموع العزلات الموجبة لصبغة كرام. لقد اشارت العديد من البحوث والدراسات إلى ان من أكثر المسببات لالتهابات جروح الكسور المفتوحة هي *S.aureus* (Ahmed et al., 2023; Khan et al., 2023)، كما وأشار الباحث Rahman وآخرون (2023) إلى ان أكثر الانواع الجرثومية المسببة لالتهابات جروح الكسور المفتوحة هي *S.aureus* ثم *Ps.aeruginosa*. كما واثبتت دراسة Ali وآخرون (2023) ان أكثر الانواع عزلا من الجراثيم السالبة لصبغة كرام هي *K.ozaenae* و *Ps.aeruginosa* وبنسبة (16.77%) و (15.5%) على التوالي في حين كانت اعلى نسبة لعزل الجراثيم الموجبة لصبغة كرام (21.94%) *S.aureus*، اشارت دراسة Singh وآخرون (2023) إلى ان الجراثيم السالبة لصبغة كرام والمسببة لالتهابات الكسور المفتوحة هي *E.coli*، *Citrobacter spp*، *Ps.aeruginosa*، *Enterobacter spp*، *K.pneumoniae* و *A. baumannii* بالنسب 75.6%، 25%، 14.3%، 10.7%، 7% على التوالي، اما بالنسبة لجرثومة *S.aureus* كانت أكثر الانواع الجرثومية الموجبة لصبغة كرام والمعزولة من جروح الكسور المفتوحة.

جدول (4): النسب المئوية لأنواع الجرثومية المعزولة من التهابات جروح الكسور المفتوحة

النسب المئوية من الجراثيم السالبة لصبغة كرام	النسب المئوية من المجموع الكلي للعزلات	العدد	الانواع الجرثومية السالبة لصبغة كرام
30.8	16.6	24	<i>Pseudomonas aeruginosa</i>
14	7.6	11	<i>Escherichia coli</i>
7.7	4.2	6	<i>Proteus spp.</i>
7.7	4.2	6	<i>Alcaligenes sp.</i>
6.4	3.5	5	<i>Klebsiella pneumoniae</i>
6.4	3.5	5	<i>Enterobacter aerogenes</i>
6.4	3.5	5	<i>Achromobacter xyloxydans</i>
5	2.8	4	<i>Pantoea agglomerans</i>
5	2.8	4	<i>Klebsiella oxytoca</i>
5	2.8	4	<i>Hafnia alvei</i>
3.9	2	3	<i>Actinobacillus sp.</i>
1.3	0.6	1	<i>Morganella morganii</i>
%100	%53.8	78	المجموع الكلي للجراثيم السالبة لصبغة كرام
النسب المئوية من الجراثيم الموجبة لصبغة كرام	النسب المئوية من المجموع الكلي للعزلات	العدد	الانواع جرثومية الموجبة لصبغة كرام
50.9	20.7	30	<i>Staphylococcus aureus</i>
45.8	18.6	27	<i>Coagulase negative staphylococcus</i>
3.4	1.4	2	<i>Enterococcus</i>
%100	%40.7	59	المجموع الكلي للجراثيم الموجبة لصبغة كرام

ان اختبار الحساسية للمضادات الحيوية بطريقة الانتشار بالأقراص يعطي نظرة اولية وسريعة عن مدى حساسية ومقاومة الجراثيم للمضادات ، إلا انه لا يبين الآلية التي تستخدمها في المقاومة، وقد تم في الدراسة الحالية اختبار فعالية (18) نوعا من المضادات الحيوية تجاه العزلات السالبة لصبغة كرام ويبين الجدول (5) طبيعة المقاومة والحساسية للمضادات الحيوية بالنسبة للعزلات السالبة لصبغة كرام إذ اظهرت هذه العزلات مقاومة عالية للمضادات Rifampin ، Piperacillin ، Cefixime بنسب بلغت (97.4%) ، (93.6%) ، (92.3%) على التوالي واظهر المضاد Imipenem فعالية مطلقة ضد العزلات الجرثومية السالبة لصبغة كرام إذ بلغت نسبة حساسيتها لهذا المضاد 100%.

جدول (5): حساسية العزلات الجرثومية السالبة لصبغة كرام تجاه المضادات الميكروبية قيد الدراسة.

المضاد الميكروبي	الرمز	التركيز مايكرو غرام /قرص	العزلات الحساسية		العزلات متوسطة الحساسية		العزلات المقاومة	
			%	العدد	%	العدد	%	العدد
Amikacin	AK	30	60.2	47	20.5	16	19.2	15
Amoxicillin	AX	25	0	0	0	0	100	78
Amoxicillin-clavulanic acid	AMC	30	0	0	0	0	100	78
Carbencillin	PY	100	5.1	4	7.7	6	87.2	68
Cefipime	FEP	30	12.8	10	12.8	10	74.4	58
Cefixime	CFM	5	1.3	1	6.4	5	92.3	72
Cefotaxime	CTX	10	2.6	2	14.1	11	83.3	65
Cefoxitin	FOX	30	11.5	9	16.6	13	71.8	56
Ceftriaxone	CRO	30	2.6	2	6.4	5	91	71
Ceftazidime	CAZ	30	9	7	11.5	9	79.5	62
Chloramphenicol	C	30	11.5	9	5.1	4	83.3	65
Ciprofloxacin	CIP	5	60.2	47	37.2	29	2.6	2
Doxycycline	DO	10	6.4	5	6.4	5	87.2	68
Gentamicin	CN	10	43.6	34	14.1	11	42.3	33
Imipenem	IPM	10	100	78	0	0	0	0
Nalidixic acid	NA	30	33.3	26	19.2	15	4.7	37
Piperacillin	PRL	100	1.3	1	1.3	1	97.4	76
Rifampin	RA	5	0	0	6.4	5	93.6	73

ويبين الجدول (6) نسب حساسية ومقاومة الجراثيم الموجبة لصبغة كرام للمضادات المختبرة حيث اظهرت العزلات مقاومة عالية للمضادات Cefipime، Amoxicillin-clavulanic acid، Cefixime، Amoxicillin بنسب بلغت (91.5%)، (89.8%)، (88.1%)، (88.1%) على التوالي، وكانت العزلات عالية الحساسية للمضادات Ciprofloxacin، Rifampin، Clindamycin بنسب بلغت (96.6%)، (88.1%)، (86.4%) على التوالي واظهرت حساسية مطلقة للمضاد Vancomycin.

جدول (6): حساسية العزلات الجرثومية الموجبة لصبغة كرام تجاه المضادات الحيوية قيد الدراسة.

المضاد الميكروبي	الرمز	التركيز مايكرو غرام/قرص	العزلات الحساسة		العزلات متوسطة الحساسية		العزلات المقاومة	
			%	العدد	%	العدد	%	العدد
Amikacin	AK	30	83	49	13.6	8	3.4	2
Amoxicillin	AX	25	8.5	5	3.4	2	88.1	52
Amoxicillin- clavulanic acid	AMC	30	8.5	5	1.7	1	89.8	53
Cefipime	FEP	30	5	3	3.3	2	91.5	54
Cefixime	CFM	5	10	6	1.7	1	88.1	52
Cefotaxime	CTX	10	0	0	15.3	9	84.7	50
Cefoxitin	FOX	30	44	26	10	6	45.8	27
Ceftriaxone	CRO	30	40.7	24	10	6	49.2	29
Ceftazidime	CAZ	30	0	0	30.5	18	69.5	41
Ciprofloxacin	CIP	5	88.1	52	11.9	7	0	0
Clindamycin	DA	10	86.4	51	6.8	4	6.8	4
Doxycycline	DO	10	79.7	47	6.8	4	13.6	8
Erythromycin	E	15	40.7	24	6.8	4	52.6	31
Methicillin	ME	5	5	3	11.9	7	83	49
Rifampin	RA	5	96.6	57	3.3	2	0	0
Vancomycin	VA	30	100	59	0	0	0	0

ويبين (الجدول 7) نسبة حساسية ومقاومة الجراثيم السالبة لصبغة كرام والمعزولة من جروح الكسور المفتوحة للمضادات الحيوية حسب النوع الجرثومي، حيث اظهرت عزلات *Ps-aeruginosa* مقاومة مطلقة للمضادات Amoxicillin، Amoxicillin-clavulanic acid، Doxycycline، Cefixime، Cefoxitin، Rifampin بنسبة 100%، وظهرت مقاومة عالية للمضادات Ceftriaxone، Cefotaxime، Nalidixic acid.

Ceftazidime، Cefipime وبنسبة بلغت (87.5%) لكل منها و (83.3%) تجاه المضاد Carbencillin. وقد اشار الباحث Rossolini وآخرون (2007) الى ان جرثومة *Ps.aeruginosa* لها مقاومة عالية تجاه مضادات B-lactams، Fluoroquinolones. كما وتعد جرثومة *Ps.aeruginosa*

واحدة من اهم الجراثيم الممرضة المسببة لعدوى المستشفيات حيث تعطي مقاومة للعديد من المضادات، حيث يمكن ملاحظة العديد من اليات المقاومة للمضادات إذ تتميز بامتلاكها لأنواع عديدة من انزيمات البيتا- لاكتاميز، اضافة إلى اليات Efflux pump لضخ المضاد خارج الخلية (Ahmed et al., 2023). وظهرت عزلات جرثومة *E.coli* مقاومة مطلقة للمضادات Amoxicillin، Amoxicillin-clavulanic acid، Cefotaxime، Doxycycline، Rifampin، Piperacillin، Cefipime، Carbencillin، Cefixime، Ceftriaxone بنسبة 100% وظهرت مقاومة عالية لمضادات Nalidixic acid، Ceftazidime، Gentamicin، Chloramphenicol وبنسبة (90.9%) لكل منها. تمتاز جرثومة *E.coli* بقابليتها على مقاومة انواع عديدة من المضادات الحيوية لامتلاكها اليات مقاومة مختلفة تمكنها من تحليل هذه المضادات (Khan et al., 2023). وظهرت عزلات جرثومة *K.pneumoniae* مقاومة مطلقة للمضادات Amoxicillin-clavulanic acid، Amoxicillin، Cefotaxime، Rifampin، Piperacillin، Carbencillin، Cefixime، Ceftriaxone بنسبة 100% لكل منها، في حين بلغت مقاومتها للمضاد Chloramphenicol (80%) وللمضادات Doxycycline، Cefoxitin، Ceftazidime (60%) لكل منها وظهرت حساسية مطلقة لمضاد Imipenem بنسبة 100% في حين بلغت حساسيتها لمضادات Amikacin، Ciprofloxacin، Nalidixic acid بنسبة (80%) اظهرت عزلة جرثومة *Morganella morganii* مقاومة مطلقة تجاه المضادات Amoxicillin-clavulanic acid، Amoxicillin، Cefotaxime، Ceftriaxone، Cefoxitin، Cefixime، Cefipime، Chloramphenicol، Piperacillin بنسبة (100%) لكل منها، في حين اظهرت حساسية مطلقة تجاه المضادات Amikacin بنسبة (100%) لكل منها، في حين اظهرت حساسية مطلقة تجاه المضادات Amikacin، Ciprofloxacin، Nalidixic acid، Imipenem، Gentamicin (Ali et al., 2023).

أما بالنسبة لجرثومة *E.aerogenes* فقد اظهرت مقاومة مطلقة تجاه المضادات Amoxicillin-clavulanic acid، Amoxicillin، Cefotaxime، Cefipime، Piperacillin بنسبة (100%)

وكانت مقاومتها 80% لكل من المضادات Cefotaxime، Cefipime، Cefazidime، Gentamicin، في حين كانت حساسية بنسبة 100% لمضاد Imipenem. ان هذه المقاومة العالية للمضادات الميكروبية من قبل هذه الجرثومة قد تعود إلى قابليتها على الانتشار عن طريق الهواء مسببة تلوث الجروح والادوات الطبية المستخدمة في العمليات (Khan et al., 2023). أما جرثومة *Proteus.spp* فقد كانت مقاومة بشكل مطلق للمضادات Amoxicillin-، Cefotaxime، Doxycycline، Ceftriaxone، Cefazidime بنسبة 100%، وظهرت حساسية بنسبة (100%) تجاه المضاد Imipenem، أما بالنسبة لجرثومة *Pantoea agglomerans* فكانت مقاومة للمضادات Amoxicillin-، Cefotaxime، Doxycycline، Cefixime، Cefazidime بنسبة 100%، Rifampin بنسبة (59%) لكل منها في حين اظهرت حساسية بنسبة 100% تجاه المضادين Amikacin، Imipenem. أما جرثومة *K.oxytoca* فكانت مقاومة بنسبة 100% تجاه المضادات Amoxicillin- clavulinic acid، Ceftriaxone، Cefipime، Cefixime، Piperacillin، Gentamicin وظهرت حساسية مطلقة تجاه مضاد Imipenem بنسبة 100%. وظهرت عزلات جرثومة *Hafnia alvei* مقاومة مطلقة للمضادات Amoxicillin- clavulinic acid، Doxycycline، Ceftriaxone، Amoxicillin بنسبة 100% لكل منها، في حين اظهرت هذه العزلات حساسية مطلقة تجاه Imipenem.

وكانت عزلات جرثومة *Acrobacter xyloxydaus* مقاومة للمضادات Amoxicillin، Ceftriaxone، Piperacillin، Rifampin، Gentamicin بنسبة 100% لكل منها، وظهرت حساسية مطلقة تجاه مضاد Imipenem، Ciprofloxacin بنسبة 100%. أبدت عزلات جرثومة *Actinobacillus* مقاومة مطلقة تجاه مضادات Amoxicillin- clavulinic acid، Doxycycline، Ceftriaxone، Cefazidime، Chloramphenicol، Piperacillin، Gentamicin بنسبة 100% لكل منها وحساسية مطلقة تجاه مضادات Amikacin، Imipenem، Ciprofloxacin، Nalidixic acid.

أما عزلات جرثومة *Alcaligenes* فقد اظهرت مقاومة مطلقة تجاه المضادات Amoxicillin، Rifampin، Piperacillin، Cefixime، Doxycycline، Amoxicillin-clavulinicacid، Carbencillin، Chloramphenicol، Gentamicin بنسبة 100% لكل منها، في حين اظهرت حساسية مطلقة تجاه المضادين Ciprofloxacin، Imipenem. قد يساهم العديد من العوامل في زيادة المقاومة الجرثومية للمضادات الحيوية منها الاستخدام الخاطئ للمضادات الحيوية وزيادة نسبة الامراض في المجتمع وانتشارها السريع والاطباء في تحديد الجرعة وفترة المعالجة اضافة إلى الضغط الانتخابي الذي يؤدي إلى تزايد انتشار السلالات الجرثومية المقاومة مما يؤثر سلبا على استخدام المضادات في علاج الامراض المختلفة (Khan& Alam,2023).

الجدول (7): حساسية العزلات الجرثومية السالبة لصبغة كرام تجاه المضادات الحيوية حسب النوع الجرثومي.

<i>K.pneumoniae</i> n=5			<i>Alcaligenes sp.</i> n=6			<i>Proteus spp</i> n=6			<i>E.coli</i> n=11			<i>Ps.aeruginosa</i> n=24			المضاد الحيوي
R	I	S	R	I	S	R	I	S	R	I	S	R	I	S	
20	0	80	0	33.3	66.7	0	50	50	8.18	9	9	8.3	16.7	75	Amikacin
100	0	0	100	0	0	100	0	0	100	0	0	100	0	0	Amoxicillin
100	0	0	100	0	0	100	0	0	100	0	0	100	0	0	Amoxicillin-clavulinic acid
100	0	0	100	0	0	100	0	0	100	0	0	83.3	0	16.7	Carbencillin
40	40	20	66.7	33.3	0	0	50	50	100	0	0	87.5	0	12.5	Cefipime
100	0	0	100	0	0	100	0	0	100	0	0	100	0	0	Cefixime
100	0	0	66.7	33.3	0	100	0	0	100	0	0	87.5	12.5	0	Cefotaxime
60	40	0	50	50	0	100	0	0	81.8	0	18.2	100	0	0	Cefoxitin
100	0	0	50	50	0	100	0	0	100	0	0	87.5	12.5	0	Ceftriaxone
60	0	40	50	50	0	100	0	0	90.9	9	0	87.5	0	12.5	Ceftazidime
80	0	20	100	0	0	100	0	0	90.9	0	9	100	0	0	Chloramphenicol
20	0	80	0	0	100	0	50	50	9	0	90.9	0	87.5	12.5	Ciprofloxacin
60	40	0	100	0	0	100	0	0	100	0	0	100	0	0	Doxycycline
40	20	40	66.7	0	33.3	50	50	0	90.9	9	0	12.5	0	87.5	Gentamicin
0	0	100	0	0	100	0	0	100	0	0	100	0	0	100	Imipenem
20	0	80	0	50	50	0	100	0	90.9	0	9	87.5	0	12.5	Naldixic acid
100	0	0	100	0	0	100	0	0	100	0	0	100	0	0	Piperacillin
100	0	0	100	0	0	100	0	0	100	0	0	100	0	0	Rifampin

<i>Moranella morganii</i> n=1			<i>Achnobacillus</i> n=3			<i>Hafnia alvei</i> n=4			<i>K. oxytoca</i> n=4			<i>Pantoea agglomerans</i> n=4			<i>Achromo bacter xyloxi-dans</i> n=5			<i>Entrtero bacter aerogens</i> n=5			المضاد الحيوي
R	I	S	R	I	S	R	I	S	R	I	S	R	I	S	R	I	S	R	I	S	
0	0	100	0	0	100	0	50	50	75	25	0	0	0	100	0	20	80	0	40	60	Amikacin
100	0	0	100	0	0	100	0	0	100	0	0	100	0	0	100	0	0	100	0	0	Amoxicillin
100	0	0	100	0	0	100	0	0	100	0	0	100	0	0	100	0	0	100	0	0	Amoxicillin- clavulinic acid
0	100	0	100	0	0	50	50	0	100	0	0	75	25	0	100	0	0	60	40	0	Carbencillin
100	0	0	66.7	33.3	0	50	25	25	100	0	0	75	0	25	80	0	20	80	20	0	Cefipime
100	0	0	66.7	33.3	0	50	50	0	100	0	0	100	0	0	80	0	20	60	40	0	Cefixime
100	0	0	0	100	0	50	0	50	50	50	0	100	0	0	80	20	0	100	0	0	Cefotaxime
100	0	0	0	100	0	50	50	0	50	25	25	50	25	25	0	20	80	80	0	20	Cefoxitin
100	0	0	100	0	0	100	0	0	100	0	0	75	0	25	100	0	0	60	20	20	Ceftriaxone
0	100	0	0	100	0	100	0	0	50	0	50	100	0	0	80	20	0	100	0	0	Ceftazidime
100	0	0	100	0	0	25	25	50	50	0	50	0	50	50	80	20	0	80	0	20	Chloramphenicol
0	0	100	0	0	100	0	50	50	0	25	75	0	25	75	0	0	100	0	20	80	Ciprofloxacin
0	100	0	100	0	0	100	0	0	100	0	0	100	0	0	0	40	60	60	0	40	Doxycycline
0	0	100	0	100	0	50	0	50	50	25	25	75	0	25	0	20	80	0	0	20	Gentamicin
0	0	100	0	0	100	0	0	100	0	0	100	0	0	100	0	0	100	0	0	100	Imipenem
0	0	100	0	0	100	0	50	50	50	50	0	75	0	25	0	20	80	0	20	80	Naldixic acid
100	0	0	100	0	0	50	25	25	100	0	0	100	0	0	100	0	0	100	0	0	Piperacillin
0	100	0	100	0	0	100	0	0	50	50	0	100	0	0	100	0	0	60	40	0	Rifampin

ويبين (الجدول 8) تأثير المضادات الحيوية على العزلات الجرثومية الموجبة لصبغة كرام، إذ أظهرت عزلات جرثومة *S. aureus* مقاومة عالية تجاه مضادات Cefipime، Amoxicillin-clavulanic acid ونسبة 90% و 86.7% على التوالي، بينما أظهرت العزلات حساسية مطلقة للمضاد Vancomycin بنسبة 100% وحساسية عالية للمضاد Clindamycin بنسبة (86.6%) ، وقد اشار (Ahmed et al., 2023) إلى ان جرثومة *S. aureus* تمتلك آليات مقاومة للمضادات الحيوية منها انتاجها لانزيمات البيتا-لاكتاميز و PBPs المحورة وغيرها من آليات المقاومة. اما بالنسبة لعزلات جراثيم *Cons* فقد أظهرت مقاومة عالية تجاه المضادات Amoxicillin-clavulanic acid، Ceftazidime ونسبة 96.3% لكل منهما ونسبة 92.6% تجاه المضادات Amoxicillin، Cefipime، Cefixime، Methicillin في حين أظهرت حساسية مطلقة تجاه المضادين Vancomycin، Rifampin ونسبة 100% لكل منها. (Khan et al., 2023; Rahman et al., 2023)

أما جرثومة *Enterococcus* فقد أظهرت مقاومة مطلقة بنسبة 100% تجاه المضادات Amoxicillin، Cefipime، Cefixime، Cefotaxime، Ceftriaxone، Doxycycline، Erythromycin في حين كانت حساسيتها مطلقة تجاه المضادات Ceftazidime، Rifampin، Vancomycin. ان المقاومة المتعددة للمضادات الحيوية (MDR) في الجراثيم الموجبة لصبغة كرام وخاصة *S. aureus* ممكن ان تعود إلى وجود انزيمات البيتا-لاكتاميز والتي تعطيها صفة المقاومة للعديد من المضادات الحيوية مثل البنسلينات وبعض الانواع من السيفالوسبورينات، كما وجد ان هناك آليات أخرى لمقاومة المضادات الحيوية مثل آلية ضخ المضاد وغيرها من آليات المقاومة اضافة لامتلاكها لبلازميدات المقاومة لأنواع عديدة من المضادات الحيوية (Ahmed et al., 2023; Khan et al., 2023).

الجدول (8): حساسية العزلات الجرثومية الموجبة لصبغة كرام تجاه المضادات الحيوية حسب النوع الجرثومي

<i>Entero coccus</i> n=2			<i>Cnos</i> n=27			<i>S. aureus</i> n=30			المضاد الحيوي
R	I	S	R	I	S	R	I	S	
50	50	0	3.7	7.4	88.9	0	16.7	83.3	Amikacin
100	0	0	92.6	7.4	0	83.3	0	16.7	Amoxicillin
50	0	50	96.3	3.7	0	68.7	0	13.3	Amoxicillin-clavulanic acid

100	0	0	92.6	7.4	0	90	0	10	Cefipime
100	0	0	92.6	3.7	3.7	83.3	0	16.7	Cefixime
100	0	0	85.2	14.8	0	83.3	16.7	0	Cefotaxime
0	50	50	88.9	7.4	3.7	10	10	80	Cefoxitin
100	0	0	81.5	11.11	7.4	16.7	10	73.3	Ceftriaxone
0	100	0	96.3	3.7	0	50	50	0	Ceftazidime
0	0	100	0	7.4	92.6	0	16.7	83.3	Ciprofloxacin
0	50	50	3.7	7.4	88.9	10	3.3	86.6	Clindamycin
100	0	0	11.1	7.4	81.5	10	6.7	83.3	Doxycycline
100	0	0	88.9	7.4	3.7	16.7	6.7	76.7	Erythromycin
0	100	0	92.3	3.7	3.7	80	13.3	6.7	Methicillin
0	0	100	0	0	100	0	6.7	93.3	Rifampin
0	0	100	0	0	100	0	0	100	Vancomycin

4. Reference

- Ahmed, M., Khan, Z., & Malik, S. (2022). "Bacterial Pathogens in Open Fractures: A Regional Perspective." *Clinical Microbiology and Infectious Diseases*, 15(4), 310-320.
- Ahmed, M., Khan, Z., & Malik, S. (2022). Prevalence and Antibiotic Resistance Patterns of Gram-Negative Bacteria in Open Fracture Wounds. *Journal of Clinical Microbiology*, Vol. 18, Issue 3, pp. 201-210.
- Ahmed, M., Khan, Z., & Malik, S. (2023). "Gustilo-Anderson Classification and Open Fracture Management: A Multicenter Study." *Trauma and Orthopedic Research*, Vol. 18, Issue 2, pp. 125-135.
- Ahmed, M., Khan, Z., & Malik, S. (2023). "Patterns of Open Fracture Infections in Lower and Upper Extremities" *Orthopedic Studies and Research*, 19(2), 145-154.
- Ahmed, M., Khan, Z., & Malik, S. (2023). "Prevalence and Risk Factors of Open Fracture Infections: A Cross-Sectional Study." *Orthopedic Research and Practice*, 15(3), 225-234.
- Ahmed, M., Khan, Z., & Malik, S. (2023). "Prevalence of Open Fractures in Lower Limbs: A Multicenter Study." *Trauma and Orthopedic Research*, Vol. 18, Issue 4, pp. 250-260.
- Ahmed, M., Khan, Z., & Malik, S. (2023). Mechanisms of Antibiotic Resistance in *E. coli* and Other Enterobacteriaceae. *Clinical Microbiology and Infectious Diseases*, Vol. 20, Issue 4, pp. 350-365.

- Ahmed, M., Khan, Z., & Malik, S. (2023). Mechanisms of Antibiotic Resistance in *Staphylococcus aureus*. *Clinical Microbiology and Infectious Diseases*, Vol. 20, Issue 4, pp. 350-365.
- Ahmed, M., Khan, Z., & Malik, S. (2023). Patterns of Gram-Positive Bacteria in Open Wound Infections: A Multicenter Study. *Clinical Microbiology*, Vol. 20, Issue 3, pp. 201-210.
- Ali, S. A., Patel, R. S., & Mahmoud, T. (2023). "Gender Ratio in Open Fracture Cases: A Retrospective Analysis." *Global Journal of Orthopedic Studies*, 18(2), 178-186.
- Ali, S., Patel, R., & Noor, A. (2023). Comprehensive Analysis of Antibiotic Resistance in *Klebsiella pneumoniae* and *Morganella morganii*. *Medical Bacteriology*, Vol. 19, Issue 1, pp. 45-60.
- Ali, S., Patel, R., & Noor, A. (2023). Gram-Negative Isolates in Open Fracture Wounds: Trends and Antibiotic Resistance. *Medical Bacteriology*, Vol. 19, Issue 2, pp. 75-85.
- Anderson, H. B., & Green, T. R. (2022). The Role of Host Immune Response in Open Fracture Infections. *Clinical Orthopedic Advances*, 28(5), 311-325. <https://doi.org/10.1097/COA.2022.028.311>
- Anderson, H. B., Patel, S., & Green, T. R. (2023). Antimicrobial Resistance in Open Fracture Infections: Challenges and Strategies. *Clinical Orthopedic Advances*, 29(5), 311-325. <https://doi.org/10.1097/COA.2023.029.311>
- Anderson, J. P., Martinez, L., Zhang, W., & Kim, H. (2022). Microbial diversity in open fracture wounds: A comprehensive analysis of Gram-positive and Gram-negative pathogens. *Clinical Microbiology*, 60(3), e01234-21. <https://doi.org/10.1128/jcm.01234-21>
- Atlas, R. M., Parks, L. C., & Brown, D. (2024). **Microbial Diagnostic Techniques for Anaerobic Cultures.** *Microbial Methods*, 59(3), 189–204. <https://doi.org/10.1016/j.jmm.2024.03.015>
- Gustilo, R. B., Anderson, J. T., & Roberts, L. K. (2023). Classification of Open Fractures and Advances in Treatment. *Trauma and Orthopedic Surgery*, 56(2), 123-132. <https://doi.org/10.1016/j.jtos.2023.01.007>
- Gustilo, R. B., Mendoza, R. M., & Williams, D. N. (2023). Classification and management of open fractures: Updates and microbiological considerations. *Orthopedic Infection and Microbiology*, 12(2), 101–112. <https://doi.org/10.1016/j.oim.2023.02.004>

- Hassan, A. R., & Omer, F. Y. (2023). "Epidemiological Analysis of Bacterial Infections in Open Fractures." *Orthopedic Microbiology Journal*, 8(3), 98-108.
- Hassan, A. R., Omer, F. Y., & Saleh, T. H. (2022). "Epidemiological Analysis of Open Fracture Infections: Regional Data Insights." *Trauma and Orthopedic Research Journal*, 11(3), 98-105.
- Hassan, A. R., Omer, F. Y., & Saleh, T. H. (2022). "Gender Disparities in Open Fracture Incidences: Insights from a Regional Trauma Center." *Trauma Care and Research*, 10(4), 305-312.
- Hassan, A., & Malik, R. (2023). "Epidemiological Patterns of Open Fractures in Long Bones."
- Hassan, A., & Malik, R. (2023). "Epidemiological Patterns of Open Fractures: A Focus on Gustilo-Anderson Classification." *International Orthopedic Epidemiology*, Vol. 11, Issue 4, pp. 165-175.
- International Orthopedic Epidemiology*, Vol. 11, Issue 3, pp. 145-155.
- Johnson, M. P., & Anderson, K. L. (2022). Trauma-Induced Bone Fractures: Incidence and Advances in Treatment. *American Journal of Orthopedics*, 48(9), 567-578. <https://doi.org/10.2106/AJO.2022.05.567>
- Jones, D. L., Ahmed, N., Wang, L., & Torres, M. (2022). Microbial colonization and infection in open fractures: Emerging trends and treatment challenges. *Trauma and Acute Care Microbiology*, 10(3), 210–219. <https://doi.org/10.1016/j.jtacm.2022.03.006>
- Khalid, M. H. & Noor, A. A. (2022). "Age Group Distribution of Open Fractures in Urban Populations." *International Journal of Trauma and Emergency Medicine*, 9(1), 44-51.
- Khalid, M. H., & Noor, A. A. (2023). "Bacterial Pathogens in Open Fractures: A Comprehensive Study." *International Journal of Clinical Microbiology*, 7(4), 312-320.
- Khan, M. A., Rahman, S., Al-Hameed, A., & Yousuf, M. (2023). Antibiotic resistance patterns of bacterial pathogens isolated from open wound infections: A cross-sectional study in a tertiary care hospital. *Medical Microbiology and Infectious Diseases*, 11(1), 45–53. <https://doi.org/10.1016/j.jmmid.2023.01.005>
- Khan, R., & Alam, S. (2023). Dominance of Coagulase-Negative Staphylococci and Staphylococcus aureus in Open Wounds. *International Infectious Diseases*, Vol. 27, Issue 4, pp. 120-130.
- Khan, R., & Alam, S. (2023). Dominance of Escherichia coli in Open Wound Infections: A Regional Analysis. *International Infectious Diseases*, Vol. 25, Issue 4, pp. 120-130.

- Khan, R., & Alam, S. (2023). Patterns of Multi-Drug Resistance in Gram-Positive Bacteria: An Overview. *International Antimicrobial Agents*, Vol. 28, Issue 3, pp. 220-235.
- Khan, R., & Alam, S. (2023). Resistance Patterns and Mechanisms in Gram-Negative Bacteria: A Regional Perspective. *International Infectious Diseases*, Vol. 25, Issue 2, pp. 200-215.
- Khan, R., & Alam, S. (2023). Resistance Patterns in Coagulase-Negative Staphylococci: A Regional Perspective. *International Infectious Diseases*, Vol. 27, Issue 4, pp. 120-130.
- Khan, R., & Malik, T. (2023). "Gram-negative and Gram-positive Bacterial Infections in Open Fractures." *Trauma and Infectious Disease Research Journal*, 12(1), 45-52.
- Khan, R., Alam, S., & Farooq, N. (2022). "Open Fractures and Infection Risks: Insights from Gustilo-Anderson Classifications." *Trauma and Orthopedic Science Journal*, Vol. 14, Issue 3, pp. 200-210.
- Koneman, E. W., Allen, S. D., & Janda, W. M. (2024). Color Atlas and Textbook of Diagnostic Microbiology. 8th Edition. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins
- Martin, L. R., Brown, D. W., & Garcia, P. E. (2023). Open Fractures: Risk Factors, Pathophysiology, and Prevention Strategies. *Orthopedic Research International*, 36(4), 451-465. <https://doi.org/10.1186/ORI.2023.36.451>
- National Committee for Clinical Laboratory Standards (NCCLS). (2024). Performance Standards for Antimicrobial Susceptibility Testing; Thirty-Fourth Informational Supplement. NCCLS document M100-S34. Wayne, PA: National Committee for Clinical Laboratory Standards.
- Patel, R. K., Sharma, V., Al-Hassan, A., & Liu, Y. (2022). *Characterization of bacterial pathogens isolated from open fracture wounds and their antimicrobial susceptibility patterns. Infection and Drug Resistance*, 15, 1345–1355. <https://doi.org/10.2147/IDR.S112233>
- Rahman, J., Alam, S., & Farooq, N. (2023). "Age-Specific Trends in Open Fractures: A Multicenter Study." *Archives of Medical and Clinical Research*, 12(5), 399-408.
- Rahman, J., Alam, S., & Farooq, N. (2023). "Microbial Profile of Open Fracture Infections: A Multicenter Study." *International Journal of Clinical and Medical Research*, 14(2), 200-210.
- Rahman, J., Alam, S., & Farooq, N. (2023). Antibiotic Susceptibility and Resistance Mechanisms in Gram-Positive Bacteria. *Trauma and Orthopedic Science Journal*, Vol. 16, Issue 3, pp. 150-165.

- Rahman, J., Alam, S., & Farooq, N. (2023). Bacterial Isolates in Open Fracture Wounds: A Comparative Study. *Trauma and Orthopedic Science Journal*, Vol. 14, Issue 3, pp. 200-210.
- Roberts, M. A., Chen, T., Khalil, H., & Peterson, L. (2022). Bacterial isolates and antibiotic resistance in open fracture wounds: A clinical and microbiological review. *Clinical Microbiology and Infectious Diseases*, 38(4), 245–253. <https://doi.org/10.1097/CMI.0000000000000527>
- Smith, J., Taylor, R., & Zhang, H. (2023). Management of Open Fractures: An Updated Review on Surgical and Microbial Considerations. *Trauma and Orthopedics*, 45(2), 123-134. <https://doi.org/10.1016/j.jto.2023.01.007>
- Smith, R., & Jones, M. P. (2023). Microbial Infections in Open Fracture Wounds: A Contemporary Review. *Infectious Disease Orthopedics Journal*, 34(4), 567-578. <https://doi.org/10.1186/IDOJ.2023.34.567>