الجمهورية الجزائرية الديموقراطية الشعبية

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

جامعة الشهيد حمه لخضر بالوادي

كلية العلوم الدقيقة

قسم: الكيمياء

مذكرة تخرج مقدمة لنيل شهادة ماستر مهني في الكيمياء

تخصص: كيمياء تحليلية مهني

من إعداد الطالبتين:

آيه هميمه – أميرة بوطيب

تحت عنوان:

ضمادات جروح مبتكرة قائمة على البروبوليس والمستخلصات النباتية: دراسة فيزوكيميائية وبيولوجية.

نوقشت يوم: جوان 2026

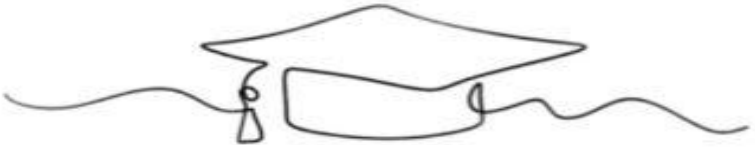
لجنة المناقشة المحترمة:

بلقاسم تركي	أستاذ تعليم عالي	رئيسًا
نصر صالح نغموش	أستاذ محاضر قسم(أ)	مناقشًا
عبد الكريم ربيعي	أستاذ تعليم عالي	مؤطرًا

السنة الدراسية: 2025م/2026م


بسم الله الرحمن الرحيم

﴿نَرْفَعُ دَرَجَاتٍ مَنْ نَّشَآءُ ۗ وَفَوْقَ كُلِّ ذِي عِلْمٍ عَلِيمٌ﴾



شكر وتقدير

قبل أن نخطَّ كلمات الشكر للناس، نقف إجلالًا وحمدًا لله سبحانه وتعالى، الذي بنعمته تُستفتح البدايات، وبتوفيقه تُذلل الصعاب، وبلطفه تكتمل المساعي. فله الحمد كما ينبغي لجلال وجهه وعظيم سلطانه، وله الشكر على ما أفاض من فضل، وما أسبغ من نعم، وما يسَّر من أسباب، فما كان لهذا العمل أن يُنجز، ولا لهذا الجهد أن يكتمل، لولا عونه وتوفيقه وتسديده.

ثم نتقدم بخالص الشكر وعظيم الامتنان إلى الأستاذ المشرف **عبد الكريم ربيعي**، الذي رافق هذا العمل بتوجيهاته السديدة وملاحظاته القيمة، فكان خير مرشد ومعين في مختلف مراحل إنجازه.

كما نتوجه بالشكر إلى الأستاذ **تركي بلقاسم** لتفضله بقبول رئاسة لجنة المناقشة، وإلى الأستاذ **نغموش نصر صالح** لقبوله مناقشة هذه المذكرة وإثرائها بما يراه من ملاحظات وتوجيهات علمية.

ونخص بالشكر مخبر الكيمياء التطبيقية والبيئة بكلية العلوم الدقيقة، وعلى رأسه الأستاذ **علي طلبية**، على ما قدمه من دعم وتسهيلات كان لها أثر واضح في إنجاز الجانب التطبيقي من هذا البحث.

كما نعبر عن بالغ تقديرنا للمخبريات: **حفيضة توعة، كوثة غانم، حليمة زيدان، كريمة بلول، ومنى بوحامد**، على تعاونهن ومساعدتهن القيّمة طوال فترة العمل.

ونستذكر بكل وفاء الأستاذ **جمال عطية** – رحمه الله –، سائلين الله تعالى أن يتغمده برحمته الواسعة، وأن يجعل ما قدمه من علم وعطاء في ميزان حسناته.

وفي الختام، نتوجه بالشكر إلى جميع أساتذة كلية العلوم الدقيقة، وخصوصًا أساتذة قسم الكيمياء، وإلى كل من كان له أثر، ولو بكلمة طيبة أو نصيحة صادقة، في إنجاز هذا العمل.

والحمد لله الذي تتم والحمد لله الذي تتم بنعمته الصالحات

الإهداء

إلى مَن حملتُ ملامحهم في قلبي كتميمةِ نجاح، وإلى مَن كانوا لي السند في كل خطوة، أهدي ثمرة جهدي هذا:

إلى أبي الغالي "محمد"، رمز التضحية والعطاء، الذي لم يبخل عليّ يوماً بدعمه وتشجيعه.

إلى أمي الحبيبة، التي كانت روحها تدعو لي في كل حين، وكانت بلسماً يمحو عني عناء المسير.

إلى قرّتي عينيّ، **زهرتي حياتي "سيلين" و"أماني"**؛ أنتنّ الدافع الذي جعلني أتحدى الصعاب، وأنتنّ الأمل الذي أطمح لأجله بقمم النجاح.

إلى أخواتي الغاليات **"خولة"، "خنساء"، و"شيماء"**؛ رفيقات الدرب والطفولة، اللواتي كنّ دائماً خير سندٍ وداعم لي في مسيرتي.

إلى خالتي الغالية "رشيدة"، التي كانت لي خير معين، ويداً حانية غمرتني بمشاعرها الصادقة.

إلى رفيقة الرحلة وزميلة البحث **"آية"**، التي شاركتني أدق تفاصيل هذا العمل، فكانت نعم الأخت والزميلة في رحلة البحث العلمي.

إلى أصدقائي الأعزاء، وزميلاتي اللواتي تقاسمتُ معهنّ ذكريات هذا الموسم الدراسي، بكل ما حمله من تعبٍ ومثابرة، ومن لحظات نجاحٍ وفرح. **سمية، راضية، إسراء، وجدان، رانيا.**

إليكم جميعاً، أهدي هذا العمل، راجيةً من الله أن يكون فاتحة خيرٍ لغدٍ أجمل.

أميرة

الإهداء

الحمد لله حمدًا يليق بجلال وجهه وعظيم سلطانه، الحمد لله الذي بنعمته تتم الصالحات، وبفضله تُدرك الغايات، وبكرمه تتحقق الأمنيات. له الحمد على ما أولى من نعم، وما أسدى من منن، وما وفق إليه من خير، فله الفضل أولًا وآخرًا، ظاهرًا وباطنًا.

أهدي ثمرة هذا الجهد...

إلى روحي أبي "عمر هميمه" رحمه الله...

إلى من تمنيت حضوره أكثر من أي أحد في هذا اليوم، إلى من غاب عن ناظري ولم يغب عن قلبي، إلى أول سندٍ وأعظم قدوة.

رحمك الله بقدر ما اشتقت إليك، وجعل هذا الإنجاز نورًا ورفعةً لك في دار الخلود.

إلى حبيبتي أمي "نجات غيلاني" ...

إلى من كان دعاؤها رفيق دربي، وصبرها سر قوتي، وعطاؤها بلا حدود.

لكِ من الامتنان ما تعجز الكلمات عن وصفه، وجزاكِ الله عني خير الجزاء.

إلى إخوتي وأخواتي وصغارهم ...

إلى من كانت رفيقة الطموح، وشريكة النجاح خطوة بخطوة، **أميرة**، أسأل الله أن يوفقك في كل دروبك ويجعل نجاحك متألقا كنتم السند في الطريق، والفرحة عند الوصول، فحفظكم الله وأدامكم نعمةً في حياتي.

إلى صديقاتي العزيزات:

سمية، راضية، إسراء، وجدان، رانيا، إسراء...

شكرًا لصحبةٍ صادقةٍ خففت عني مشقة الأيام، وزادت رحلتي جمالًا.

إلى أبي الثاني الدكتور جمال عطية رحمه الله...

رحلت قبل اكتمال المسيرة، وكنت أتوق إلى رؤيتك حاضرًا في هذا اليوم، تشهد ثمرة ما غرسته من علمٍ وتوجيه.

رحمك الله رحمةً واسعة وجعل ذكرك الطيب وعلمك النافع في ميزان حسناتك.

وإلى شخصٍ قريب من القلب...

كان حضوره عونًا، وكلماته دعمًا، ومكانته أكبر من أن تختصرها السطور.

يكفيه أنه يعلم ما له من تقديرٍ وامتنان.

وإلى كل من ساندني بدعوةٍ صادقة، أو كلمةٍ طيبة، أو موقفٍ نبيل...

آية



الملخص

تهدف هذه الدراسة إلى تطوير ضمادات هلامية (*Hydrogels*) ذكية لالتئام الجروح باستخدام بوليمرات متوافقة حيوياً (PVA، CMC، HPMC) مدعمة بمستخلصات نباتية (الكاليندولا، لسان الحمل، الخبيزة، القراص، الخياطة) والبروبوليس. تم استخلاص المواد الفعالة بالاعتماد على الموجات فوق الصوتية، وتقييم محتواها من الفينولات والفلافونويدات، وتشخيصها كيميائياً عبر تقنية (FTIR). أظهرت النتائج غنى المستخلصات بالمركبات الفينولية، حيث سجل الكاليندولا أعلى قيمة (165.0 mg GAE/g)، بينما تميز القراص بأعلى محتوى فلافونويدي (12.06 mg QE/g). بيولوجياً، أبدت المستخلصات فعالية تثبيطية لإنزيم ألفا–أميليز، تصدرتها الخبيزة. كما أظهرت فعالية مضادة للبكتيريا ضد سلالتي (*Staphylococcus aureus* و*Pseudomonas aeruginosa*)، وتفوق البروبوليس بأقوى تأثير قاتل بتركيز (1.25 mg/ml). تم دمج هذه المستخلصات بنجاح في مصفوفات هلامية (الصيغتين 4 و5) التي أثبتت استقراراً بنيوياً، ومسامية عالية (SEM)، وخصائص فيزيائية مثالية. ختاماً، تُعد الضمادات المطورة بديلاً واعداً وفعالاً لتسريع التئام الجروح ومكافحة العدوى.

الكلمات المفتاحية: التئام الجروح، الضمادات الهلامية، البروبوليس، النباتات الطبية، البوليمرات الحيوية، النشاط المضاد للبكتيريا.

Abstract:

This study aims to develop smart hydrogel dressings for wound healing using biocompatible polymers (PVA, CMC, HPMC) enriched with plant extracts (Calendula, Plantago, Malva, Urtica, Teucrium) and propolis. Active compounds were extracted via ultrasound-assisted extraction, evaluated for their phenolic and flavonoid contents, and chemically characterized using FTIR. Results revealed high phenolic content, with Calendula recording the highest value (165.0 mg GAE/g), while Urtica showed the highest flavonoid content (12.06 mg QE/g). Biologically, the extracts exhibited alpha-amylase inhibitory activity, led by Malva. They also demonstrated significant antibacterial efficacy against Staphylococcus aureus and Pseudomonas aeruginosa, with Propolis showing the strongest bactericidal effect at a concentration of 1.25 mg/ml. These extracts were successfully incorporated into hydrogel matrices (Formulations 4 and 5), which exhibited structural stability, high porosity (SEM), and optimal physical properties. In conclusion, the developed dressings represent a promising and effective alternative for accelerating wound healing and combating infections.

Keywords: Wound healing, Hydrogel dressings, Propolis, Medicinal plants, Biopolymers, Antibacterial activity.

قائمة الجداول

جدول 1.3: التصنيف العالمي لنبتة الكاليندولا [7]..... 56
جدول 2.3: التصنيف العالمي لنبات لسان الحمل[10] 58
جدول 3.3: التصنيف العالمي لنبات الخبيزة [13]..... 60
جدول 4.3: التصنيف العالمي لنبات القراص..... 62
جدول5.3: التصنيف العالمي لنبات الخياطة [15]..... 64
جدول3. 6: التصنيف العالمي للبروبوليس..... 66
جدول 1.4: الأجهزة والأدوات المخبرية والمواد الكيميائية المستخدمة في الدراسة..... 70
جدول 2.4: النباتات الطبية المعتمدة في الدراسة..... 73
جدول3.4: المواد المستخدمة في تحضير الهلام وخصائصها الكيميائية ووظائفها التقنية..... 86
جدول 4.4: مكونات الصيغ الهلامية المحضرة وتراكيزها الكمية 89
جدول 1.5: نتائج مردود الاستخلاص..... 101
جدول 2.5: التحليل المقارن لأطياف المستخلصات..... 103
جدول 3.5: دراسة الفعالية التثبيطية لإنزيم ألفا–أميليز..... 108
جدول 4.5: اختبار التخفيف المجهري في المرق للبروبوليس ضد *Pseudomonas aeruginosa* و*Staphylococcus aureus*..... 109
جدول 5.5: اختبار التخفيف المجهري في المرق ل الكاليندولا ضد *Pseudomonas aeruginosa* و*Staphylococcus aureus*..... 110
جدول 6.5: اختبار التخفيف المجهري في المرق ل لسان الحمل ضد *Pseudomonas aeruginosa* و*Staphylococcus aureus*..... 110
جدول 7.5: اختبار التخفيف المجهري في المرق ل القراص ضد *Pseudomonas aeruginosa* و*Staphylococcus aureus*..... 111
جدول 8.5: اختبار التخفيف المجهري في المرق للخياطة ضد *Pseudomonas aeruginosa* و*Staphylococcus aureus*..... 111
جدول 9.5: اختبار التخفيف المجهري في المرق ل الخبيزة ضد *Pseudomonas aeruginosa* و*Staphylococcus aureus*..... 112
جدول 10.5: جدول مقارنة القمم الامتصاصية (FTIR)..... 117

جدول 11.5: الخصائص الفيزيائية (زمن التجفيف وزمن الغسل) للهلامات المحضرة.....117
جدول 12.5: القمم المميزة والمجموعات الوظيفية المحددة بواسطة تقنية FTIR لمستخلص القراص مع القواعد الهلامية.....122
جدول 13.5: القمم المميزة والمجموعات الوظيفية المحددة بواسطة تقنية FTIR لمستخلص الخياطة مع القواعد الهلامية.....123
جدول 14.5: القمم المميزة والمجموعات الوظيفية المحددة بواسطة تقنية FTIR لمستخلص البروبوليس مع القواعد الهلامية.....124
جدول 15.5: القمم المميزة والمجموعات الوظيفية المحددة بواسطة تقنية FTIR لمستخلص الخبيزة مع القواعد الهلامية.....125
جدول 16.5: القمم المميزة والمجموعات الوظيفية المحددة بواسطة تقنية FTIR لمستخلص لسان الحمل مع القواعد الهلامية.....126
جدول 17.5: القمم المميزة والمجموعات الوظيفية المحددة بواسطة تقنية FTIR لمستخلص الكالينديولا مع القواعد الهلامية.....126

قائمة الأشكال

الشكل 1.1: بنية الجلد 10
الشكل 2.1: أنواع الجروح وتصنيفها 18
الشكل 3.1: مراحل إلتئام الجروح 20
الشكل 4.1: العوامل المؤثرة في التئام الجروح 25
الشكل 5.1: بكتيريا المكورات العنقودية الذهبية 27
الشكل 6.1: بكتيريا المكورات العقدية 28
الشكل 7.1: بكتيريا الزائفة الزنجارية 28
الشكل 8.1: بكتيريا الإشريكية القولونية 29
الشكل 9.1: بكتيريا الكلبسيلا 29
الشكل 1.2: مواصفات الضمادة المثالية 37
الشكل 2.2: السليلوز 38
الشكل 3.2: الأميلوز 39
الشكل 4.2: الأميلوبكتين 39
الشكل 5.2: الكيتين 40
الشكل 6.2: الشيتوزان 40
الشكل 7.2: الشاش الطبي (*Gauze*) 42
الشكل 8.2: اللفائف القطنية 43
الشكل 9.2: ضمادة رغوية 44
الشكل 10.2: ضمادات الهيدروكولويد 45
الشكل 11.2: ضمادات الهيدروجيل 46
الشكل 12.2: ضمادات الألجينات 47
الشكل 13.2: ضمادة الأغشية الرقيقة الشفافة 48
الشكل 14.2: ضمادات الكولاجين 49
الشكل1.3: نبات الكالينديولا(24فيفري2026) 55
الشكل 3.2: نبات لسان الحمل (24 فيفري2026) 57
الشكل 3.3: نبات الخبيزة (24 فيفري 2026) 59

الشكل 4.3: نبات القراص (24 فيفري 2026) 61
الشكل5.3: نبات الخياطة (24 فيفري 2026)..... 63
الشكل6.3: البروبوليس (24 فيفري 2026)..... 65
الشكل 1.4: جهاز الأشعة البنفسجية..... 71
الشكل 2.4: جهاز الأشعة تحت الحمراء..... 72
الشكل 3.4: جهاز المجهر الإلكتروني الماسح 73
الشكل 4.4: استخلاص المواد الفعالة من البروبوليس..... 76
الشكل 5.4: استخلاص المستخلصات النباتية..... 78
الشكل 6.4: الادوات المستعملة في الاختبارات البكتيرية..... 84
الشكل 7.4: خطوات تحضير PVA..... 87
الشكل 8.4: خليط كل من CMC و HPMC 88
الشكل 9.4: الخليط النهائي للهلام..... 89
الشكل 10.4: خطوات تحضير PVA..... 90
الشكل 11.4: خليط كل من CMC وHPMC..... 90
الشكل 12.4: خليط المواد النشطة سطحيا..... 91
الشكل 13.4: الخليط النهائي لتجربة 5..... 92
الشكل 14.4: إختبار زمن الجفاف..... 93
الشكل15.4: اختبار قابلية الغسيل..... 94
الشكل16.4: تحضير الطور النشط..... 95
الشكل 17.4: الهلام مع الطور النشط قبل الدمج..... 95
الشكل18.4: الضمادة النهائية..... 96
الشكل 1.5: طيف الأشعة تحت الحمراء لمستخلص الخياطة 102
الشكل 2.5: طيف الأشعة تحت الحمراء لمستخلص القراص..... 102
الشكل 3.5: طيف الأشعة تحت الحمراء لمستخلص الخبيزة..... 102
الشكل 4.5: طيف الأشعة تحت الحمراء لمستخلص البروبوليس 102
الشكل6.5: طيف الأشعة تحت الحمراء لمستخلص الكاليندولا..... 103
الشكل 7.5: طيف الأشعة تحت الحمراء لمستخلص لسان الحمل 103

الشكل 8.5: المنحنى القياسي لحمض الغاليك..... 104
الشكل 9.5: التقدير الكمي للمحتوى الكلي للفينولات في المستخلصات النباتية والبروبوليس معبَّراً عنه بـ mg GAE/g..... 104
الشكل 10.5: منحنى القياسي للكرستين..... 106
الشكل 11.5: التقدير الكمي اللفلافونويدات الكلية في المستخلصات النباتية والبروبوليس 106
الشكل 12.5 :منحنى تثبيط إنزيم α–amylase للمستخلصات المدروسة 108
الشكل 13.5: النشاط المضاد للبكتيريا للمستخلصات ضد *Staphylococcus aureus* باستخدام تقنية التخفيف المجهري..... 112
الشكل 14.5: النشاط المضاد للبكتيريا للمستخلصات ضد *Pseudomonas aeruginosa* باستخدام تقنية التخفيف المجهري..... 112
الشكل 15.5: طيف الأشعة تحت الحمراء للهلام 4..... 116
الشكل16.5: طيف الأشعة تحت الحمراء للهلام1..... 116
الشكل 17.5: طيف الأشعة تحت الحمراء للهلام 5..... 117
الشكل 18.5: البنية المرقولوجية لسطح الفيلم المتشكل من الهلام 1..... 119
الشكل 19.5: البنية المرفولوجية لسطح الفيلم المتشكل من الهلام 4..... 120
الشكل 20.5: البتية المرفولوجية لسطح الفيلم المتشكل من الهلام 5..... 121

قائمة الاختصارات

الرمز / الاختصار	المصطلح باللغة العربية
λ	الطول الموجي
α -Amylase	إنزيم ألفا أميلاز
CFU	وحدة تشكيل المستعمرة
CMC	كاربوكسي ميثيل السليلوز
FTIR	الأشعة تحت الحمراء بتحويل فورييه
GAE	حمض الغاليك المكافئ
HPMC	هيدروكسي بروبيل ميثيل سليلوز
IC50	التركيز النصف الأقصى المثبط
MBC	التركيز القاتل الأدنى
MHB	مرق مولر هينتون
MIC	التركيز المثبط الأدنى
MRSA	المكورات العنقودية المقاومة للميثيسيلين
Nunc, USA	شركة نانك (للأدوات المخبرية)
PEG	البولي إيثيلين غليكول
PU	البولي يوريثان
PVA	البولي فينيل كحول
QE	كيرسيتين مكافئ
R	المردود
SEM	المجهر الإلكتروني الماسح
TFC	الفلافونويدات الكلية
TPC	الفينولات الكلية
Tween 20	بولي سوربات 20
Tween 80	بولي سوربات 80
UV-Vis	مطيافية الأشعة فوق البنفسجية–المرئية

الفهرس

شكر وتقدير.....

الملخص..... I

قائمة الجداول..... III

قائمة الأشكال..... V

قائمة الاختصارات..... VIII

الفهرس..... IX

مقدمة عامة..... 1

الفصل الأول: الجروح

1-تمهيد:..... 9

2-بنية الجلد:..... 9

2-1-الطبقة المتقرّنة(*Stratum corneum*) :..... 9

2-2-الأدمة(*Dermis*) :..... 9

2-3-النسيج تحت الجلد(*Hypodermis*) :..... 9

3-الأدوار الفيزيولوجية:..... 10

3-1-الوظيفة الحاجزية والحماية(Protective Barrier Function) : 10

3-2- التنظيم الحراري(Thermoregulation) :..... 11

4-تعريف الجروح:..... 13

5-تصنيف الجروح (Wound Classification):..... 13

5-1-تصنيف الجروح حسب العمق(Classification According to Depth) : 14

5-2-تصنيف الجروح حسب الانفتاح(Classification According to Exposure) :.. 15

5-3-تصنيف الجروح حسب درجة التلوث (Classification According to Contamination):..... 16
5-4- تصنيف الجروح حسب الزمن(Classification According to Duration) : ... 17
6-مراحل التئام الجروح:..... 18
6-1-مرحلة الإرقاء(Hemostasis) :..... 18
6-2-مرحلة الالتهاب(Inflammation) : 19
6-3-مرحلة التكاثر (Proliferation) : 19
6-4-مرحلة النضج (Maturation):..... 20
7-العوامل المؤثرة في التئام الجروح:..... 20
7-1-العوامل الجهازية(Systemic Factors) :..... 21
7-2- العوامل الموضعية(Local Factors) : 22
7-3-دور التغذية(Nutrition) :..... 23
7-4- نمط الحياة والأدوية(Lifestyle and Drugs) : 24
8-تعريف بكتيريا الجروح:..... 25
9-آلية حدوث العدوى البكتيرية في الجروح:..... 26
9-1-التلامس المباشر :..... 26
9-2-الأدوات غير المعقمة:..... 26
9-3-الانتقال من الجلد نفسه:..... 26
9-4-الانتشار الداخلي عبر الدم:..... 26
10-أنواع البكتيريا المسببة لالتهابات الجروح:..... 27
10-1-البكتيريا الموجبة لصبغة غرام(Gram-Positive Bacteria) :..... 27
10-2-البكتيريا السالبة لصبغة غرام(Gram-Negative Bacteria) : 28

مراجع الفصل الأول:..... 30

الفصل الثاني: عموميات حول الضمادات

1-تمهيد:..... 34
2-تعريف الضمادات: 34
3-نبذة تاريخية عن الضمادات:..... 34
4-خصائص الضمادة المثالية (Ideal Dressing):..... 35
4-1- توفير بيئة رطبة متوازنة:..... 36
4-2-الحماية من التلوث والعدوى :..... 36
4-3- النفاذية (Breathability):..... 36
4-4-تقليل عدد مرات التغيير: 36
4-5-تخفيف الألم وحماية الأنسجة:..... 36
4-6- عدم الالتصاق بالجرح (non-adherent): 36
4-7-إمكانية مراقبة الجرح : 37
4-8-الثبات والاستقرار:..... 37
4-9-التعقيم الكامل:..... 37
5-بعض المواد المستخدمة في تحضير الضمادات:..... 38
5-1-المواد ذات المصادر الطبيعية: 38
5-2- المواد ذات المصدر الصناعي:..... 40
6-تصنيف الضمادات الطبية: 41
6-1-الضمادات التقليدية(Traditional Dressings) :..... 41
6-2- الضمادات الحديثة(Modern Dressings) : 43
6-3-الضمادات المتقدمة(Advanced Dressings) :..... 48

مراجع الفصل الثاني: 50

الفصل الثالث: النباتات الطبية

1-التمهيد: 54
2- التطبيقات البيوطبية والابتكار في التوصيل الدوائي: 54
3-التصنيف العلمي للمكونات الفعالة: 54
3-1-التصنيف حسب المكونات الكيميائية: 54
3-2-التصنيف حسب التأثير الفسيولوجي: 54
4-النباتات المدروسة: 55
4-1الكالينديولا Calendula: 55
4-2-لسان الحمل: 57
4-3-الخبيزة: 59
4-4-القراص: 61
4-5-الخياطة: 63
4-6-البروبوليس: 65
مراجع الفصل الثالث: 67

الفصل الرابع: الجزء العملي

1-تمهيد: 70
2-المواد والمعدات المستعملة: 70
3-الأجهزة المستخدمة: 71
3-1-مطيافية الأشعة فوق البنفسجية-المرئية(UV-Visible) : 71
3-2-جهاز الأشعة تحت الحمراء(IR Spectroscopy) : 71
3-3-المجهر الإلكتروني الماسح(MEB/SEM) : 72

4-النباتات الطبية المعتمدة في الدراسة: 73

5-منهجية العمل: 74

5-1-استخلاص المركبات الفعالة: 74

6-التوصيف: 79

6-1-مردود الاستخلاص:..... 79

6-2-التشخيص الأولي للمستخلصات باستعمال الأشعة تحت الحمراء(FTIR) :..... 79

6-3-التقدير الكمي للمركبات الفينولية والفلافونيدية ودراسة الفعالية التثبيطية لإنزيم ألفا-أميليز للمستخلصات بواسطة جهاز مطيافية الاشعة فوق البنفسجية - المرئية UV: 79

6-4-أنواع البكتيريا المختبرة:..... 83

6-5-تحضير الهلام(Gel) :..... 85

6-6-تحضير العينة للتشخيص:..... 92

6-7-التشخيص باستعمال تقنية FTIR :..... 92

6-8-التقييم الفيزيائي للضمادات السائلة: 92

6-9-تحضير المركب النهائي (الضمادة النهائية):..... 94

6-10-التشخيص الطيفي بالأشعة تحت الحمراء بتحويل فورييه (FTIR) : 96

مراجع الفصل الرابع:..... 97

الفصل الخامس: النتائج والمناقشات

1-تمهيد:..... 101

2-مردود الاستخلاص: 101

3-تحليل ومناقشة أطياف FTIR لكل مستخلص:..... 102

4-التقدير الكمي للفينولات والفلافونيدات ودراسة الفعالية التثبيطية لإنزيم ألفا-أميليز للمستخلصات: 104

4-1-التقدير الكمي للفينولات:.....104

4-2-التقدير الكمي الفلافونيدات:.....106

4-3-دراسة الفعالية التثبيطية لإنزيم ألفا-أميلاز:.....108

5-تقييم النشاط المضاد للبكتيريا باستخدام تقنية التخفيف المجهري في المرق وتحديد قيم MIC وMBC:.....109

6-دراسة بعض الخصائص الكيميائية والفيزيائية للهلام:.....116

7-نتائج التشخيص باستعمال المجهر الالكتروني الماسح (SEM) 118

8-مناقشة نتائج تحليل الاشعة تحت الحمراء ضمادة النهائية:.....122

8-1-مستخلص القراص مع القواعد الهلامية:.....122

8-2-مستخلص الخياطة مع القواعد الهلامية:.....123

8-3- مستخلص البروبوليس مع القواعد الهلامية:.....124

8-4-مستخلص الخبيزة مع القواعد الهلامية:.....125

8-5- مستخلص لسان الحمل مع القواعد الهلامية:.....126

8-6- مستخلص الكالينذولا مع القاعدة الهلامية رقم4: 126

مراجع الفصل الخامس:.....128

الخاتمة 130

الملاحق 134

مقدمة عامة

الجلد هو أكبر عضو في جسم الإنسان وأحد أهم خطوط الدفاع الأولية ضد العوامل البيئية الضارة، بما في ذلك الكائنات الحية الدقيقة المسببة للأمراض، والمواد الكيميائية السامة، والإشعاعات. فضلاً عن دوره الحاجزي، يساهم الجلد في تنظيم درجة حرارة الجسم، والإدراك الحسي، وتصنيع فيتامين د. عندما يتعرض هذا الحاجز للتلف نتيجة إصابات ميكانيكية، أو حروق، أو تداخلات جراحية، أو حالات مرضية مزمنة مثل داء السكري واضطرابات الأوعية الدموية، تنشأ الجروح[1] . تمثل الجروح، ولا سيما المزمنة منها، تحدياً صحياً واقتصادياً كبيراً للمنظومات الصحية حول العالم، حيث تتطلب فترات علاج طويلة، ورعاية طبية مستمرة، مما يضع عبئاً ثقيلاً على كاهل المرضى والمؤسسات الصحية على حد سواء.

عملية التئام الجروح هي عملية فسيولوجية معقدة وديناميكية تهدف إلى استعادة تكامل الأنسجة ووظائفها .وتمر هذه العملية بأربع مراحل رئيسية متداخلة :الإرقاء، والالتهاب، والتكاثر، وإعادة التشكيل (أو النضج). أي خلل في هذه المراحل، سواء بسبب عوامل جهازية كالتقدم في العمر والأمراض المزمنة، أو عوامل موضعية كالإجهاد التأكسدي والعدوى البكتيرية ونقص الأكسجة، يمكن أن يؤدي إلى تعثر عملية الشفاء وتحول الجرح إلى جرح مزمن[2] . وتُعد العدوى البكتيرية من أبرز العوائق التي تواجه التئام الجروح، حيث تستغل البكتيريا بيئة الجرح الغنية بالعناصر الغذائية للتكاثر وإفراز السموم التي تدمر الأنسجة وتطيل من أمد المرحلة الالتهابية، مما يمنع انتقال الجرح إلى مرحلة التكاثر وبناء الأنسجة الجديدة.

في هذا السياق، تبرز أهمية الضمادات الطبية كوسيلة أساسية في إدارة الجروح وعلاجها .قديماً، اعتمد الإنسان على ضمادات تقليدية بسيطة، كالشاش والقطن، والتي اقتصر دورها على تغطية الجرح وامتصاص الإفرازات .ومع ذلك، أثبتت الممارسة السريرية والأبحاث العلمية أن هذه الضمادات التقليدية تعاني من قصور كبير؛ فهي لا تحافظ على بيئة رطبة ومثالية لالتئام الجرح، وقد تؤدي إلى جفاف

النسيج الحديث وتسبب ألماً ونزيفاً عند تغييرها نتيجة التصاقها بالجرح[2] . ومن هنا، تطور مفهوم "الضمادة المثالية" التي لا تكتفي بتغطية الجرح، بل تتفاعل معه لتوفير بيئة رطبة متوازنة، وتسمح بتبادل الغازات، وتحمي من العدوى، وتكون غير لاصقة وسهلة الإزالة.

استجابة لهذه المتطلبات، ظهرت الأجيال الحديثة من الضمادات، وعلى رأسها الضمادات الهلامية أو "الهيدروجيل (*Hydrogels*) ". تتميز هذه الضمادات ببنيتها البوليمرية ثلاثية الأبعاد القادرة على الاحتفاظ بكميات كبيرة من الماء، مما يوفر ترطيباً مستمراً لبيئة الجرح، ويخفف من الألم عبر تبريد سطح الجلد، ويحفز الانحلال الذاتي للأنسجة الميتة .ولتصنيع هذه الضمادات، يتم الاعتماد على بوليمرات حيوية وصناعية مثل بولي فينيل الكحول(PVA) ، وهيدروكسي بروبيل ميثيل سليلوز (HPMC)، وكربوكسي ميثيل سليلوز .(CMC) توفر هذه البوليمرات دعامة ميكانيكية ممتازة وتوافقاً حيوياً عالياً، مما يجعلها أنظمة مثالية لتوصيل المواد الفعالة إلى سرير الجرح[3] .

على الرغم من كفاءة الضمادات البوليمرية، إلا أن تعزيزها بمركبات ذات فعالية بيولوجية يُعد ضرورة ملحة لمجابهة التحديات المعقدة للجروح، ولا سيما الإجهاد التأكسدي والعدوى الميكروبية .في العقود الأخيرة، تزايد الاهتمام العالمي بالعودة إلى الطبيعة واستكشاف البدائل الطبيعية كمصادر آمنة وفعالة ومستدامة للمركبات العلاجية، وذلك تماشياً مع توجيهات منظمة الصحة العالمية التي تشجع على إدماج الطب التقليدي في الرعاية الصحية الحديثة. وقد أثبتت الدراسات أن المنتجات الطبيعية تزخر بآلاف المركبات النشطة بيولوجياً، مثل الفينولات والفلافونويدات، والتي تمتلك خصائص مضادة للأكسدة، ومضادة للالتهابات، ومضادة للميكروبات، ومحفزة لتجديد الأنسجة.

من بين هذه المنتجات الطبيعية الرائدة يبرز "البروبوليس" (عكبر النحل)، وهو مادة صمغية معقدة يجمعها النحل من براعم الأشجار والنباتات، ويستخدمها لحماية خليته من العوامل البيئية والمسببات المرضية. يمتلك البروبوليس تاريخاً طويلاً في الطب التقليدي، وقد أثبتت الأبحاث الحديثة قدرته الفائقة

على تسريع التئام الجروح بفضل غناه بالمركبات الراتنجية والفينولية والفلافونويدات، مما يمنحه نشاطاً قوياً مضاداً للبكتيريا والفطريات والفيروسات، وقدرة على تعزيز إنتاج الكولاجين وتحفيز التكاثر الخلوي .[4]

إلى جانب البروبوليس، تحتل النباتات الطبية مكانة بارزة في علاج الأمراض الجلدية والجروح . ففي هذه الدراسة، تم تسليط الضوء على مجموعة مختارة من النباتات الطبية ذات الإرث العلاجي العريق، والتي تشمل:

1. الكاليندولا(*Calendula officinalis*) : أو القطيفة الطبية، والتي تُعد من أهم النباتات المستخدمة في طب الجلد، وتتميز بأزهارها الغنية بالكاروتينات والفينولات، مما يمنحها خصائص مضادة للأكسدة والالتهابات، وقدرة على تحفيز إنتاج الكولاجين وتسريع التئام الجروح.

2. لسان الحمل(*Plantago major*) : نبتة عشبية معمرة تُستخدم منذ آلاف السنين كعلاج موضعي للجروح والالتهابات .يعود سر فعاليتها إلى محتواها الغني بالجليكوسيدات والفلافونويدات التي تعمل بشكل تآزري لترميم الأنسجة ومقاومة العدوى.[5]

3. الخبيزة(*Malva pusilla*) : نبتة معروفة بخصائصها الملطفة والمهدئة للأنسجة، وتحتوي على مركبات مخاطية وأنثوسيانين تساهم في حماية الجروح من التخريش الميكانيكي وتقدم تأثيراً مضاداً للالتهابات.

4. القراص(Urtica dioica) : يتميز بمحتوى عالٍ من المركبات الفلافونويدية والكلوروفيل، وله نشاط حيوي ملحوظ في تعزيز الدورة الدموية الموضعية ومقاومة الإجهاد التأكسدي.

5. الخياطة(*Teucrium polium*) : نبتة طبية تستخدم تقليدياً لوقف النزيف وعلاج الجروح المفتوحة، وقد أظهرت فعاليتها في تثبيط نمو بعض السلالات البكتيرية الممرضة.

إن دمج هذه المستخلصات الطبيعية الغنية بالمواد الفعالة ضمن مصفوفات هلامية (*Hydrogels*)متطورة، يمثل مقاربة علاجية مبتكرة وواعدة. فهذا الدمج لا يوفر فقط الحماية الميكانيكية والبيئة الرطبة التي تمنحها الضمادة، بل يحولها إلى "ضمادة ذكية ونشطة بيولوجياً"، قادرة على إطلاق تدريجي للمركبات المضادة للأكسدة ومضادات الميكروبات (مثل الفينولات والفلافونويدات) في موقع الإصابة مباشرة. هذا التوصيل الموضعي يعظم من الفعالية العلاجية ويقلل من الآثار الجانبية الممكنة للأدوية الجهازية، ويقدم حلاً شاملاً يعالج الجرح من زوايا متعددة: فهو يحارب البكتيريا التي قد تسبب الإنتان (مثل بكتيريا *Staphylococcus aureus* و*Pseudomonas aeruginosa*)، ويقلل من الإجهاد التأكسدي، ويوفر بيئة ملائمة لهجرة الخلايا وانقسامها، فضلاً عن تقديم إمكانيات تثبيطية لبعض الإنزيمات المرتبطة بارتفاع سكر الدم الموضعي كإنزيم الألفا–أميليز، مما قد يحمل فائدة مضاعفة في علاج جروح مرضى السكري.

على الرغم من التقدم الكبير في صناعة الضمادات الطبية، لا يزال التحدي قائماً في تطوير ضمادات فعالة اقتصادياً، ومتوافقة حيوياً، وقادرة على التعامل مع تعقيدات الجروح المزمنة والملوثة. ومن هنا، تتبلور إشكالية هذا البحث في التساؤلات التالية: كيف يمكن الاستفادة من الخصائص العلاجية للمنتجات الطبيعية (البروبوليس والنباتات الطبية المتمثلة في الكالينديولا، لسان الحمل، الخبيزة، القراص، والخياطة) لابتكار ضمادات طبية متطورة؟ وإلى أي مدى يمكن للضمادات الهلامية المحضرة من مزيج من البوليمرات (PVA، CMC، HPMC) والمحملة بهذه المستخلصات أن تظهر فعالية فيزيائية كيميائية مستقرة، ونشاطاً بيولوجياً فعالاً مضاداً للبكتيريا ومحفزاً لالتئام الجروح؟

تندرج هذه المذكرة ضمن مساعي البحث العلمي لإيجاد بدائل علاجية آمنة وفعالة مستوحاة من الطبيعة. وتهدف الدراسة بشكل رئيسي إلى تصميم وتطوير ضمادات طبية متعددة الأشكال (هلامية)

انطلاقاً من بوليمرات متوافقة حيوياً، وتدعيمها بمستخلصات نباتية والبروبوليس. وتتفرع من هذا الهدف الرئيسي مجموعة من الأهداف الخاصة، تتمثل في:

1. استخلاص المركبات النشطة بيولوجياً من البروبوليس والنباتات الطبية المختارة باستخدام تقنية الاستخلاص المدعم بالأمواج فوق الصوتية لضمان أعلى مردود ممكن.

2. التوصيف الكيميائي للمستخلصات المحضرة باستخدام مطيافية الأشعة تحت الحمراء (FTIR)، وإجراء التقدير الكمي للمركبات الفينولية والفلافونويدية باستخدام مطيافية الأشعة فوق البنفسجية والمرئية.(UV-Vis)

3. تقييم الفعالية البيولوجية للمستخلصات، وتحديداً قدرتها على تثبيط إنزيم ألفا–أميلاز، وتقييم نشاطها المضاد للبكتيريا ضد سلالات ممرضة شائعة في الجروح (*Staphylococcus aureus* و *Pseudomonas aeruginosa*)وتحديد التركيز المثبط الأدنى (MIC) والتركيز القاتل الأدنى (MBC).

4. صياغة وابتكار تركيبات هلامية تعتمد على دمج البوليمرات (PVA، HPMC، وCMC)، وتضمين المستخلصات الفعالة فيها بطريقة تضمن استقرارها وتوافقها مع طبيعة الجلد.

5. تقديم دراسة مقارنة ومناقشة علمية مستفيضة لربط النتائج الفيزيوكيميائية والبيولوجية بالفعالية العلاجية المحتملة لهذه الضمادات المطورة.

لمعالجة هذه الإشكالية وتحقيق الأهداف المسطرة، تم تقسيم هذه المذكرة إلى قسمين رئيسيين: قسم نظري وآخر تطبيقي. يستعرض القسم النظري الإطار العلمي للبحث من خلال عدة فصول؛ حيث يخصص الفصل الأول لدراسة شاملة عن الجلد والجروح، أنواعها، ومراحل التئامها، والعوامل المؤثرة في تأخر الشفاء. ويتناول الفصل الثاني عموميات حول الضمادات الطبية، تطورها التاريخي، مواصفات الضمادة المثالية، وتصنيفاتها، وصولاً إلى الضمادات الهلامية البوليمرية والمواد المستخدمة في

تصنيعها. أما الفصل الثالث، فيُفرد للحديث عن المنتجات الطبيعية المدروسة؛ البروبوليس والنباتات الطبية (الكاليندولا، لسان الحمل، الخبيزة، القراص، والخياطة)، مستعرضاً تصنيفها النباتي، تركيبها الكيميائي، ونشاطها البيولوجي.

أما القسم التطبيقي، فيبدأ بالفصل الرابع الذي يعرض منهجية العمل، والمواد، والأجهزة المستخدمة، مفصلاً بروتوكولات الاستخلاص، والتوصيف، والتقييم البيولوجي، ومراحل تحضير الضمادات الهلامية. ويتوج البحث بالفصل الخامس الذي يطرح النتائج المتحصل عليها، ويقوم بتحليلها ومناقشتها بعمق، مقارناً إياها بما ورد في الدراسات السابقة، ليخلص في النهاية إلى استنتاجات تؤكد نجاعة هذه المقاربة العلاجية وتفتح آفاقاً جديدة في مجال تطوير الضمادات الطبية المستدامة.

المراجع:

[1]Singer AJ, Clark RAF. Cutaneous wound healing. N Engl J Med. 1999;341(10):738-746.

[2]Boateng JS, Matthews KH, Stevens HN, Eccleston GM. Wound healing dressings and drug delivery systems: a review. J Pharm Sci. 2008;97(8):2892-2923.

[3]Kamoun EA, Kenawy ER, Chen X. A review on polymeric hydrogel membranes for wound dressing applications: PVA-based hydrogel dressings. J Adv Res. 2017;8(3):217-233.

[4]Martinotti S, Ranzato E. Propolis: a new frontier for wound healing? Burns & trauma. 2015;3:9.

[5]Adkar PP, Bhaskar VH. Plantago major L.: a review of its pharmacological and phytochemical profile. J Pharm Pharmacol. 2014;66(12):1666-1678.

الفصل الأول

الجروح

1-تمهيد:

تعد الجروح في إطار الإصابات النسيجية فئة واسعة تشمل طيفًا متنوعًا من الاختلالات التي تمسّ سلامة الأنسجة الحية. وتؤدي هذه الأخيرة إلى تفعيل سلسلة من الاستجابات الفيزيولوجية المعقدة التي تسعى إلى إصلاح النسيج المتضرر واستعادة وظائفه الحيوية. ويستلزم الإلمام بهذه الآليات فهما دقيقا لطبيعة الجروح وأنماط تصنيفها الأساسية، والتي تبنى في الغالب على خصائص الإصابة الأولية ودرجة تأثيرها على البنية النسيجية.

2-بنية الجلد:

الجلد مكونا رئيسيا من مكوّنات الجهاز اللحافي(الشكل 1.1)، ويتألف من ثلاث طبقات أساسية، تؤدي كل منها وظائف متكاملة تضمن حماية الجسم والحفاظ على توازنه الحيوي.

2-1-الطبقة المتقرّنة(*Stratum corneum*) :

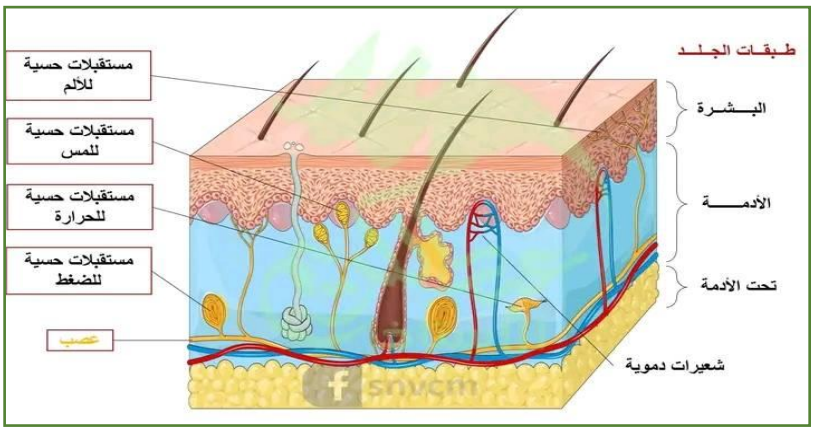
هي الطبقة السطحية للبشرة، تتكوّن من خلايا كيراتينية ميتة، وتعمل كحاجز يحمي الجسم ويمنع فقدان الماء [2،1].

2-2-الأدمة(*Dermis*) :

هي الطبقة الوسطى للجلد، تتكوّن من نسيج ضام غني بالكولاجين والإيلاستين، وتحتوي على خلايا، أوعية دموية، أعصاب وملحقات الجلد، وتوفّر القوة، المرونة، تغذية البشرة، والحماية، كما تساهم في التئام الجروح وتنظيم الإحساس والحرارة [4،3].

2-3-النسيج تحت الجلد(*Hypodermis*) :

هو الطبقة الأعمق للجلد، تتكوّن أساسا من نسيج دهني ونسيج ضام رخو، ويحتوي على ألياف مرنة، أوعية دموية، أعصاب، وقواعد جريبات الشعر والغدد العرقية. تلعب هذه الطبقة دورا مهما في العزل الحراري، تخزين الطاقة، حماية الأعضاء الداخلية من الصدمات، وربط الجلد بالأنسجة العميقة، كما تعد موقعا مناسبا للحقن الطبية [6،5].



الشكل 1.1: بنية الجلد

3-الأدوار الفيزيولوجية:

تمثل البشرة العضو الأكبر والأكثر أهمية في جسم الإنسان، حيث تغطي السطح الخارجي بالكامل وتعمل كخط دفاع أول ضد العوامل البيئية المختلفة [7].

3-1-الوظيفة الحاجزية والحماية(*Protective Barrier Function*) :

يعمل الجلد كحاجز فيزيائي وكيميائي معقد يحمي الجسم من العوامل الخارجية [7]:

3-1-1- الحماية الميكانيكية والفيزيائية:

يوفر الجلد حماية ضد الصدمات، الأشعة فوق البنفسجية، والمواد السامة [7]. وتلعب الطبقة القرنية (*Stratum Corneum*) دورا محوريا في هذا الحاجز، حيث تشبه بنموذج "الطوب والملاط " (*Brick and Mortar*)، حيث تمثل الخلايا القرنية الطوب، بينما تمثل الدهون بين الخلوية الملاط الذي يمنع نفاذ العوامل الضارة [7،11].

3-1-2- منع فقدان السوائل:

يساهم الجلد في التحكم في فقدان السوائل غير المحسوس، مما يحافظ على التوازن المائي للجسم ومنع الجفاف [7،11].

3-1-3- الدفاع الميكروبي:

يعمل الجلد كحاجز ضد الميكروبات والكائنات الدقيقة الممرضة من خلال الحموضة الطبيعية والإفرازات الجلدية [7،11].

3-2- التنظيم الحراري(*Thermoregulation*) :

يعد الجلد العضو الرئيسي المسؤول عن الحفاظ على استقرار درجة حرارة الجسم من خلال آليتين أساسيتين [7،8].

3-2-1- الإفراز العرقي:

تعمل الغدد العرقية الافرازية (*Eccrine glands*) على إفراز العرق، مما يسمح بفقدان الحرارة عن طريق التبخر، وهو الوسيلة الأكثر فعالية لتبريد الجسم أثناء الإجهاد الحراري أو النشاط البدني [8].

3-2-2- التحكم الوعائي:

يشارك الجلد في التنظيم الحراري من خلال الحفاظ على الحرارة أو إطلاقها عبر تمدد أو انقباض الأوعية الدموية في الأدمة [7،8]، كما تساهم العضلات المقفة للشعر (*Arrector pili muscles*) في الاستجابة للبرد عبر إحداث "قشعريرة الجلد" [8].

3-2-3-الإدراك الحسي(*Sensory Perception*) :

يحتوي الجلد على مجموعة من المستقبلات الحسية المتخصصة التي تمكّنه من اكتشاف التغيرات الفيزيائية في البيئة الخارجية ونقلها إلى الجهاز العصبي، حيث تؤدي مستقبلات ميسنر (*Meissner corpuscles*) دورًا في الكشف عن اللمس الخفيف، بينما تختص جسيمات باسينيا (*Pacinian corpuscles*) باستشعار الضغط العميق والتغيرات الاهتزازية. كما تعمل نهايات روفيني (*Ruffini endings*) على الكشف عن تمدد ألياف الكولاجين والضغط العميق، في حين تستجيب النهايات العصبية الحرة للألم واللمس الخفيف وتغيرات درجة الحرارة، إضافةً إلى مستقبلات ميركل

(Merkel receptors)التي تستجيب للمس الخفيف المستمر [7].

3-2-4-الوظائف الأيضية والغدية(*Metabolic and Endocrine Functions*) :

3-2-4-1-تصنيع فيتامين (D):

يبدأ الجلد العمليات الكيميائية الحيوية اللازمة لإنتاج فيتامين (D) عند التعرض لأشعة الشمس، وهو أمر ضروري لامتصاص الكالسيوم واستقلاب العظام الطبيعي [7،8].

3-2-4-2-النشاط الإفرازي:

يقوم الجلد بوظيفة إفرازية من خلال الغدد العرقية والدهنية، حيث يفرز الماء، واليوريا، والأمونيا، بالإضافة إلى الزهم (*Sebum*) والفيرومونات [7].

3-2-5-الدور المناعي(*Immunologic Role*) :

يلعب الجلد دورا حيويا في المراقبة المناعية من خلال احتوائه على خلايا وآليات دفاعية متخصصة، حيث تعمل خلايا لانجرهانز (*Langerhans cells*) الموجودة في البشرة على معالجة المستضدات وتقديمها للجهاز المناعي، مما يساهم في تنشيط الاستجابة المناعية. كما يفرز الجلد العديد من المواد ذات النشاط الحيوي، مثل السيتوكينات، التي تؤدي دورا مهما في تنظيم الاستجابات المناعية وتعزيز الدفاع ضد العوامل الممرضة [7،10].

3-2-6-التئام الجروح وتجديد الأنسجة(*Wound Healing*) :

تعد قدرة الجلد على إصلاح نفسه وظيفة فيزيولوجية بالغة التعقيد تشمل ثلاث مراحل أساسية [8،9]:

3-2-6-1-المرحلة الالتهابية(*Inflammatory Phase*) :

تتميز بالإرقاء (*Hemostasis*) وجذب الخلايا المناعية لإزالة الحطام الخلوي والبكتيريا [8،9].

3-2-6-2-المرحلة التكاثرية(*Proliferative Phase*) :

تشمل تكوين النسيج الحبيبي، وإعادة تشكيل الطبقة الظهارية(*Re-epithelialization*) ، وتكوين أوعية دموية جديدة [8،9].

3-2-6-3-مرحلة النضج وإعادة التشكيل (*Maturation and Remodeling*) :

حيث يكتسب الجرح أقصى قوة شد ممكنة مع نضوج النسيج الندبي [8،9].

4-تعريف الجروح:

تُعرف الجروح بأنها انقطاع أو خلل في استمرارية الأنسجة الحيوية للجسم، وخاصة الجلد، نتيجة التعرض لعوامل ميكانيكية أو فيزيائية أو كيميائية أو بيولوجية، مما يؤدي إلى تلف في البنية التشريحية ووظيفة النسيج المصاب [12،13].

كما ينظر إلى الجرح على أنه إصابة تصيب الجلد أو الأنسجة العميقة، وقد تمتد لتشمل العضلات أو الأوعية الدموية أو الأعضاء الداخلية، وتكون مصحوبة بدرجات متفاوتة من الألم والنزيف وخطر العدوى [12].

5-تصنيف الجروح (*Wound Classification*):

يُعد تصنيف الجروح من الركائز الأساسية في الممارسة الطبية والتمريضية (الشكل1.2)، إذ يساعد على تحديد طبيعة الإصابة، وتقدير شدتها، وتقييم خطر العدوى، واختيار الخطة العلاجية المناسبة. ويعتمد هذا التصنيف على عدة معايير علمية وسريرية تشمل: سبب حدوث الجرح، وعمق الإصابة، ودرجة انفتاح الجرح، ومستوى التلوث، والزمن اللازم للالتئام، بالإضافة إلى التصنيف السريري المستخدم في المؤسسات الصحية. ويساهم هذا التصنيف في تحسين نتائج العلاج وتقليل المضاعفات المرتبطة بالجروح، خاصة في حالات الجروح المزمنة أو الملوثة [14].

5-1-تصنيف الجروح حسب العمق(Classification According to Depth) :

يعتمد هذا التصنيف على مدى امتداد الإصابة داخل طبقات الجلد والأنسجة الواقعة تحته، وهو من أهم التصنيفات المستخدمة لتحديد شدة الإصابة وخطة التدخل العلاجي.

5-1-1- الجروح السطحية(*Superficial Wounds*) :

هي الجروح التي تقتصر على الطبقة الخارجية من الجلد، أي البشرة (*Epidermis*) أو الأدمة السطحية(*Superficial Dermis*) ، دون أن تصل إلى الأنسجة العميقة مثل النسيج الدهني أو العضلات. غالبا ما تكون هذه الجروح بسيطة، مثل الخدوش والسحجات الخفيفة، ويكون خطر العدوى فيها منخفضًا نسبيًا إذا تم تنظيفها مبكرًا. كما أنها تلتئم بسرعة نتيجة سلامة الأوعية الدموية والقدرة العالية للبشرة على التجدد [12].

تتميز الجروح السطحية بألم خفيف إلى متوسط، ونزف بسيط، وعدم وجود فقدان كبير في الأنسجة. وغالبًا لا تحتاج إلى تدخل جراحي، بل يكفي تنظيفها وتغطيتها بضماد مناسب يحافظ على رطوبة الجرح ويمنع التلوث.

5-1-2- الجروح متوسطة العمق(*Partial Thickness Wounds*) :

تمتد هذه الجروح إلى الأنسجة تحت الجلد، وتشمل الأدمة العميقة والطبقة الدهنية تحت الجلد (*Subcutaneous Tissue*). وتكون أكثر تعقيدا من الجروح السطحية بسبب زيادة احتمالية النزف، وارتفاع خطر العدوى، وتأخر عملية الالتئام. قد تحدث هذه الجروح نتيجة القطع العميق أو الحروق الجزئية أو الإصابات الرضية المتوسطة. وغالبا تحتاج إلى تقييم سريري دقيق لتحديد ما إذا كانت تحتاج إلى خياطة أو تدخل علاجي إضافي. كما أن العناية التمريضية فيها تكون أكثر أهمية لمنع حدوث المضاعفات مثل الالتهاب أو النخر الموضعي [15].

5-1-3- الجروح العميقة(Full Thickness or Deep Wounds) :

تعد الجروح العميقة من أخطر أنواع الجروح، إذ تمتد الإصابة فيها إلى العضلات أو الأوتار أو الأوعية الدموية أو الأعصاب أو حتى العظام. وقد تنتج عن الحوادث الشديدة، أو الطعنات، أو الإصابات الصناعية، أو الحروق العميقة. تتميز هذه الجروح بنزف واضح، وألم شديد، وفقدان وظيفي محتمل في العضو المصاب، كما ترتفع فيها احتمالية حدوث العدوى والإنتان وتأخر الالتئام. وغالبًا ما تتطلب تدخلا جراحيًا عاجلًا، مثل التنظيف الجراحي(*Debridement*) ، أو السيطرة على النزيف، أو الترميم الجراحي للأنسجة المتضررة [16].

5-2-تصنيف الجروح حسب الانفتاح(*Classification According to Exposure*) :

يبنى هذا التصنيف على وجود أو عدم وجود انقطاع ظاهر في الجلد، ويُستخدم لتقدير خطر العدوى وإصابة الأنسجة الداخلية.

5-2-1-الجروح المفتوحة(*Open Wounds*) :

هي الجروح التي يحدث فيها تمزق واضح في الجلد أو الأغشية المخاطية، مما يؤدي إلى انكشاف الأنسجة الداخلية بشكل كلي أو جزئي. وتشمل الجروح القطعية، والوخزية، والرضية، والنزعية، والسحجات العميقة. تمثل هذه الجروح بيئة مناسبة لدخول الكائنات الدقيقة، ولذلك تكون أكثر عرضة للعدوى، خاصة إذا حدثت في بيئة ملوثة أو تأخر علاجها. ويعتمد التدبير العلاجي على نوع الجرح ودرجة تلوثه ووجود فقد في الأنسجة [13].

5-2-2-الجروح المغلقة(*Closed Wounds*) :

هي الإصابات التي لا يظهر فيها تمزق خارجي في الجلد، لكن الضرر يحدث في الأنسجة الداخلية مثل الأوعية الدموية أو العضلات أو الأنسجة الرخوة. ومن أمثلتها الكدمات(*Bruises*) ، والرضوض(*Contusions*) ، والورم الدموي(*Hematoma*) . تكمن خطورة هذا النوع في أن الإصابة

قد تكون شديدة داخليًا رغم غياب العلامات الخارجية الواضحة، مما قد يؤدي إلى تأخر التشخيص. لذلك يحتاج المريض إلى تقييم سريري دقيق، خاصة في حالات الصدمات الشديدة [12].

5-3-تصنيف الجروح حسب درجة التلوث (*Classification According to Contamination*):

يعتبر هذا التصنيف من أهم المعايير السريرية، خاصة في الجراحة وعلاج الإصابات الرضية، لأنه يرتبط مباشرة بخطر العدوى والاختلاطات الإنتانية.

5-3-1-الجروح النظيفة(*Clean Wounds*) :

هي الجروح التي لا تحتوي على علامات التهاب أو تلوث، وتكون غالبًا ذات حواف منتظمة وحديثة الحدوث، ولم تتعرض لمواد ملوثة أو لمحتويات الجسم الداخلية. ويكون احتمال العدوى فيها منخفضًا جدًا، كما هو الحال في كثير من الجروح الجراحية المنظمة [14].

5-3-2-الجروح النظيفة-الملوثة(*Clean-Contaminated Wounds*) :

والتي تحدث في ظروف جراحية مضبوطة، لكن مع احتمال محدود لدخول الجراثيم، مثل العمليات التي تشمل الجهاز التنفسي أو الهضمي أو البولي دون وجود التهاب نشط. وتكون نسبة العدوى فيها أعلى من الجروح النظيفة ولكنها تبقى تحت السيطرة [15].

5-3-3-الجروح الملوثة(*Contaminated Wounds*) :

تشمل الجروح التي تعرضت لتلوث واضح نتيجة حادث في بيئة غير نظيفة، أو وجود كسر مفتوح، أو تأخر في التدخل العلاجي، أو انسكاب محتويات ملوثة على الجرح. وتزداد فيها احتمالية الإصابة بالعدوى بشكل ملحوظ [16].

5-3-4-الجروح الملوثة-القذرة(*Dirty or Infected Wounds*) :

وهي أخطر أنواع الجروح من حيث خطر العدوى، وتشمل الجروح التي تحتوي على نسيج متموت، أو قيح، أو براز، أو أجسام غريبة، أو وجود التهاب فعلي سابق. وغالبًا تتطلب تنظيفا جراحيا واسعا ومضادات حيوية مكثفة [13].

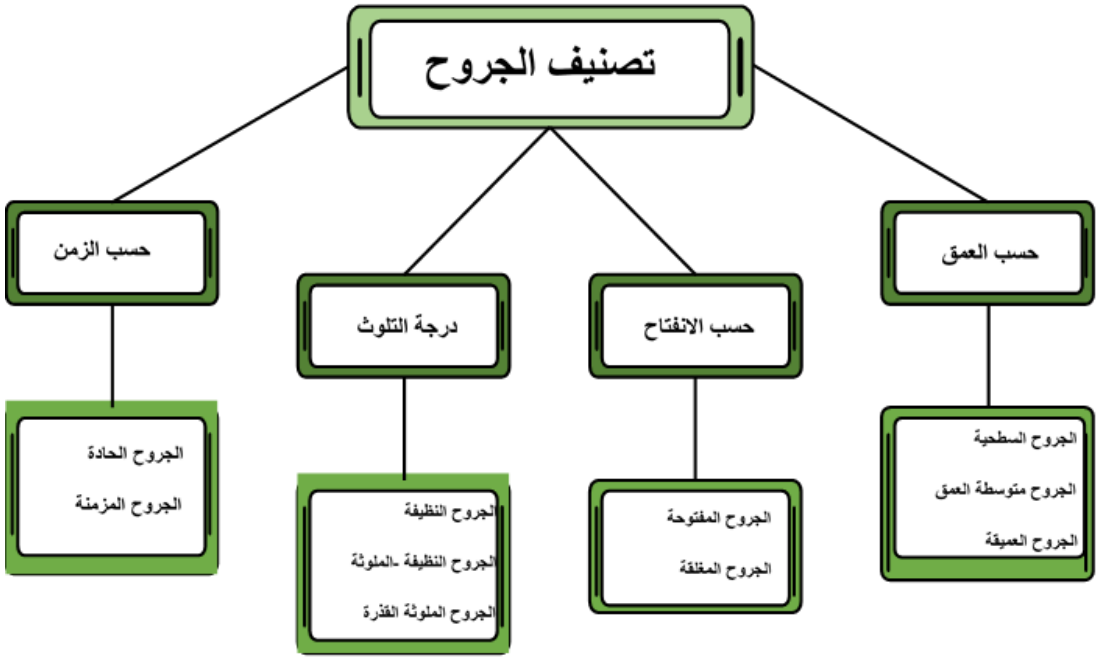
5-4- تصنيف الجروح حسب الزمن(*Classification According to Duration*) :

5-4-1-الجروح الحادة(*Acute Wounds*) :

هي الجروح التي تحدث بشكل مفاجئ نتيجة إصابة مباشرة، مثل الجروح الجراحية أو الحوادث أو الحروق الحديثة، وتميل إلى الالتئام خلال فترة زمنية متوقعة إذا توفرت الظروف المناسبة للعلاج [12].

5-4-2- الجروح المزمنة(*Chronic Wounds*) :

هي الجروح التي لا تلتئم ضمن المدة الطبيعية المتوقعة، أو تتكرر باستمرار، مثل قرحات الفراش، والقدم السكري، والقرحات الوريدية والشريانية. وغالبًا ترتبط هذه الجروح باضطرابات مزمنة مثل السكري وسوء التروية الدموية وضعف المناعة وسوء التغذية [14].



الشكل 1.2: أنواع الجروح وتصنيفها

6-مراحل التئام الجروح:

تمثل التئام الجروح عملية فسيولوجية ديناميكية ومعقدة تهدف إلى استعادة سلامة الأنسجة ووظيفتها بعد حدوث إصابة. وتتم هذه العملية عبر تفاعل منسق بين الخلايا، وعوامل النمو، والسيتوكينات، والمصفوفة خارج الخلية [17،18]. تمر عملية الالتئام بأربع مراحل رئيسية متداخلة زمنيا (الشكل 1.3):

6-1-مرحلة الإرقاء (*Hemostasis*) :

تبدأ مرحلة الإرقاء مباشرة بعد حدوث الإصابة وتستمر من ثوانٍ إلى عدة دقائق، وتهدف أساسًا إلى إيقاف النزيف ومنع فقدان الدم. خلال هذه المرحلة يحدث تقبض للأوعية الدموية (*Vasoconstriction*)لتقليل تدفق الدم نحو موضع الإصابة، كما يتم تنشيط الصفائح الدموية (*Platelets*)التي تلتصق بمكان الجرح مُشكّلةً سدادة صفائحية مؤقتة. إضافةً إلى ذلك، تُفعّل سلسلة التخثر (*Coagulation cascade*) مما يؤدي إلى تكوين شبكة الفيبرين (*Fibrin clot*) التي تعمل

على تثبيت السدادة الصفائحية. ولا تقتصر وظيفة هذه الخثرة على إيقاف النزيف فقط، بل تؤدي أيضًا دور مصفوفة أولية لهجرة الخلايا خلال المراحل اللاحقة من التئام الجروح [12،18].

6-2-مرحلة الالتهاب(*Inflammation*) :

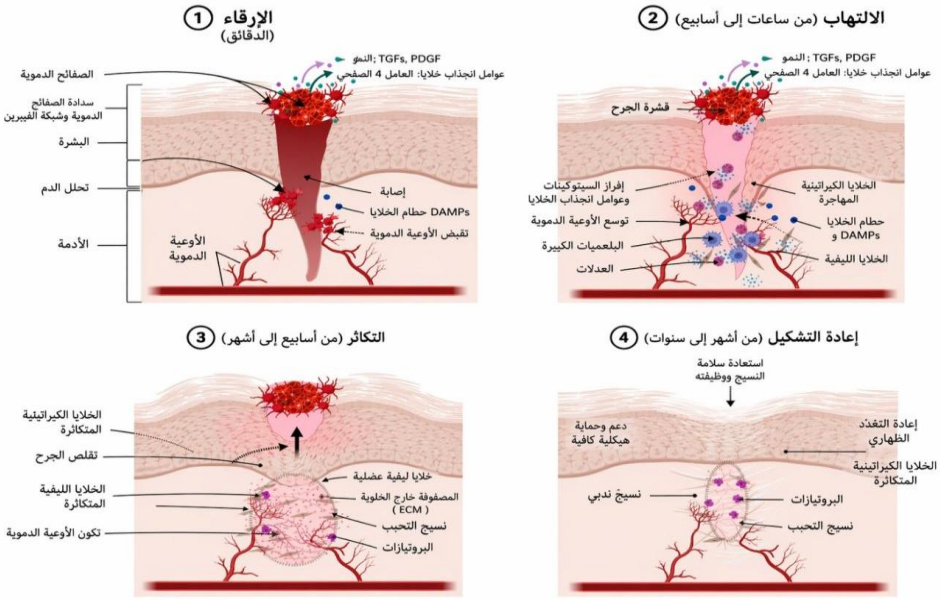
كما تبدأ مرحلة الالتهاب خلال ساعات بعد حدوث الإصابة وتستمر عادةً من يوم إلى أربعة أيام، وتعد مرحلة أساسية لتنظيف الجرح وتحفيز عمليات الإصلاح النسيجي. في هذه المرحلة تصل العدلات (*Neutrophils*)أولًا إلى موضع الإصابة، حيث تعمل على تدمير البكتيريا وإزالة الحطام الخلوي، تليها البلاعم (*Macrophages*) التي تقوم بعملية تنظيف أعمق وتفرز عوامل نمو مهمة تسهم في تعزيز التئام الجروح. كما يتم خلال هذه المرحلة التخلص من الأنسجة الميتة والكائنات الدقيقة، وتظهر العلامات السريرية المميزة للالتهاب والمتمثلة في الاحمرار والحرارة والتورم والألم. وتُعتبر البلاعم عنصرًا محوريًا في هذه المرحلة، نظرًا لدورها في تنظيم الانتقال إلى مرحلة التكاثر من خلال إفراز عوامل النمو المختلفة [12،19].

6-3-مرحلة التكاثر(*Proliferation*) :

تبدأ مرحلة التكاثر من اليوم 2 تقريبًا وتمتد حتى 2-3 أسابيع، وهي مرحلة بناء النسيج الجديد، وتشمل عدة عمليات متزامنة، حيث يتم تكوين النسيج الحبيبي (*Granulation tissue*) الذي يحتوي على أوعية دموية جديدة، فيبروبلاست، ومصفوفة خارج خلوية، كما يحدث تكوّن الأوعية الدموية الجديدة (*Angiogenesis*)لتعويض نقص الأكسجين في المنطقة المصابة، بالإضافة إلى هجرة الخلايا الليفية (*Fibroblasts*)لإنتاج الكولاجين والمادة الأساسية للنسيج الضام، كذلك تحدث إعادة الظهارة (*Re-epithelialization)* حيث تنتقل الخلايا الكيراتينية لتغطية سطح الجرح وتكوين حاجز جلدي جديد، وتُعتبر هذه المرحلة مرحلة "البناء الفعلي" للأنسجة الجديدة [19،20].

6-4-مرحلة النضج (*Maturation*):

تنطلق مرحلة النضج حوالي الأسبوع الثالث، وقد تمتد لعدة أشهر أو حتى سنة كاملة، حيث يتم استبدال الكولاجين من النوع الثالث بالكولاجين من النوع الأول الأكثر قوة، كما يتم إعادة تنظيم ألياف الكولاجين حسب خطوط الشد(*Tension lines*) ، وتقل الأوعية الدموية في النسيج الجديد تدريجيا، وتزداد قوة الجلد تدريجيا لكنها لا تصل إلى 100% من الجلد الأصلي (عادة 70%و80%)، وتحدد هذه المرحلة قوة الندبة النهائية وشكلها الجمالي والوظيفي [20،21].



الشكل 3.1: مراحل إلتئام الجروح

7-العوامل المؤثرة في التئام الجروح:

تعد عملية التئام الجروح عملية بيولوجية معقدة تهدف إلى استعادة سلامة الأنسجة ووظيفتها الطبيعية بعد الإصابة، وتعتمد على تفاعل منظم بين الصفائح الدموية والخلايا الالتهابية والخلايا الليفية والخلايا البطانية وعوامل النمو والمصفوفة خارج الخلوية. كما تتأثر هذه العملية بعدة عوامل جهازية وموضعية وتغذوية وسلوكية (الشكل1.4)، وقد يؤدي أي خلل فيها إلى تأخر الشفاء أو تحول الجرح إلى حالة مزمنة [18،22].

7-1-العوامل الجهازية(*Systemic Factors*) :

تشمل العوامل الجهازية الحالة الصحية العامة للمريض، وتؤثر بشكل مباشر في قدرة الجسم على تنفيذ مراحل الالتئام بكفاءة.

7-1-1- العمر(*Age*) :

يعد التقدم في العمر من العوامل المهمة التي تؤثر سلبا على التئام الجروح، إذ تنخفض القدرة التجديدية للجلد مع تقدم السن نتيجة ضعف نشاط الخلايا الليفية المسؤولة عن تصنيع الكولاجين، وتراجع تكوين الأوعية الدموية الجديدة(*Angiogenesis*) ، وانخفاض كفاءة الجهاز المناعي. كما تقل سرعة تكاثر الخلايا الكيراتينية وإعادة بناء البشرة، مما يؤدي إلى بطء واضح في مرحلتي التكاثر وإعادة الترميم، وبالتالي تأخر شفاء الجروح لدى كبار السن [18].

7-1-2- **داء السكري(*Diabetes Mellitus*) :**

يعتبر مرض السكري من أهم أسباب تأخر التئام الجروح، خاصة في حالات القدم السكري والجروح المزمنة. يؤدي ارتفاع مستوى الغلوكوز في الدم إلى ضعف وظيفة العدلات والخلايا البلعمية، مما يزيد من خطر العدوى، كما يسبب انخفاضًا في إنتاج عوامل النمو، وضعفًا في تكوين الكولاجين، واضطرابًا في تكوين الأوعية الدموية الدقيقة. إضافة إلى ذلك، يؤدي الإجهاد التأكسدي الناتج عن فرط السكر إلى تلف الخلايا وتأخر انغلاق الجرح، مما يجعل الجروح أكثر عرضة للتحول إلى جروح مزمنة [22،23].

7-1-3- **أمراض الأوعية الدموية:**

تؤدي أمراض الأوعية الدموية، سواء الشريانية أو الوريدية، إلى ضعف التروية الدموية ونقص وصول الأكسجين والعناصر الغذائية إلى موضع الجرح، مما يسبب نقص الأكسجين (*Hypoxia*) وتأخر تكوين النسيج الحبيبي، ويزيد من احتمالية حدوث النخر والعدوى، خاصة في الأطراف السفلية .[18]

7-1-4- السمنة واضطرابات المناعة:

ترتبط السمنة بحالة التهابية مزمنة منخفضة الدرجة نتيجة زيادة إفراز السيتوكينات الالتهابية من الأنسجة الدهنية، مما يؤدي إلى اضطراب الاستجابة المناعية وتأخر الانتقال من مرحلة الالتهاب إلى مرحلة التكاثر. كما أن ضعف المناعة الخلوية واضطراب التروية في الأنسجة الدهنية يسهمان في بطء الالتئام وزيادة خطر العدوى بعد العمليات الجراحية أو الإصابات الرضية [22].

7-1-5- الإجهاد النفسي(*Psychological Stress*) :

يؤثر الإجهاد النفسي سلبًا على عملية التئام الجروح من خلال زيادة إفراز هرمون الكورتيزول، الذي يثبط الجهاز المناعي ويقلل من نشاط الخلايا المسؤولة عن إصلاح الأنسجة، كما يضعف تكوين الكولاجين ويؤخر تكاثر الخلايا، مما يؤدي إلى بطء واضح في عملية الشفاء [18].

7-2- العوامل الموضعية(*Local Factors*) :

تشمل العوامل الموضعية جميع الظروف المرتبطة مباشرة بالجرح نفسه والتي تؤثر في البيئة المناسبة للالتئام.

7-2-1-العدوى(*Infection*) :

تعتبر العدوى من أهم العوامل التي تعيق التئام الجروح، إذ تؤدي إلى إطالة المرحلة الالتهابية ومنع الانتقال الطبيعي إلى مرحلة التكاثر. كما تفرز البكتيريا سمومًا وإنزيمات تؤدي إلى تلف الخلايا الجديدة وتثبط تكوين النسيج الحبيبي. وفي كثير من الحالات، تُكوّن البكتيريا غشاءً حيويا (*Biofilm*) يجعلها أكثر مقاومة للمضادات الحيوية ويؤدي إلى تحول الجرح إلى جرح مزمن يصعب علاجه [24].

7-2-2-نقص الأكسجين(*Hypoxia*) :

يعد الأكسجين عنصرا أساسيا في جميع مراحل التئام الجروح، حيث يدخل في تصنيع الكولاجين، وتنشيط الخلايا المناعية، وقتل البكتيريا، وتكوين الأوعية الدموية الجديدة. وعند حدوث نقص الأكسجة،

تتباطأ عمليات الإصلاح الخلوي، ويضعف تكوين النسيج الحبيبي، وتزداد احتمالية العدوى وتحول الجرح إلى جرح مزمن [22].

7-2-3-وجود الأنسجة الميتة(*Necrotic Tissue*) :

وجود الأنسجة المتموتة داخل الجرح يعيق هجرة الخلايا الجديدة ويشكل بيئة مناسبة لنمو البكتيريا، كما يمنع وصول الأكسجين والعناصر الغذائية إلى الأنسجة الحية. لذلك يُعد التنظيف الجراحي أو الإنزيمي (*Debridement*) خطوة علاجية أساسية لتحفيز الالتئام وإعادة تنشيط العملية الإصلاحية الطبيعية [25].

7-3-دور التغذية(*Nutrition*) :

تلعب التغذية دورًا جوهريًا في دعم جميع مراحل التئام الجروح، إذ تحتاج الخلايا إلى البروتينات والفيتامينات والمعادن لإعادة بناء الأنسجة المتضررة.

7-3-1-البروتين:

يعد البروتين عنصرًا أساسيا في تكوين الكولاجين وبناء النسيج الحبيبي وإصلاح الخلايا التالفة. ويؤدي نقصه إلى ضعف واضح في تكوين الأنسجة الجديدة وتأخر انغلاق الجرح، خاصة لدى المرضى المصابين بسوء التغذية أو الأمراض المزمنة [22].

7-3-2-الفيتامينات:

يلعب فيتامين C دورًا مهمًا في تثبيت ألياف الكولاجين وتحسين قوة النسيج الجديد، بينما يساهم فيتامين A في تنظيم الاستجابة الالتهابية وتعزيز تكاثر الخلايا، أما فيتامين E فيعمل كمضاد أكسدة يحمي الخلايا من الضرر التأكسدي.

7-3-3-المعادن:

يساعد الزنك في انقسام الخلايا وتخليق البروتينات، بينما يُعد الحديد ضروريًا لنقل الأكسجين إلى الأنسجة. ويؤدي نقص هذه العناصر إلى بطء شديد في الالتئام وزيادة خطر العدوى [18].

7-4- نمط الحياة والأدوية(*Lifestyle and Drugs*) :

7-4-1-التدخين:

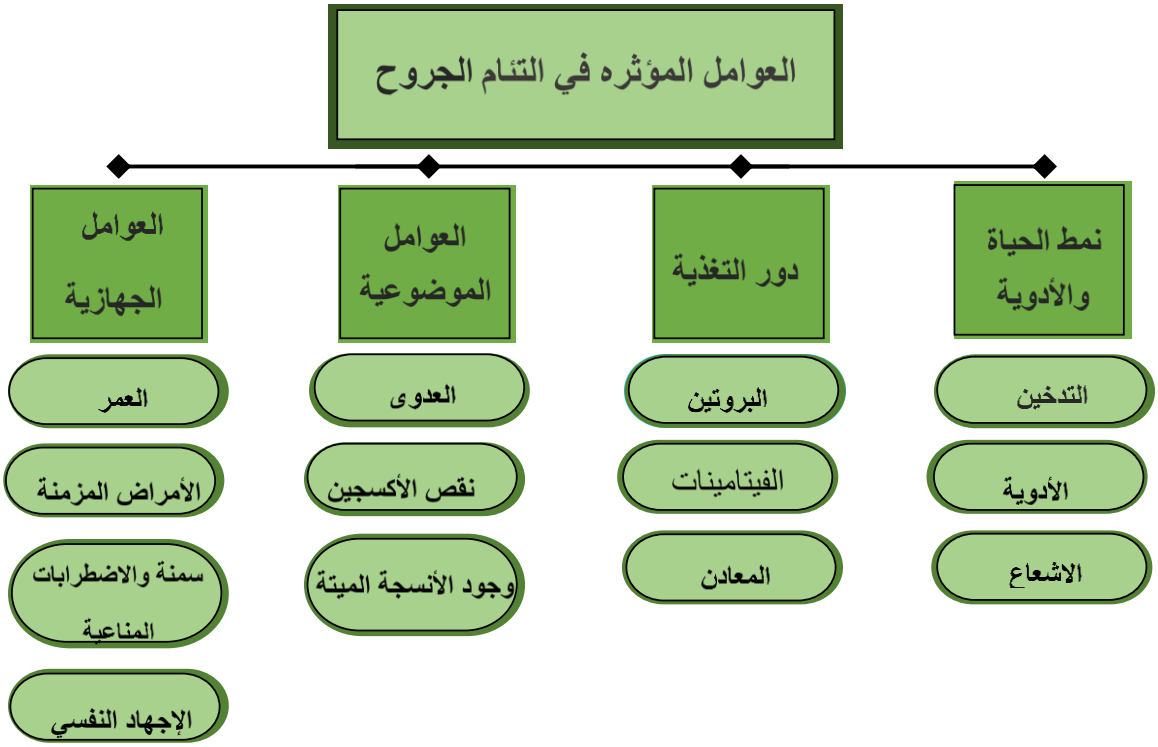
يؤثر التدخين سلبًا على التئام الجروح من خلال تضييق الأوعية الدموية وتقليل تدفق الدم إلى موضع الإصابة، مما يؤدي إلى انخفاض وصول الأكسجين والمغذيات. كما يضعف تصنيع الكولاجين ويزيد من خطر العدوى وفشل التئام الجروح، خاصة بعد العمليات الجراحية [23].

7-4-2-الأدوية:

بعض الأدوية تؤثر بشكل مباشر على عملية الالتئام، ومن أهمها الكورتيكوستيرويدات التي تُثبط الاستجابة الالتهابية وتقلل من تكاثر الخلايا الليفية وتكوين الكولاجين. كما يؤدي العلاج الكيميائي إلى تثبيط انقسام الخلايا وتأخير تجدد الأنسجة، مما يبطئ عملية الشفاء [22].

7-4-3-الإشعاع(*Radiation*) :

يسبب العلاج الإشعاعي تلفًا في الأوعية الدموية الدقيقة وموتًا للخلايا السليمة، مما يؤدي إلى ضعف التروية وتأخر تجدد الأنسجة. كما يزيد من خطر تشكل الجروح المزمنة، خاصة لدى مرضى الأورام الذين يخضعون للعلاج الإشعاعي لفترات طويلة [25].



الشكل 4.1: العوامل المؤثرة في التئام الجروح

8-تعريف بكتيريا الجروح:

البكتيريا هي كائنات دقيقة وحيدة الخلية، توجد في البيئة المحيطة وفي جسم الإنسان، حيث يعيش بعضها بصورة طبيعية ضمن الفلورا الطبيعية للجلد والأغشية المخاطية دون أن يسبب ضررًا، بل قد يساهم في الحفاظ على التوازن الحيوي ومقاومة الكائنات الممرضة. إلا أن بعض الأنواع الأخرى تُعد بكتيريا ممرضة، وتصبح خطيرة عند اختراقها الحواجز الدفاعية الطبيعية للجسم، خاصة الجلد الذي يمثل خط الدفاع الأول ضد العدوى [24].

عند حدوث جرح أو قطع في الجلد، يفقد الجسم جزءًا من هذا الحاجز الوقائي، مما يسمح بدخول الكائنات الدقيقة إلى الأنسجة المكشوفة. وتُعرف بكتيريا الجروح بأنها الكائنات البكتيرية التي تستعمر موضع الجرح أو تصيبه بالعدوى، مسببةً التهابات موضعية قد تتراوح من التهاب بسيط محدود إلى عدوى شديدة قد تمتد إلى الأنسجة العميقة أو تنتشر عبر مجرى الدم مسببةً مضاعفات خطيرة مثل الإنتان [25].

9-آلية حدوث العدوى البكتيرية في الجروح:

عند تعرض الجلد للإصابة، يحدث انقطاع في الطبقة الخارجية الواقية، مما يسمح للبكتيريا بالدخول إلى الأنسجة الرخوة والتكاثر داخلها. تبدأ العدوى عادةً عندما تتغلب البكتيريا على آليات الدفاع المناعي الموضعي، وتلتصق بخلايا الجرح، ثم تبدأ بإفراز الإنزيمات والسموم التي تساعدها على غزو الأنسجة ومقاومة الاستجابة المناعية [26]. وتحدث العدوى البكتيرية في الجروح عبر عدة طرق رئيسية، منها:

9-1-التلامس المباشر:

يحدث من خلال ملامسة الجرح لأسطح أو مواد ملوثة بالبكتيريا، مثل التربة، أو الماء غير النظيف، أو الملابس الملوثة، مما يؤدي إلى انتقال الكائنات الدقيقة مباشرة إلى موضع الإصابة.

9-2-الأدوات غير المعقمة:

قد تنتقل العدوى نتيجة استخدام أدوات طبية أو جراحية غير معقمة، أو أثناء تغيير الضمادات بطرق غير صحية، مما يزيد من خطر التلوث الجرثومي، خاصة في المستشفيات.

9-3-الانتقال من الجلد نفسه:

تحتوي البشرة الطبيعية على أنواع مختلفة من البكتيريا المقيمة مثل المكورات العنقودية، والتي قد تصبح ممرضة عند دخولها إلى الأنسجة الداخلية عبر الجرح.

9-4-الانتشار الداخلي عبر الدم:

في بعض الحالات، خاصة لدى المرضى ضعيفي المناعة، يمكن أن تنتقل البكتيريا من بؤر عدوى داخلية إلى الجرح عن طريق مجرى الدم، مما يؤدي إلى تفاقم الحالة وتأخر الالتئام [25،27].

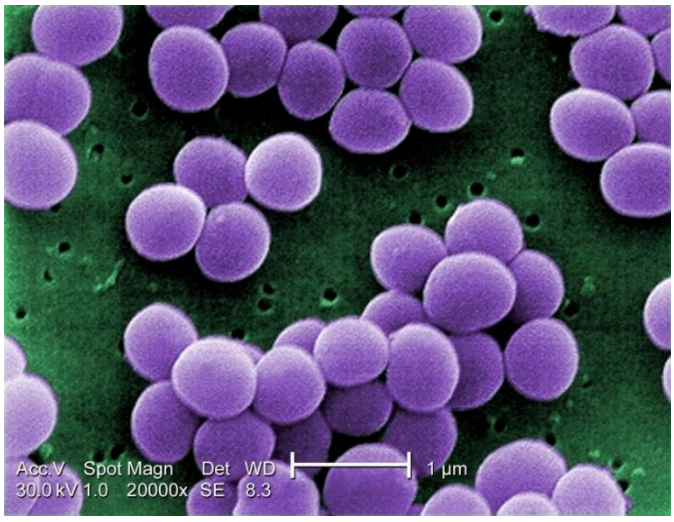
10-أنواع البكتيريا المسببة لالتهابات الجروح:

تتنوع البكتيريا المسببة لعدوى الجروح، وتُصنف غالبًا إلى بكتيريا موجبة لصبغة غرام وبكتيريا سالبة لصبغة غرام، ويُعد هذا التصنيف مهمًا في اختيار العلاج المناسب بالمضادات الحيوية.

10-1-البكتيريا الموجبة لصبغة غرام(*Gram-Positive Bacteria*) :

10-1-1-المكورات العنقودية الذهبية(*Staphylococcus aureus*) :

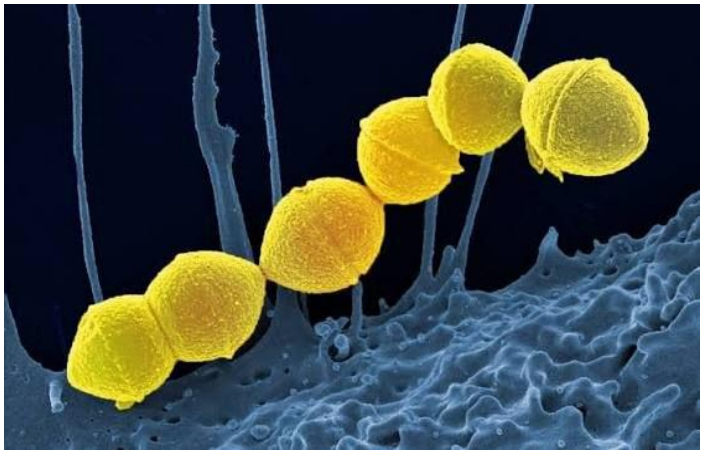
المكورات العنقودية الذهبية (الشكل1.5) من أكثر مسببات عدوى الجروح شيوعًا، خاصة في الجروح الجراحية والحروق والقرحات المزمنة. تتميز بقدرتها على إنتاج سموم وإنزيمات تساعدها على غزو الأنسجة ومقاومة الجهاز المناعي. كما أن بعض سلالاتها، مثل المكورات العنقودية المقاومة للميثيسيلين(MRSA) ، تُظهر مقاومة عالية للمضادات الحيوية، مما يجعل علاجها أكثر صعوبة [24].



الشكل 5.1: بكتيريا المكورات العنقودية الذهبية

10-1-2-المكورات العقدية(*Streptococcus pyogenes*) :

تسبب هذه البكتيريا (الشكل1.6) التهابات جلدية حادة مثل الحمرة (*Erysipelas*) والتهاب النسيج الخلوي(*Cellulitis*) ، وقد تؤدي في الحالات الشديدة إلى التهاب اللفافة الناخر أو تعفن الدم. وتمتاز بسرعة انتشارها داخل الأنسجة الرخوة وإحداث استجابة التهابية شديدة [22].

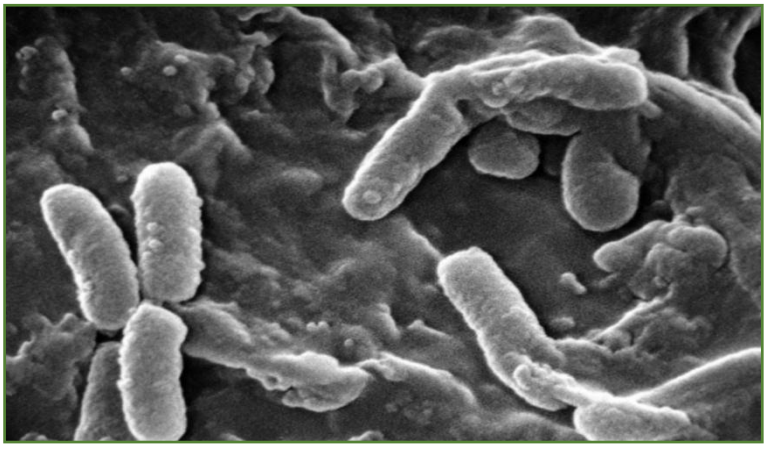


الشكل 6.1: بكتيريا المكورات العقدية

10-2-البكتيريا السالبة لصبغة غرام(*Gram-Negative Bacteria*) :

10-2-1-الزائفة الزنجارية(*Pseudomonas aeruginosa*) :

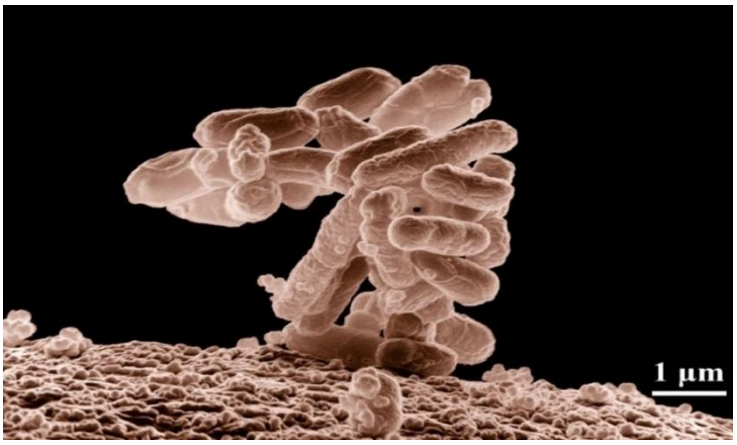
تُعد الزائفة الزنجارية (الشكل 1.7) من أخطر مسببات التهابات الجروح المزمنة، خاصة في الحروق والجروح الرطبة والقرحات المزمنة. وتتميز بمقاومتها العالية للعديد من المضادات الحيوية، إضافة إلى قدرتها على تكوين الغشاء الحيوي (*Biofilm*) الذي يحميها من العلاج ويؤخر التئام الجرح. كما تفرز سمومًا تؤدي إلى تلف الأنسجة وتعطيل عملية الشفاء [26].



الشكل 7.1: بكتيريا الزائفة الزنجارية

10-2-2-الإشريكية القولونية(*Escherichia coli*) :

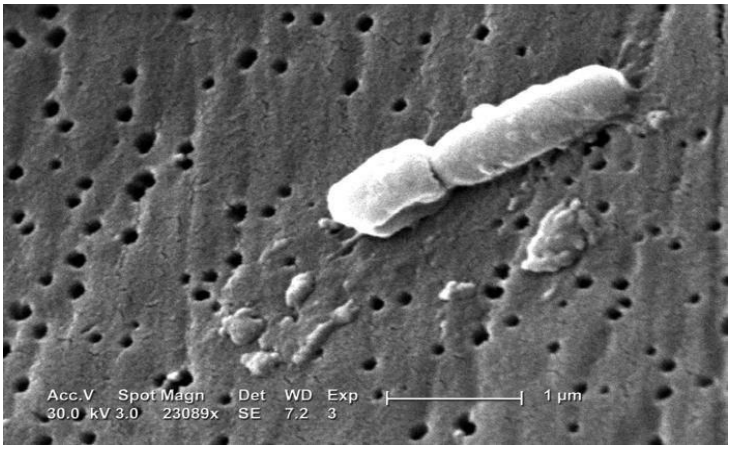
تعيش الإشريكية القولونية (الشكل1.8) بصورة طبيعية في الأمعاء، لكنها قد تسبب عدوى خطيرة عند انتقالها إلى الجروح، خاصة في الجروح الملوثة أو الجراحات البطنية. وتنتج بعض السلالات سموماً تؤدي إلى التهاب شديد ومضاعفات جهازية [25].



الشكل 8.1: بكتيريا الإشريكية القولونية

10-2-3- الكلبسيلا(*Klebsiella spp*) :

تعتبر الكلبسيلا (الشكل 1.9) من البكتيريا المرتبطة بعدوى المستشفيات، وتسبب التهابات الجروح خاصة لدى المرضى المنومين أو ذوي المناعة الضعيفة. وتمتاز بعض سلالاتها بمقاومة متعددة للمضادات الحيوية، مما يجعل علاجها تحديًا سريريًا مهمًا [27].



الشكل 9.1: بكتيريا الكلبسيلا

مراجع الفصل الأول:

[1]. Elias PM. Structure and function of the stratum corneum permeability barrier. J Invest Dermatol. 2012;132(9):2131–2133.

[2]. Proksch E, Brandner JM, Jensen JM. The skin: an indispensable barrier. Exp Dermatol. 2008;17(12):1063–1072.

[3]. Kolarsick PA, Kolarsick MA, Goodwin C. Anatomy and physiology of the skin. J Dermatol Nurses Assoc. 2011;3(4):203–213.

[4]. Griffiths C, Barker J, Bleiker T, Chalmers R, Creamer D. Rook's Textbook of Dermatology. 9th ed. Wiley-Blackwell; 2016.

[5]. Tortora GJ, Derrickson B. Principles of Anatomy and Physiology. 15th ed. Wiley; 2017.

[6]. Ross MH, Pawlina W. Histology: A Text and Atlas. 8th ed. Wolters Kluwer; 2020.

[7]. Lim KM. Skin epidermis and barrier function. International Journal of Molecular Sciences. 2021;22(6):3035.

[8]. Gushiken LFS, Beserra FP, Bastos JK, Jackson CJ, Pellizzon CH. Cutaneous wound healing: an update from physiopathology to current therapies. Life. 2021;11(7):665.

[9]. Peña OA, Martin P. Cellular and molecular mechanisms of skin wound healing. Nature Reviews Molecular Cell Biology. 2024;25:599–616.

[10]. Cioce A, Cavani A, Cattani C, Scopelliti F. Role of the skin immune system in wound healing. Cells. 2024;13(7):624.

[11]. Lee SH, Jeong SK, Ahn SK. An update of the defensive barrier function of skin. Yonsei Medical Journal. 2006;47(3):293–306.

[12]. Guo S, DiPietro LA. Factors affecting wound healing. J Dent Res. 2010;89(3):219–229.

[13]. Lazarus GS, Cooper DM, Knighton DR, Margolis DJ, Percoraro RE, Rodeheaver G, et al. Definitions and guidelines for assessment of wounds and evaluation of healing. Wound Repair Regen. 1994;2(3):165-170.

[14]. Boateng J, Catanzano O. Advanced therapeutic dressings for effective wound healing—A review. J Pharm Sci. 2015;104(11):3653-3680.

[15]. Fry DE. Surgical site infections and the surgical care improvement project (SCIP): evolution of national quality measures. Surg Infect. 2008;9(6):579-584.

[16]. Morton LM, Phillips TJ. Wound healing and treating wounds: differential diagnosis and evaluation of chronic wounds. J Am Acad Dermatol. 2016;74(4):589-605.

[17]. Eming SA, Martin P, Tomic-Canic M. Wound repair and regeneration. Sci Transl Med. 2014;6(265):265sr6.

[18]. Rodrigues M, Kosaric N, Bonham CA, Gurtner GC. Wound healing: a cellular perspective. Physiol Rev. 2019;99(1):665–706.

[19]. Gurtner GC, Werner S, Barrandon Y, Longaker MT. Wound repair and regeneration. Nature. 2008;453(7193):314–321.

[20]. Singer AJ, Clark RAF. Cutaneous wound healing. N Engl J Med. 1999;341(10):738–746.

[21]. Velnar T, Bailey T, Smrkolj V. The wound healing process: an overview. Acta Dermatovenerol Alp Pannonica Adriat. 2009;18(3):81–88.

[22]. Frykberg RG, Banks J. Challenges in the treatment of chronic wounds. Adv Wound Care (New Rochelle). 2015;4(9):560-582.

[23]. Marques R, Viana SD, Moreira PI, et al. Factors associated with impaired wound healing in diabetes mellitus. Int J Mol Sci. 2024;25(3):1452.

[24]. Uberoi A, McCready-Vangi A, Grice EA. The wound microbiota: microbial mechanisms of impaired wound healing and infection. Nat Rev Microbiol. 2024;22(8):507-521.

[25]. Hurlow J, Wolcott RD, Bowler PG. Clinical management of chronic wound infections: the battle against biofilm. Wound Repair Regen. 2025;33(1): e13241.

[26]. Percival SL, Suleman L, Vuotto C, Donelli G. Healthcare-associated infections, medical devices and biofilms: risk, tolerance and control. J Med Microbiol. 2015 ;64(4) :323-334.

[27]. Coelho MMF, Avelino BMA, Oliveira BA, Rios MA, Gubert FA, Martins MC, et al. Prevalence of biofilm in chronic wounds: systematic review with meta-analysis. Wounds. 2025;37(8):283-291.

الفصل الثاني

عموميات حول الضمادات

1-تمهيد:

تعد الضمادات الطبية من الوسائل العلاجية الأساسية المستخدمة في تدبير الجروح والحروق، إذ تؤدي دورا مهما في حماية الجرح من التلوث الخارجي، وامتصاص الإفرازات، والمحافظة على بيئة مناسبة تساعد على تسريع عملية الالتئام. وقد شهدت الضمادات تطورًا ملحوظا مع التقدم العلمي، حيث انتقل استخدامها من الضمادات التقليدية البسيطة إلى ضمادات حديثة ومتقدمة تمتلك خصائص حيوية وميكانيكية تساهم في تحسين فعالية العلاج وتقليل خطر العدوى والمضاعفات. ويهدف هذا الفصل إلى تقديم عموميات حول الضمادات الطبية من حيث مفهومها، أهميتها، تصنيفها، وآليات عمل أهم أنواعها المستخدمة في علاج الجروح.

2-تعريف الضمادات:

تعرف الضمادات (*Bandages*) بأنها مواد أو أشرطة طبية تستخدم في رعاية الجروح بهدف تثبيت الرفادات (*Dressings*) على موضع الإصابة [1]، وحماية الجرح من العوامل الخارجية مثل التلوث والميكروبات كما تساهم في دعم الأنسجة أو الأعضاء المصابة وتقليل النزيف من خلال تطبيق ضغط مناسب على موضع الجرح [1،2]، إضافةً إلى الحد من حركة المنطقة المصابة، مما يساعد على تقليل الضرر الميكانيكي للأنسجة وتعزيز عملية التئام الجروح [1]. وتوفر الضمادات بيئة مناسبة للشفاء من خلال الحفاظ على توازن الرطوبة وحماية الجرح، وهو ما يعد عاملا أساسيا في تسريع عملية الالتئام وتحسين النتائج السريرية [1،2].

3-نبذة تاريخية عن الضمادات:

يعود استخدام الضمادات في علاج الجروح إلى الحضارات القديمة، حيث اعتمد الإنسان على مواد طبيعية بسيطة مثل الكتان والعسل والدهون الحيوانية بهدف حماية الجروح وتعزيز شفائها. وقد

أشار *Hippocrates* في القرن الخامس قبل الميلاد إلى أهمية تنظيف الجروح وتغطيتها بضمادات مناسبة، لما لذلك من دور أساسي في تسريع عملية الالتئام والوقاية من العدوى [3]. وخلال العصور الوسطى، شهدت ممارسات تضميد الجروح تطورا ملحوظا تزامنا مع تقدم المعرفة الطبية، حيث أصبح استخدام الأقمشة القطنية والكتانية أكثر تنظيما خاصة في سياق علاج إصابات الحروب، مما ساهم في تحسين طرق العناية بالجروح [4]. في القرن التاسع عشر، حدث تحول نوعي في مجال تضميد الجروح مع ظهور مبادئ التعقيم التي وضعها *Joseph Lister*، حيث أدى إدخال المطهرات في الممارسة الجراحية إلى تقليل معدلات العدوى بشكل كبير وتحسين نتائج التئام الجروح [5]. ومع بداية الثورة الصناعية، انتقل إنتاج الضمادات إلى الطابع الصناعي، حيث تم تصنيعها تجاريا باستخدام القطن المعقم، وظهرت أنواع جديدة مثل الضمادات الشاشية (*Gauze*)، الأمر الذي ساهم في رفع مستوى جودة الرعاية الصحية وتوحيد أساليب العلاج [4].

أما في العصر الحديث، فقد شهدت الضمادات تطورا متقدما مع ظهور ما يعرف بالضمادات الحديثة أو المتطورة، مثل الضمادات الهيدروكولويدية والهيدروجيلية، بالإضافة إلى الضمادات الذكية التي تحتوي على مواد مضادة للبكتيريا أو عوامل محفزة للشفاء. وقد أصبحت هذه الأنواع تلعب دورا محوريا في تسريع التئام الجروح، تقليل المضاعفات، وتحسين النتائج السريرية بشكل عام [6].

4-خصائص الضمادة المثالية (*Ideal Dressing*):

تُعد الضمادة المثالية عنصرا أساسيا في تسريع عملية التئام الجروح وتحسين النتائج السريرية، حيث يجب أن تتوفر فيها مجموعة من الخصائص الفيزيائية والبيولوجية التي تدعم بيئة الجرح وتُعزز الشفاء [7،8] (الشكل 2.1). ومن أهم هذه الخصائص ما يلي:

4-1- توفير بيئة رطبة متوازنة:

تعمل الضمادة المثالية على الحفاظ على مستوى مناسب من الرطوبة داخل الجرح، مما يساهم في تحفيز تكاثر الخلايا وتسريع إعادة الظهارة، مع ضرورة اختيار نوع الضمادة وفق طبيعة الجرح (جاف أو نازّ) [7،8].

4-2-الحماية من التلوث والعدوى:

تؤدي الضمادة دور حاجز وقائي يمنع تسرب الكائنات الدقيقة والملوثات الخارجية إلى الجرح، مما يقلل من خطر الإصابة بالعدوى ويحسن من فرص الالتئام [8،9].

4-3- النفاذية (*Breathability*):

يجب أن تسمح الضمادة بمرور الأكسجين وبخار الماء، وهو ما يسهم في الحفاظ على التوازن الفيزيولوجي لبيئة الجرح وتعزيز النشاط الخلوي [7،10].

4-4-تقليل عدد مرات التغيير:

تفضل الضمادات التي يمكن أن تبقى لفترات أطول دون الحاجة إلى تغيير متكرر، مما يقلل من تهيج الجرح، ويحد من خطر التلوث، ويساعد على استقرار عملية الالتئام [7،8].

4-5-تخفيف الألم وحماية الأنسجة:

توفر الضمادة المثالية حماية ميكانيكية للأنسجة المتجددة، كما تساهم في تقليل الإحساس بالألم من خلال عزل النهايات العصبية وحماية الجرح من الصدمات الخارجية [9،11].

4-6- عدم الالتصاق بالجرح (*non-adherent*):

ينبغي أن تكون الضمادة غير لاصقة، بحيث لا تلتصق بالأنسجة الجديدة، مما يمنع حدوث نزيف أو تلف عند إزالتها، كما هو الحال في الضمادات الهيدروجيلية والهيدروكولويدية [10،11].

4-7-إمكانية مراقبة الجرح:

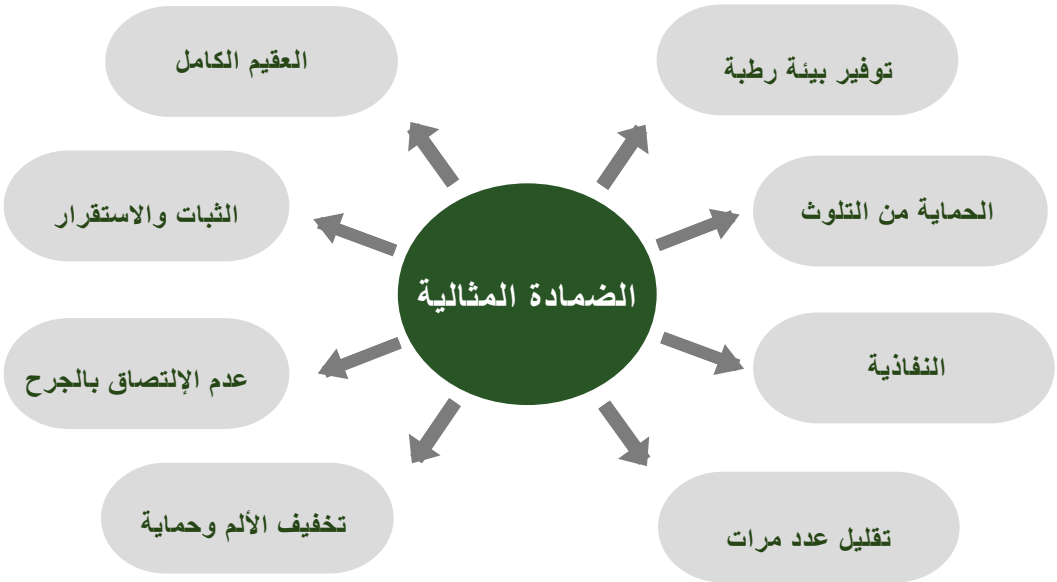
تتيح بعض الضمادات الحديثة الشفافة إمكانية مراقبة الجرح بصريا دون الحاجة إلى إزالتها، مما يقلل من التدخل المتكرر ويحافظ على استقرار البيئة العلاجية [7].

4-8-الثبات والاستقرار:

يجب أن تكون الضمادة ثابتة في موضعها دون أن تسبب ضغطا مفرطا قد يؤثر سلبا على التروية الدموية للأنسجة المصابة [8،9].

4-9-التعقيم الكامل:

يعد التعقيم من المتطلبات الأساسية للضمادات، حيث يجب أن تكون خالية تماما من الكائنات الدقيقة عند استخدامها، لتجنب حدوث عدوى ثانوية في الجرح [7،10].



الشكل 1.2: مواصفات الضمادة المثالية

5-بعض المواد المستخدمة في تحضير الضمادات:

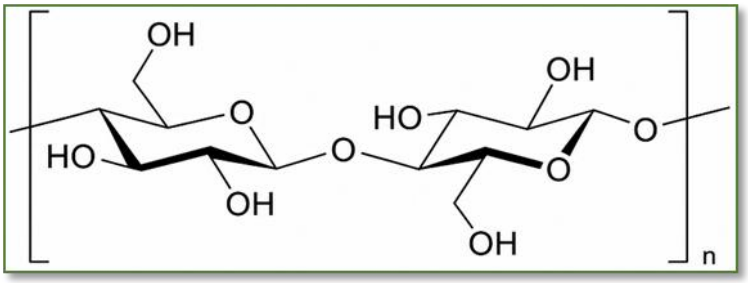
تعتمد فعالية الضمادات الطبية على نوعية المواد الداخلة في تركيبها، إذ تؤثر هذه المواد بشكل مباشر على خصائصها الفيزيائية والكيميائية والتوافق الحيوي وقدرتها على دعم عملية التئام الجروح. ويمكن تصنيف هذه المواد إلى مواد ذات مصدر طبيعي وأخرى صناعية، ولكل منها خصائص وظيفية تجعلها مناسبة لتطبيقات طبية محددة [12].

5-1-المواد ذات المصادر الطبيعية:

5-1-1-السليلوز ($(C_6H_{10}O_5)_n$)(*Cellulose*):

يعد السليلوز (الشكل2.2) من أكثر البوليمرات الطبيعية وفرة في الطبيعة، ويتواجد في النباتات وبعض الكائنات الدقيقة مثل البكتيريا والفطريات. يتكون من وحدات الجلوكوز المرتبطة بروابط غليكوسيدية β، مما يمنحه قوة ميكانيكية جيدة وتوافقا حيويا عاليا.

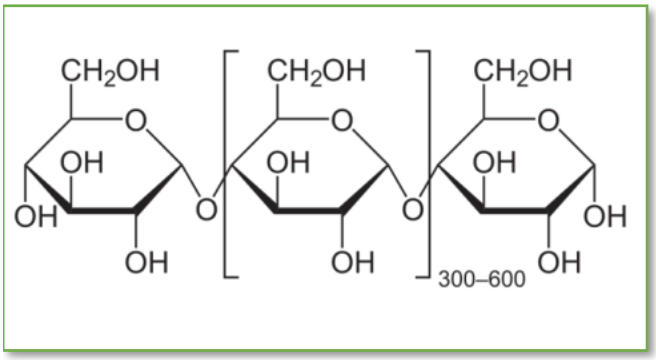
يتميز السليلوز الطبيعي بقلة ذوبانه في الماء، إلا أنه يمكن تعديله كيميائيا لتحسين خصائصه الوظيفية. ومن أهم أشكاله السليلوز البكتيري (Bacterial Cellulose)، الذي يتميز بنقاوة عالية وقدرة كبيرة على الاحتفاظ بالماء، مما يجعله مناسبًا لتطبيقات الضمادات الطبية. كما يُستخدم الكربوكسي ميثيل السليلوز (CMC) على نطاق واسع نظرًا لقدرته العالية على امتصاص الإفرازات وتكوين بيئة رطبة تساعد على التئام الجروح، رغم محدودية خصائصه المضادة للبكتيريا عند استخدامه منفردًا [13].



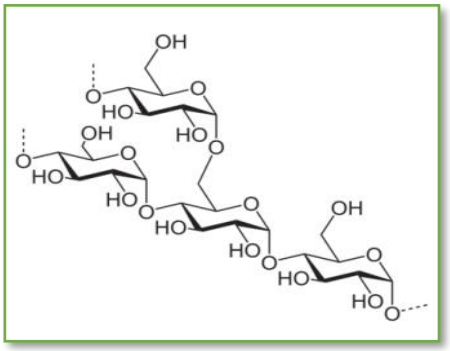
الشكل 2.2: السليلوز

5-1-2-النشاء (Starch) $(C_6H_{10}O_5)_n$:

هو بوليمر كربوهيدرات طبيعي يعمل كمخزن للطاقة في النباتات، ويتواجد في الحبوب مثل القمح والأرز والذرة، إضافة إلى البطاطا. يتكون من مكونين رئيسيين: الأميلوز (الشكل2.3) والأميلوبكتين (الشكل2.4)، اللذين يحددان خصائصه الفيزيائية. يستخدم النشاء في تحضير الهيدروجيلات القابلة للتحلل الحيوي نظرا لتوفره العالي وتكلفته المنخفضة وتوافقه الحيوي. إلا أن ضعف خواصه الميكانيكية يحد من استخدامه منفردا، لذلك يتم دمجه مع بوليمرات أخرى مثل السليلوز لتحسين خصائصه. كما أن تعديل النشاء كيميائيا (مثل النشاء المؤكسد) يحسن من ثباته وقدرته على تكوين أغشية مناسبة للتطبيقات الطبية [14].



الشكل 3.2: الأميلوز



الشكل 4.2: الأميلوبكتين

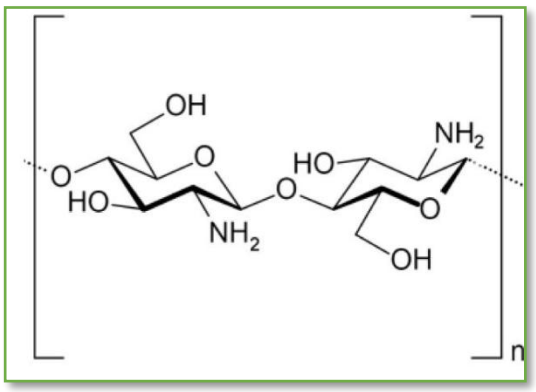
5-1-3-. الكولاجين (*Collagen*):

الكولاجين هو بروتين ليفي يشكل المكون الأساسي للمصفوفة خارج الخلية في الجلد والأنسجة الضامة. يتميز بتوافق حيوي مرتفع وقدرة على التحلل الحيوي، مما يجعله مادة مثالية في التطبيقات الطبية. يساعد الكولاجين في دعم عملية التئام الجروح من خلال توفير دعامة خلوية (*Scaffold*) تعزز التصاق الخلايا ونموها، كما يساهم في ترطيب بيئة الجرح وتسريع تكوين النسيج الجديد. ويمكن تحسين خصائصه الميكانيكية عبر عمليات الربط المتقاطع مع مواد أخرى مثل الجيلاتين [15].

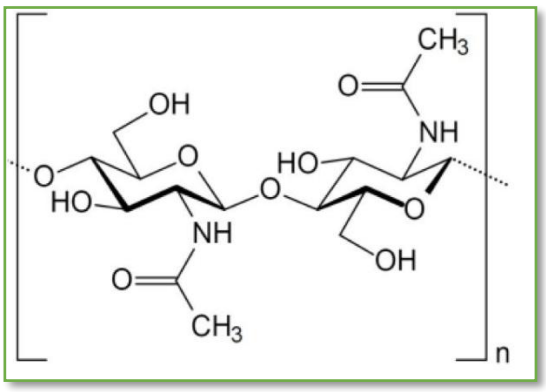
5-1-4-الشيتوزان ($C_6H_{11}NO_4)_n$(*Chitosan*) :

الشيتوزان (الشكل 2.6) هو بوليمر طبيعي مشتق من الكيتين (الشكل 2.5) الموجود في القشريات البحرية. يتميز بخصائص مضادة للبكتيريا ناتجة عن تفاعله الكهروستاتيكي مع جدران الخلايا البكتيرية، مما يؤدي إلى تعطيل نموها.

كما يتمتع الشيتوزان بتوافق حيوي جيد وقدرة على امتصاص السوائل، مما يجعله مناسبًا لتطبيقات الضمادات الطبية وهندسة الأنسجة. وغالبا ما يتم دمجه مع مواد أخرى مثل البكتين أو الجسيمات النانوية لتحسين خصائصه الميكانيكية وزيادة فعاليته الحيوية [16].



الشكل 5.2: الكيتين



الشكل 6.2: الشيتوزان

5-2- المواد ذات المصدر الصناعي:

5-2-1-البولي فينيل الكحول (PVA) (*Polyvinyl Alcohol*):

يعد PVA بوليمر صناعيا قابلا للذوبان في الماء ويتميز بتوافق حيوي جيد ومرونة ميكانيكية عالية، مما يجعله مناسبًا لتحضير الهيدروجيلات المستخدمة في الضمادات الطبية. يمتاز بقدرته العالية على امتصاص الإفرازات الجرحية، إلا أنه يفتقر إلى النشاط الحيوي مثل التأثير المضاد للبكتيريا عند استخدامه منفردًا. لذلك يتم دمجه مع مواد حيوية مثل الشيتوزان أو المواد الطبيعية لتعزيز خصائصه العلاجية وتحسين فعاليته في تسريع التئام الجروح [17].

5-2-2- البولي إيثيلين غليكول (PEG) (*Polyethylene Glycol*):

يعتبر PEG بوليمرا محبا للماء يتميز بتوافق حيوي عال واستقراره الكيميائي، ويستخدم على نطاق واسع في تطبيقات الضمادات والهيدروجيلات الطبية. يساهم PEG في تحسين نقل الأدوية داخل الجرح، كما يمكن دمجه مع مواد أخرى مثل الشيتوزان أو الجسيمات النانوية الفضية لإضفاء خصائص مضادة للبكتيريا وتحسين فعالية التئام الجروح، خصوصًا في الحالات المزمنة [18].

5-2-3-البولي يوريثان (PU)(*Polyurethane*):

البولي يوريثان هو بوليمر صناعي يتميز بالمرونة العالية والقوة الميكانيكية الجيدة، إضافة إلى مقاومته للرطوبة وتوافقه الحيوي. لذلك يُستخدم بشكل واسع في تصنيع الضمادات الحديثة والضمادات الذكية. يساهم PU في الحفاظ على بيئة رطبة مناسبة للجرح، ويمكن تحميله بمواد دوائية مثل المضادات الحيوية لتعزيز دوره العلاجي. كما يمكن دمجه مع بوليمرات حيوية لتحسين التوافق مع الأنسجة وتسريع عملية الشفاء [12].

6-تصنيف الضمادات الطبية:

6-1-الضمادات التقليدية(*Traditional Dressings*) :

6-1-1-الشاش الطبي(*Gauze*) :

يعد الشاش الطبي (الشكل 2.7) من أقدم وأكثر الضمادات استعمالا في الممارسة السريرية، ويتكون غالبًا من ألياف قطنية نقية أو ممزوجة بألياف الفسكوز، تنسج بطريقة تسمح بوجود مسامات متفاوتة الحجم تبعًا لكثافة الخيوط المستخدمة. وتمكّنه هذه البنية من امتصاص كميات كبيرة من الإفرازات اعتمادًا على الخاصية الشعرية، حيث تنتقل السوائل من سطح الجرح إلى داخل الألياف وتُحتجز فيها. وقد أوضحت الدراسات أن التركيب الليفي المفتوح للشاش يمنحه قدرة عالية على الامتصاص، لكنه في المقابل لا يوفر البيئة الرطبة المثالية اللازمة للالتئام السريع للجروح [19،6]. ورغم فعاليته في

الامتصاص، فإن الشاش لا يحافظ على الرطوبة اللازمة لالتئام الجروح، إذ يؤدي امتصاصه المستمر للإفرازات إلى جفاف سطح الجرح وتكوّن بقايا متيبسة تلتصق بالنسيج الحبيبي الحديث التكوّن. وعند إزالة الضماد، قد يحدث تمزق للنسيج المتجدد مصحوب بألم ونزيف موضعي، مما يبطئ عملية إعادة الظهارة والتئام الجرح. وقد أشارت المراجعات الحديثة إلى أن الضمادات الجافة التقليدية ترتبط بزيادة الألم أثناء التغيير مقارنة بالضمادات الحديثة الرطبة [19،20]، وعلى الرغم من هذه السلبيات لا يزال الشاش يُستخدم على نطاق واسع نظرًا لانخفاض تكلفته وسهولة توفره، خاصة في الإسعافات الأولية، وفي تعبئة الجروح العميقة بصورة مؤقتة، أو كطبقة خارجية لتثبيت أنواع أخرى من الضمادات. كما يُوصى غالبًا بترطيبه بمحلول ملحي قبل إزالته لتقليل التصاقه بالأنسجة الحية وتقليل الأذى الميكانيكي للنسيج المتجدد [6].



الشكل 7.2: الشاش الطبي (*Gauze*)

6-1-2-اللفائف القطنية والأربطة(*Cotton Bandages*) :

تستخدم اللفائف القطنية والأربطة (الشكل 2.8) بصورة أساسية لتثبيت الضمادات الأولية وتوفير الدعم والضغط المناسب للمنطقة المصابة. وتصنع غالبًا من القطن أو من نسيج الكريب المرن الذي يمنحها قدرة على التمدد والتكيف مع شكل الطرف أو المنطقة المغطاة. وقد ساهمت التطورات الحديثة في تصميم هذه الأربطة في تحسين قدرتها على توزيع الضغط بصورة متجانسة وتقليل الانزلاق أثناء

الحركة [21]. ولا يكون دور هذه الأربطة علاجيًا مباشرًا للجرح نفسه، وإنما يتمثل في تثبيت الضماد ومنع حركته، إضافة إلى تقليل الوذمة عبر تطبيق ضغط منتظم يساعد على الحد من تراكم السوائل داخل الأنسجة. كما تُستخدم في علاج القرحات الوريدية المزمنة ضمن أنظمة الضغط متعددة الطبقات، حيث تساهم في تحسين العود الوريدي وتقليل الاحتقان الدموي، مما يساعد على تسريع عملية الالتئام وتحسين تروية الأنسجة وقد أثبتت الدراسات السريرية أن العلاج بالضغط باستخدام الأربطة المرنة متعددة الطبقات يُعد من أكثر الطرق فعالية في علاج القرحات الوريدية المزمنة، لما يحققه من تحسين في الدورة الدموية وتقليل الوذمة المزمنة [22].



الشكل 8.2: اللفائف القطنية

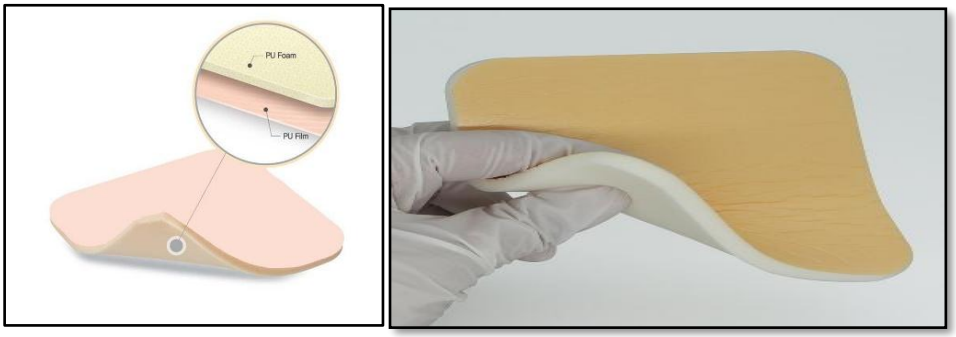
6-2- الضمادات الحديثة(*Modern Dressings*) :

6-2-1-الضمادات الرغوية(*Foam Dressings*) :

تصنع الضمادات الرغوية (الشكل2.9) عادة من مادة البولي يوريثين ذات البنية المسامية المفتوحة، وتتكون غالبا من ثلاث طبقات رئيسية: طبقة داخلية غير لاصقة، وطبقة رغوية مركزية عالية الامتصاص، وغشاء خارجي شبه نافذ يسمح بمرور بخار الماء ويمنع دخول الجراثيم والسوائل الخارجية. وقد صممت هذه البنية لتوفير توازن دقيق بين الامتصاص والاحتفاظ بالرطوبة داخل الجرح [23]. تمتاز هذه الضمادات بقدرتها العالية على امتصاص الإفرازات المتوسطة والغزيرة مع الحفاظ على بيئة رطبة

مناسبة لالتئام الجرح، كما تمنع حدوث النقع الجلدي (*Maceration*) في الجلد المحيط نتيجة التحكم الجيد بالرطوبة. وتستخدم بشكل خاص في الجروح ذات الإفرازات المرتفعة مثل قرحات الضغط والجروح الجراحية النازّة، حيث تساعد على تقليل عدد مرات تغيير الضماد وتحسين راحة المريض [20].

إضافة إلى ذلك، فإن الطبقة الداخلية غير اللاصقة تقلل من خطر التصاق الضماد بالأنسجة الحية، مما يحد من الألم أثناء إزالة الضماد ويقلل الأذى الميكانيكي للنسيج المتجدد. إلا أن هذه الضمادات لا تُعد مناسبة للجروح الجافة أو قليلة الإفراز، لأنها لا توفر ترطيبًا إضافيًا للأنسجة، وإنما تعتمد أساسًا على امتصاص السوائل الموجودة مسبقًا [23].



الشكل 9.2: ضمادة رغوية

6-2-2-ضمادات الهيدروكولويد(*Hydrocolloid Dressings*) :

تحتوي ضمادات الهيدروكولويد (الشكل 2.10) على مواد قادرة على تكوين هلام عند ملامسة إفرازات الجرح، مثل كاربوكسي ميثيل السليلوز والجيلاتين والبكتين. وعند امتصاص السوائل، تتحول هذه المواد إلى طبقة هلامية لزجة تعمل على عزل الجرح عن الوسط الخارجي والمحافظة على بيئة دافئة ورطبة تساعد على تسريع الالتئام [19،24]. كما تساهم هذه البيئة المغلقة في تعزيز عملية الانحلال الذاتي للأنسجة الميتة، حيث تنشط الإنزيمات الذاتية للجسم لإزالة الأنسجة غير الحيوية دون الحاجة إلى تدخل جراحي مباشر. وتُستخدم هذه الضمادات عادةً في الجروح ذات الإفرازات القليلة إلى المتوسطة وفي المراحل المبكرة من الالتئام، كما تساعد على تقليل الألم وعدد مرات تغيير الضماد [24]. ورغم

مزاياها العلاجية، فإن استعمالها في الجروح شديدة الإفراز قد يؤدي إلى تسرب السوائل من حواف الضماد وحدوث تهيج أو نقع للجلد المحيط، لذلك ينبغي اختيارها بعناية وفق طبيعة الجرح وكمية الإفرازات [19].



الشكل 10.2: ضمادات الهيدروكولويد

6-2-3-ضمادات الهيدروجيل(*Hydrogel Dressings*) :

تعد ضمادات الهيدروجيل (الشكل 2.11) من الضمادات المانحة للرطوبة، إذ تتكون من شبكات بوليميرية ثلاثية الأبعاد تحتوي على نسبة مرتفعة من الماء قد تصل إلى 90%، وتُصنع عادة من بوليمرات طبيعية أو صناعية قادرة على الاحتفاظ بكميات كبيرة من السوائل داخل بنيتها. وتتوفر هذه الضمادات على هيئة صفائح مرنة شفافة أو هلام غير متبلور يُطبق مباشرة على الجرح، مما يسمح بتغطية فعالة لمختلف أشكال الجروح وأعماقها [25،26]. وتستخدم هذه الضمادات خصوصا في الجروح الجافة أو المغطاة بالنخر الجاف، حيث تعمل على إعادة ترطيب الأنسجة المتموتة وتليينها تدريجيًا، مما يسهل عملية الانحلال الذاتي وإزالة الأنسجة غير الحيوية دون الحاجة إلى تدخل جراحي مؤلم. كما تهيئ بيئة مناسبة لتشكّل النسيج الحبيبي وتحفيز إعادة الظهارة، الأمر الذي يسرّع من عملية الالتئام [26].

إضافة إلى ذلك، تمنح ضمادات الهيدروجيل تأثيرًا مبردًا ومهدئًا نتيجة محتواها المائي المرتفع، ولذلك تُستخدم بصورة شائعة في الحروق السطحية والحروق الإشعاعية والجروح المؤلمة، حيث تساهم في تخفيف الألم والحد من الشعور بالحرارة والتهيج الموضعي [25]. ورغم هذه المزايا، فإن استخدامها في الجروح ذات الإفرازات الغزيرة قد يؤدي إلى زيادة الرطوبة وحدوث النقع الجلدي للأنسجة المحيطة، مما قد يؤخر الالتئام ويزيد خطر تهيج الجلد، لذلك يُوصى باستخدامها بشكل رئيسي في الجروح الجافة أو قليلة الإفراز [26].



الشكل 11.2: ضمادات الهيدروجيل

6-2-4- ضمادات الألجينات(*Alginate Dressings*) :

تستخلص ضمادات الألجينات (الشكل 2.12) من الطحالب البحرية البنية، وتتكون من ألياف غنية بأملاح الكالسيوم والصوديوم، وتمتلك قدرة عالية على امتصاص الإفرازات. وعند ملامستها لسوائل الجرح، يحدث تبادل أيوني بين أيونات الكالسيوم الموجودة في الضماد وأيونات الصوديوم الموجودة في الإفرازات، مما يؤدي إلى تحوّل الألياف إلى هلام رطب يحافظ على البيئة المناسبة لالتئام الجرح [27]. وتتميز هذه الضمادات بقدرتها الفائقة على امتصاص الإفرازات الغزيرة مقارنة بالعديد من الضمادات التقليدية، كما أن الهلام المتشكل يمنع التصاق الضماد بالأنسجة الحية، الأمر الذي يقلل الألم أثناء إزالة الضماد ويحافظ على سلامة النسيج الحبيبي الحديث التكوّن [28].

إضافة إلى ذلك، فإن تحرر أيونات الكالسيوم من الضماد يساهم في تعزيز عملية تخثر الدم، مما يمنح هذه الضمادات تأثيرًا مرقئًا مفيدًا في الجروح النازفة والجروح الجراحية. لذلك تُستخدم بصورة واسعة في الجروح العميقة والنازفة، وجروح البتر، والنواسير، والجروح ذات الإفرازات الغزيرة [27]. إلا أن استخدام ضمادات الألجينات في الجروح الجافة أو قليلة الإفراز قد يؤدي إلى التصاقها بالأنسجة الحية وحدوث ألم أثناء إزالتها، لذلك يُنصح بعدم استخدامها إلا في الجروح الرطبة أو النازّة [28].

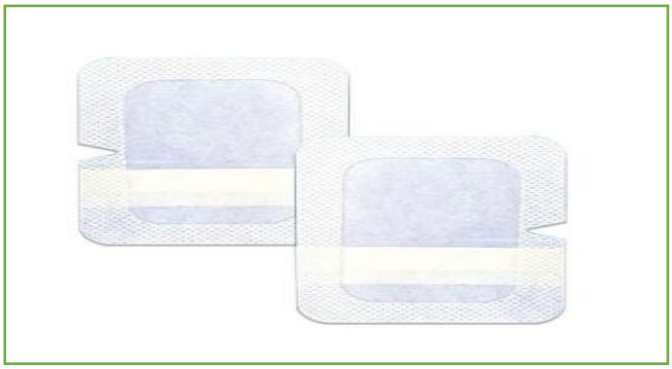


الشكل 12.2: ضمادات الألجينات

6-2-5-الأغشية الرقيقة الشفافة(*Transparent Film Dressings*) :

تتكون الأغشية الرقيقة الشفافة (الشكل 2.13) من طبقات بوليميرية رقيقة شفافة ولاصقة تسمح بمرور الأكسجين وبخار الماء، مع منع دخول الماء والبكتيريا والملوثات الخارجية إلى الجرح. وتمتاز هذه الضمادات بمرونتها العالية وقدرتها على الالتصاق الجيد بالجلد، مما يسمح بتغطية فعالة للجروح السطحية والمناطق المعرضة للاحتكاك [6]. كما تتيح شفافيتها إمكانية مراقبة الجرح بشكل مباشر دون الحاجة إلى إزالة الضماد بشكل متكرر، وهو ما يقلل من خطر التلوث الخارجي ويخفف إزعاج المريض أثناء المتابعة السريرية. وتُستخدم بصورة شائعة في حماية الجروح السطحية البسيطة، وتثبيت القساطر الوريدية، والوقاية من قرحات الضغط الناتجة عن الاحتكاك الطويل ورغم فعاليتها في الحماية والحفاظ على الرطوبة، فإن قدرتها المحدودة على امتصاص الإفرازات تجعلها غير مناسبة للجروح العميقة أو

الجروح ذات الإفرازات الغزيرة، إذ قد يؤدي تراكم السوائل تحتها إلى حدوث النقع الجلدي وتأخر الالتئام [29].



الشكل 13.2: ضمادة الأغشية الرقيقة الشفافة

6-3-الضمادات المتقدمة(*Advanced Dressings*) :

6-3-1-ضمادات الكولاجين(*Collagen Dressings*) :

تعتمد ضمادات الكولاجين (الشكل 2.14) على توفير دعامة حيوية مشابهة للمطرس خارج الخلوي (*Extracellular Matrix*)، مما يساعد على تحفيز هجرة الخلايا الليفية وتكاثرها داخل الجرح، ويعزز تكوين النسيج الحبيبي وإعادة بناء الأنسجة المتضررة. ويُستخلص الكولاجين المستخدم عادةً من مصادر حيوانية مثل الأبقار أو الأسماك بعد معالجته حيويًا لضمان توافقه الحيوي وتقليل الاستجابة المناعية [30]. كما تلعب هذه الضمادات دورًا مهمًا في الجروح المزمنة من خلال تقليل التأثير الضار لإنزيمات البروتياز المحللة للكولاجين، والتي تكون مرتفعة بصورة غير طبيعية في الجروح المزمنة. إذ تعمل ضمادات الكولاجين كركيزة بديلة لهذه الإنزيمات، مما يحافظ على الكولاجين الطبيعي الضروري لإعادة بناء الأنسجة وتحفيز الالتئام [31]. وتُستخدم هذه الضمادات خصوصًا في الجروح المزمنة والمتأخرة الالتئام مثل قرحات القدم السكرية والقرحات الوريدية وقرحات الضغط، وقد أظهرت الدراسات الحديثة أنها تساهم في تسريع الالتئام وتقليل مدة العلاج مقارنة بالضمادات التقليدية [30].



الشكل 14.2: ضمادات الكولاجين

مراجع الفصل الثاني:

[1] Mamun AA, et al. Recent advances in molecular mechanisms of wound healing and its treatments. Front Immunol. 2024; 15:1345678.

[2] Kirwin DS, et al. Wound healing: cellular review. Cutis. 2024;113(3):125–131.

[3] Majno G. The healing hand: Man, and wound in the ancient world. Harvard University Press; 1975.

[4] Thomas S. Wound Management and Dressings. Pharmaceutical Press; 1990.

[5] Lister J. On the antiseptic principle in the practice of surgery. Lancet. 1867;90(2299):353-356.

[6] Boateng JS, Matthews KH, Stevens HN, Eccleston GM. Wound healing dressings and drug delivery systems: a review. J Pharm Sci. 2008;97(8):2892–2923.

[7] Hajj J, et al. Recent advances in wound healing: cellular and molecular mechanisms. Int J Mol Sci. 2024;25(4):2134.

[8] Marques R, et al. Factors associated with impaired wound healing. Int Wound J. 2024;21(2): e14562.

[9] Seth I, et al. Advances in wound care and dressing technologies. JPRAS Open. 2024; 40:56-72.

[10] Boleti AP, et al. Molecular mechanisms and advanced materials in wound healing. Pharmaceuticals. 2025;18(1):45.

[11] Advanced wound dressing materials and their applications. Mater Sci Eng C. 2025; 142:113200.

[12] Boateng JS, Matthews KH, Stevens HN, Eccleston GM. Wound healing dressings and drug delivery systems: a review. J Pharm Sci. 2024;113(2):345-362.

[13] Lin WC, Lien CC, Yeh HJ, Yu CM, Hsu SH. Bacterial cellulose-based wound dressings. Carbohydr Polym. 2025; 297:120042.

[14] Ahmed J, Ramaswamy HS. Starch-based biodegradable materials in biomedical applications. Int J Biol Macromol. 2024; 240:124321.

[15] Lee CH, Singla A, Lee Y. Biomedical applications of collagen. Int J Pharm. 2024; 630:122321.

[16] Islam S, Bhuiyan MAR, Islam MN. Chitin and chitosan in wound healing applications. Carbohydr Polym. 2025; 308:120583.

[17] Peppas NA, Hilt JZ, Khademhosseini A. Hydrogels in biology and medicine. Adv Mater. 2024;36(5):2308121.

[18] Zhang Y, Sun T, Jiang C. PEG-based biomaterials for drug delivery and wound healing. Biomaterials. 2025; 320:122678.

[19] Dhivya S, Padma VV, Santhini E. Wound dressings – a review. Biomedicine (Taipei). 2015;5(4):22.

[20] Jones V, Grey JE, Harding KG. Wound dressings. BMJ. 2006;332(7544):777-780.

[21] Ousey K, Cutting KF, Rogers AA, Rippon MG. The importance of hydration in wound healing: reinvigorating the clinical perspective. J Wound Care. 2016;25(3):122-130.

[22] Harding K, Dowsett C, Fias L, et al. Simplifying venous leg ulcer management. Consensus recommendations. Wounds Int. 2015;1-26.

[23] Hargis A, Johnson T, Lee M. Foam dressings for wound healing: mechanisms and clinical applications. Curr Dermatol Rep. 2024;13(2):115-128.

[24] Dumville JC, Gray TA, Walter CJ, Sharp CA, Page T. Dressings for the prevention of surgical site infection. Cochrane Database Syst Rev. 2016;12:CD003091.

[25] Nifontova G, Petrova A, Smirnov V, Ivanova E. Advancing wound healing by hydrogel-based dressings loaded with cell-conditioned medium. Stem Cell Res Ther. 2024;15(1):244.

[26] Zhang W, Liu H, Zhao Y, Chen X. Hydrogel-based dressings designed to facilitate wound healing. Mater Adv. 2024 ;5(3) :950-972.

[27] Moura LI, Dias AM, Carvalho E, de Sousa HC. Recent advances on the development of wound dressings for diabetic foot ulcer treatment — a review. Acta Biomater. 2013;9(7):7093-7114.

[28] Boateng JS, Catanzano O. Advanced therapeutic dressings for effective wound healing — a review. J Pharm Sci. 2015;104(11):3653-3680.

[29] Dhall S, Balon K, Timir S, et al. A review of transparent film dressings in wound care management. Adv Wound Care (New Rochelle). 2022;11(4):193-205.

[30] Polverino G, Rossi F, Bianchi M, et al. Bioactive dressing: a new algorithm in wound healing. J Clin Med. 2024;13(9):2488.

[31] Chattopadhyay S, Raines RT. Collagen-based biomaterials for wound healing. Biopolymers. 2014;101(8):821-833.

الفصل الثالث

النباتات الطبية

1-التمهيد:

تمثل النباتات الطبية والمنتجات الحيوية الطبيعية، مثل البروبوليس، ركيزة أساسية في الطب التقليدي العالمي، وقد استخدمت منذ العصور القديمة لعلاج أمراض متنوعة [1،2]. وفي ظل التوجه نحو الاستدامة، تشير منظمة الصحة العالمية إلى أهمية إدماج هذه الموارد في الأنظمة الصحية الحديثة [3]. تطورت الصناعات الدوائية المعاصرة لتستفيد من هذه المصادر الحيوية كركيزة لاكتشاف وتطوير الأدوية المعيارية، حيث تعد النباتات والمنتجات الطبيعية منجما للمركبات الثانوية (القلويدات، الفلافونويدات، التانينات، والأحماض الفينولية) ذات الفعالية الحيوية المثبتة [4،5].

2- التطبيقات البيوطبية والابتكار في التوصيل الدوائي:

برزت المستخلصات النباتية والبروبوليس في السنوات الأخيرة كعناصر حيوية في تطوير المواد المتقدمة مثل الهيدروجيلات والضمادات الذكية، وذلك بفضل خصائصها المميزة في التئام الجروح وتجديد الأنسجة والنشاط المضاد للميكروبات والصيدلة البيولوجية.

3-التصنيف العلمي للمكونات الفعالة:

يعد تصنيف هذه الموارد وفق تركيبها الكيميائي وتأثيرها الفسيولوجي [4،5]:

3-1-التصنيف حسب المكونات الكيميائية:

- **الفلافونويدات :**تعمل كمضادات أكسدة قوية.
- **المواد المخاطية:** تؤدي دورا ميكانيكيا في تهدئة الأنسجة وحمايتها.
- **المركبات الفينولية :**تلعب دورا حاسما في النشاط المضاد للميكروبات.
- **الزيوت العطرية :**تساهم في الخصائص المهدئة والتعقيم الموضعي.

3-2-التصنيف حسب التأثير الفسيولوجي:

- **عوامل التئام الجروح :**تعزيز ترميم الأنسجة.
- **العوامل الميكروبية :**تثبيط العدوى.

- **عوامل التهدئة وحماية الأنسجة :**توفير حاجز وقائي للمناطق المتضررة.

4-النباتات المدروسة:

4-1الكاليندولا *Calendula*:

4-1-1-التعريف بالنبات:

نبات الكاليندولا (الشكل 1.3) أو القطيفة الطبية *Calendula officinalis* هو نبات عشبي حولي ينتمي إلى الفصيلة النجمية (*Asteraceae*)، وأصله من منطقة حوض البحر الأبيض المتوسط. يتميز بأزهاره ذات اللونين الذهبي والبرتقالي، ويُعد من أهم النباتات الطبية المستخدمة عالمياً خاصة في مجال طب الجلد والعناية بالجروح. وقد استخدم منذ القرن الثاني عشر الميلادي في أوروبا في الطب التقليدي، ويرتبط اسمه بالاشتقاق اللاتيني *Calendulae* من كلمة *Calendis* بمعنى "طوال الشهر"، في إشارة إلى استمرارية إزهاره. كما يتميز بإزهار غزير خلال موسم النمو وإنتاج أزهار غنية بالكاروتينويدات، وتستخدم أزهاره طازجة أو مجففة في تحضير المراهم والكريمات والزيوت والمستخلصات الطبية والتجميلية [1،6].



الشكل1.3: نبات الكاليندولا(24فيفري2026)

جدول 1.3: التصنيف العالمي لنبتة الكالينذولا [7]

المملكة	النباتات
الشعبة	مستورات البذور (*Angiosperms*)
الصف	ثنائيات الفلقة الحقيقية (*Eudicots*)
الرتبة	النجميات (*Asterales*)
الفصيلة	النجمية (*Asteraceae*) تعرف ب "الدايزي" أو "الأقحوان"
الجنس	الكالينذولا (*Calendula*)
النوع	*Calendula officinalis* L
الاسم الشائع(العربي)	الكالينذولا / الجعفري الطبي / القطيفة البرية/الاذريون الطبي
الاسم الشائع (الإنجليزي)	*Pot Marigold / Garden Marigold*

4-1-2-التركيب الكيميائي والنشاط الحيوي لنبتة الكالينذولا:

- **المكونات النشطة والمركبات الكيميائية:**

تتميز أزهار وبتلات الكالينذولا بتركيب كيميائي غني يضم العديد من المركبات الحيوية، من أبرزها الفلافونويدات، الكاروتينات [1،2]، السكريات المتعددة، الأحماض العضوية والمركبات الفينولية.

- **النشاط الحيوي والخصائص العلاجية:**

تكسب هذه المكونات النشطة نبتة الكالينذولا مجموعة من الخصائص البيولوجية المهمة، من بينها النشاط المضاد للأكسدة والميكروبات [6]، تحفيز إنتاج الكولاجين [3]، التأثير المضاد للالتهاب والتشنج [4،5].

4-2-لسان الحمل:

4-2-1- تعريف بالنبات:

يعد لسان الحمل (*Plantago major L*) من النباتات العشبية المعمرة (الشكل2.3) التابعة للفصيلة الحملية(*Plantaginaceae*) ، ويعرف منذ القدم بأهميته في الطب التقليدي، خاصة في علاج الجروح والأمراض الجلدية والالتهابات المختلفة. وقد استخدم النبات لآلاف السنين في العديد من الحضارات لما يمتلكه من خصائص علاجية وبيولوجية فعالة [8،9].



الشكل 2.2: نبات لسان الحمل (24 فيفري2026)

جدول 2.3: التصنيف العالمي لنبات لسان الحمل[10]

المملكة	النباتات
الشعبة	مستورات البذور (*Angiosperms*)
الصف	ثنائيات الفلقة (*Eudicots*)
الرتبة	الشفويات (*Lamiales*)
الفصيلة	الحملية (*Plantaginaceae*)
الجنس	لسان الحمل (*Plantago*)
النوع	*Plantago major*
الإسم الشائع باللغة العربية	لسان الحمل / ذنب الحمل
الإسم الشائع باللغة الإنجليزية	*Ribwort Plantain / Common Plantain*

4-2-2- التركيب الكيميائي والنشاط الحيوي لنبتة *Plantago major*:

- **المكونات النشطة والمركبات الكيميائية:**

تحتوي أجزاء النبتة المختلفة على مجموعات رئيسية من المواد الفعالة التي تعمل بشكل تآزري: الفلافونويدات، الجليكوسيدات الإيريدويدية، مشتقات حمض الكافيك، التربينات [8،9].

- **النشاط الحيوي والخصائص العلاجية:**

بناءً على هذا التركيب الكيميائي، تظهر النبتة كفاءة عالية في المسارات التالية:

التئام الجروح وترميم الأنسجة،مضاد للميكروبات والالتهاب [8،9].

4-3-الخبيزة:

4-3-1-تعريف النبات:

الخبيزة أو الخبازى (*Malva pusilla*) نبات عشبي معمر أو حولي (الشكل3.3) يتبع الفصيلة الخبازية(*Malvaceae*) ، ذو انتشار واسع في أوروبا وآسيا وأفريقيا. عرفت الخبيزة منذ العصور القديمة بخصائصها الملطفة والملينة، وتظهر أزهارها الجميلة باللون الوردي أو البنفسجي ذات الخطوط الداكنة في الربيع والصيف.

تتميز الخبيزة بأوراقها المفصصة الكف الشكل ذات الزغب الخفيف، وسيقانها الممتدة التي قد تتخذ وضعًا مائلا أو قائما [13]. تستخدم الأوراق والأزهار والجذور في التطبيقات الطبية التقليدية، وقد صنّفتها المراجع العلمية الحديثة كنبات متعدد الفوائد الدوائية والغذائية [13،14].



الشكل 3.3: نبات الخبيزة (24 فيفري 2026)

جدول 3.1: التصنيف العالمي لنبات الخبيزة [13]

المملكة	النباتات
الشعبة	كاسيات البذور (*Angiosperms*)
الصف	ثنائيات الفلقة (*Eudicots*)
الرتبة	الخبازيات (*Malvales*)
الفصيلة	الخبازية (*Malvaceae*)
الجنس	الخُبَّازَة (*Malva*)
النوع	*Malva pusilla*
الإسم الشائع باللغة العربية	الخبيزة / الخبّازى / المَلّوكية
الإسم الشائع باللغة الإنجليزية	*Common Mallow / Wild Mallow*

4-3-2-التركيب الكيميائي والنشاط الحيوي:

- **المكونات النشطة والمركبات الكيميائية:**

تحتوي الخبيزة على مزيج معقد من المركبات الحيوية التي تتركز في أجزائها المختلفة (الأوراق، الأزهار، الجذور، والبذور): الفلافونيدات، والجليكوسيدات، والعفص، والأنثوسيانين الموجود في الأزهار، مركبات فينولية، الفيتامينات والمعادن، الأحماض الدهنية والستيرولات [14].

- **النشاط الحيوي والخصائص العلاجية:**

تتعدد الأنشطة الحيوية للخبيزة بفضل تركيبتها الغنية، ومن أبرز خصائصها:

مضاد للالتهابات والأكسدة، علاج قروح الأمعاء والمعدة والتهابات القولون، حماية الكبد والكلى النشاط المهدئ والجمالي تساعد في تهدئة الأعصاب وعلاج الأرق [13،14].

4-4-القراص:

4-4-1-تعريف بالنبات:

تعد نبتة القراص (*Urtica dioica L*) نباتا عشبيا معمرا (الشكل4.3) ينتمي إلى الفصيلة القراصية(*Urticaceae*) ، وتتميز بانتشار جغرافي واسع يشمل مناطق أوروبا وآسيا وشمال إفريقيا وأمريكا. تنمو هذه النبتة في البيئات الرطبة والغنية بالمواد العضوية، وقد تصل في ظروف النمو المثالية إلى ارتفاع يتراوح بين 120cm و150cm [11].



الشكل 4.3: نبات القراص (24 فيفري 2026)

جدول 4.3: التصنيف العالمي لنبات القراص

المملكة	النباتات
الشعبة	كاسيات البذور (*Angiosperms*)
الصف	ثنائيات الفلقة (*Eudicots*)
الرتبة	الورديات (*Rosales*)
الفصيلة	القراصية (*Urticaceae*)
الجنس	القراص (*Urtica*)
النوع	*Urtica dioica L*
الإسم الشائع العربي	القراص / الحريق / نبات اللسع
الإسم الشائع الإنجليزي	*Stinging Nettle*

4-4-2-لتركيب الكيميائي والنشاط الحيوي لنبات:

●المكونات النشطة والمركبات الكيميائية:

تتميز بتركيبة فريدة تجعلها مخزنا حيويا للمواد التالية:

تحتوي الأوراق على تركيزات عالية من الكلوروفيل والكاروتينات، المعادن (الحديد، الكالسيوم، المغنيزيوم، البوتاسيوم، الفوسفور، النحاس، والمنغنيز)، المركبات الفينولية والفلافونويدات [11،12].

●دورها في التئام الجروح والجلد:

دور جوهري في ترميم الأنسجة الجلدية، وقف النزيف، علاج المشاكل الجلدية [12].

4-5-الخياطة:

4-5-1-التعريف بالنبات:

يعرف نبات الخياطة (*Teucrium polium L*) بأنه شجيرة أو جنبة عشبية معمرة ودائمة الخضرة(الشكل3.5)، تنتمي إلى الفصيلة الشفوية أو النعناعية (*Lamiaceae*)، وهو نبات طبي وعطري اشتهر باستخدامه الواسع في الطب الشعبي التقليدي لأكثر من 2000عام [15].



الشكل5.3: نبات الخياطة (24 فيفري 2026)

جدول5.3: التصنيف العالمي لنبات الخياطة [15].

المملكة	النباتات
الشعبة	حقيقيات الأوراق(*Tracheophyta*)
الصف	ثنائيات الفلقة(*Magnoliopsida*)
الرتبة	الشفويات(*Lamiales*)
الفصيلة	الشفوية(*Lamiaceae*)
الجنس	الخياطة(*Teucrium L*)
النوع	(*Teucrium polium L*)
الإسم الشائع في اللغة العربية	لجعدة، الجعيدة، حشيشة الريح، الشندقورة، مسك الجن، مسيكة الهلال، القدحة، وعشبة عجوقة، خياطة.
الإسم الشائع في اللغة الإنجليزية	*Germander*، *Mountain Germander*، *Felty*

4-5-2-التركيب الكيميائي والنشاط الحيوي لنبتة:

- المكونات النشطة والمركبات الكيميائية:

تحتوي نبتة الخياطة (***Teucrium polium***) على تركيبة كيميائية غنية تشمل مئات المركبات النشطة حيويا، وتتوزع هذه المكونات بشكل أساسي في الأجزاء الهوائية للنبتة (الأوراق والأزهار والأفرع): الفلافونيدات، التربينات والزيوت الطيارة، المركبات الفينولية [15،16].

4-6-البروبوليس:

4-6-1-تعريف:

يعد البروبوليس (الشكل3.6) مادة طبيعية راتنجية لزجة ينتجها نحل العسل من خلال جمع الإفرازات الراتنجية من براعم الأشجار ولحاء النباتات، ثم خلطها بإنزيمات اللعاب وشمع العسل، تقوم النحلات باستخدام البروبوليس في تغطية جدران الخلية وحمايتها من الكائنات الدقيقة مثل البكتيريا والفطريات، مما يجعله مادة دفاعية طبيعية ذات خصائص بيولوجية قوية [17].

يعرف البروبوليس تاريخيا باسم "الغراء الطبيعي للنحل"، وقد استُخدم منذ الحضارات القديمة في الطب التقليدي لعلاج الجروح والتهابات الجلد.

لا يصنف البروبوليس كنبات، بل كمادة طبيعية حيوية ذات أصل نباتي حيواني [18].



الشكل6.3: البروبوليس (24 فيفري 2026)

جدول3. 2: التصنيف العالمي للبروبوليس

المصدر	منتجات النحل(*Bee products*)
النوع	مادة راتنجية طبيعية (*Resinous substance*)
الأصل	خليط نباتي معدل بواسطة النحل
التصنيف الوظيفي	مادة علاجية طبيعية (*Natural therapeutic agent*)

4-6-2-الخصائص الكيميائية:

يتكون البروبوليس من خليط معقد يختلف حسب المنطقة الجغرافية والنباتات التي يجمع منها النحل، لكنه يحتوي غالبا على: الفلافونويدات، الأحماض الفينولية، الزيوت العطرية والراتنجات، الشموع والسكريات [17].

4-6-3-دور البروبوليس في التئام الجروح:

يعتبر البروبوليس من أقوى المواد الطبيعية في تسريع التئام الجروح، ويعمل عبر عدة آليات بيولوجية: التأثير المضاد للميكروبات، تقليل الالتهاب، تحفيز تكاثر الخلايا، تسريع إعادة التظهير، مضاد أكسدة قوي [18].

مراجع الفصل الثالث:

[1]Shahane K, et al. An updated review on the multifaceted therapeutic potential of Calendula officinalis L. Pharmaceuticals. 2023;16(4):611.

[2]Deligiannidou GE, et al. Phytotherapeutic advances of marigold (Calendula officinalis L.). J Herbal Med. 2025.

[3]Preethi KC, Kuttan R. Wound healing activity of Calendula officinalis. J Basic Clin Physiol Pharmacol. 2009;20(1):73–79.

[4]Parente LM, et al. Wound healing and anti-inflammatory effect of Calendula officinalis extract. J Ethnopharmacol. 2012;141(2):576–582.

[5]Della Loggia R, et al. Anti-inflammatory activity of triterpenoids from Calendula officinalis. Planta Med. 1994;60(6):516–520.

[6]Efstratiou E, et al. Antimicrobial activity of Calendula officinalis extracts. Phytother Res. 2012;26(2):207–215.

[7]Plants of the World Online. Calendula officinalis L. Royal Botanic Gardens, Kew. [cited 2026 May 31]. Available from:

[8]Samuelsen AB. The traditional uses, chemical constituents and biological activities of Plantago major L. J Ethnopharmacol. 2000;71(1-2):1–21.

[9]Adkar PP, Bhaskar VH. Plantago major L.: A review of its pharmacological and phytochemical profile. J Pharm Pharmacol. 2014;66(12):1666–1678.

[10]Wahdan AM. Taxonomic study on some species of family Plantaginaceae in Egypt. Egypt J Bot. 2018;58(2):285–300.

[11]Bilia AR, et al. Malva sylvestris L.: A review of its traditional uses, phytochemistry and biological activities. J Ethnopharmacol. 2018; 210:65-82.

[12]Barros L, et al. Chemical analysis and antioxidant properties of Malva sylvestris L. from Portugal. Ind Crops Prod. 2010;31(2):331-336.

[13]Guil-Guerrero JL, Rebolloso-Fuentes MM, Isasa ME. Fatty acids and carotenoids from leaves of Urtica dioica L. and Chenopodium album L. Plant Foods Hum Nutr. 2003;58(1-2):1-11.

[14] Francišković M, et al. Chemical composition and immuno-modulatory effects of Urtica dioica L. extracts. Phytother Res. 2017;31(9):1368-1376.

[15]Brahmi F, et al. Chemical composition and biological activities of Teucrium polium L. Ind Crops Prod. 2011;34(3):1460–1466.

[16]Tudose A, et al. Phytochemical profile and therapeutic potential of Teucrium polium L. Plants. 2021;10(12):2618.

[17]Bankova V, et al. Chemical composition and biological activity of propolis: A review. J Ethnopharmacol. 2019; 228:137–152.

[18]Martinotti S, Ranzato E. Propolis: A new frontier for wound healing? Burns Trauma. 2015; 3:9.

الفصل الرابع

الجزء العملي

1-تمهيد:

تم انجاز الاعمال التجريبية لهذه الدراسة في مخبر الكيمياء التطبيقية والبيئة بكلية العلوم الدقيقة في جامعة الشهيد حمه لخضر الوادي، في حين تم إجراء الاختبارات المضادة للبكتيريا بمخبر المجد- الوادي.

2-المواد والمعدات المستعملة:

جدول 1.4: الأجهزة والأدوات المخبرية والمواد الكيميائية المستخدمة في الدراسة

المواد الكيميائية	الأدوات المخبرية	الأجهزة المستعملة
الماء المقطر (*Distilled Water*)	بيشر (*Beaker*)	ميزان إلكتروني حساس (*Ohaus*)
الإيثانول(*Ethanol*)	مخبار مدرج (*GraduatedCylinder*)	فرن كهربائي(*Elos*)
بولي فينيل الكحول (PVA)	سحاحة(*Burette*)	أداة الميكرومتر (*Micrometer*)
هيدروكسي بروبيل ميثيل سليلوز (HPMC)	ماصة(*Pipette*)	جهاز مطيافية الأشعة تحت الحمراء (FTIR)
كربوكسي ميثيل سليلوز (CMC)	قمع(*Funnel*)	جهاز مطيافية الأشعة فوق البنفسجية (UV–Vis *Spectrophotometer*)
توين 20(*Tween* 20)	أطباق بتري (*Petri Dishes*)	جهاز التبخير الدوار (*Rotavapor, Heidolph*)
توين 80(*Tween* 80)	قضيب زجاجي (*Glass Rod*)	جهاز الرج والتسخين (*Magnetic Stirrer with Hot Plate*)
الجليسيرين (*Glycerol*)	أنابيب اختبار (*Test Tubes*)	جهاز الترشيح (*Filtration Apparatus*)
	ورق ترشيح (*Filter Paper*)	

3-الأجهزة المستخدمة:

3-1-مطيافية الأشعة فوق البنفسجية-المرئية(UV-Visible) :

تعتبر مطيافية الأشعة فوق البنفسجية-المرئية من التقنيات التحليلية المهمة في الكيمياء التحليلية، حيث تستخدم للكشف عن المركبات الكيميائية وتحديد تراكيزها اعتمادا على قياس امتصاص العينة للأشعة الكهرومغناطيسية ضمن المجالين فوق البنفسجي والمرئي وفق قانون بير-لامبرت [1،2].

$$\mathbf{A = \varepsilon bc}$$

حيث:

A (***Absorbance***) : الامتصاصية أو الكثافة الضوئية.

Ɛ (***Molar Absorptivity***) : معامل الامتصاص المولي.

b : سمك المحلول او المسافة التي يمر خلالها الضوء.

c: تركيز المادة في المحلول.

ويعتمد مبدأ الجهاز على امتصاص الجزيئات للطاقة الضوئية عند أطوال موجية محددة، مما يؤدي إلى انتقال الإلكترونات من مستوى طاقة منخفض إلى مستوى أعلى. ويتراوح المجال المرئي بين 400nm و800 nm، بينما يمتد نطاق الأشعة فوق البنفسجية القريبة بين 200nm و400 nm[3].



الشكل 1.4: جهاز الأشعة البنفسجية

3-2-جهاز الأشعة تحت الحمراء(IR *Spectroscopy*) :

تستخدم مطيافية الأشعة تحت الحمراء في التعرف على البنية الجزيئية للمركبات الكيميائية من خلال دراسة اهتزازات الروابط داخل الجزيء عند تعرضه للأشعة تحت الحمراء[4] . ويعتمد مبدأ التقنية

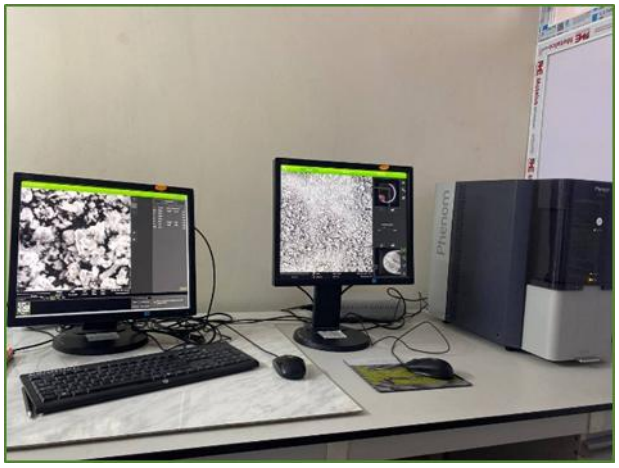
على امتصاص الجزيئات للإشعاع عند ترددات توافق الترددات الطبيعية لاهتزاز الروابط الكيميائية، مما يؤدي إلى ظهور قمم امتصاص مميزة تسمح بتحديد المجموعات الوظيفية المختلفة. وتجرى أغلب التطبيقات ضمن المجال الممتد من $4000cm^{-1}$ إلى $670cm^{-1}$ [5].



الشكل 2.4: جهاز الأشعة تحت الحمراء

3-3-المجهر الإلكتروني الماسح(MEB/SEM) :

يعد المجهر الإلكتروني الماسح تقنية متقدمة تستخدم للحصول على صور عالية الدقة لأسطح المواد ودراسة خصائصها المورفولوجية والتركيبية [6]. ويعتمد مبدأ عمله على تسليط حزمة مركزة من الإلكترونات على سطح العينة، مما يؤدي إلى توليد إشارات مختلفة مثل الإلكترونات الثانوية وأشعة X السينية، والتي تستغل في تكوين الصور وتحليل التركيب الكيميائي للعينة [7].



الشكل 3.4: جهاز المجهر الإلكتروني الماسح

4-النباتات الطبية المعتمدة في الدراسة:

جدول 2.4: النباتات الطبية المعتمدة في الدراسة

النباتات	الإسم العلمي	المصدر	صورة
الكاليندولا	*Calendula officinalis*	سوق الاعشاش ولاية الوادي(الجزائر)	
لسان الحمل	*Plantago major*	ولاية جيجل(الجزائر)	
الخبيزة	*Malva pusilla*	ولاية جيجل(الجزائر)	
القراص	*Urtica dioica L*	ولاية معسكر(الجزائر)	

الخياطة	*Teucrium polium*	ولاية جيجل(الجزائر)	

5-منهجية العمل:

5-1-استخلاص المركبات الفعالة:

5-1-1-الاستخلاص بالمذيبات العضوية:

تعد تقنية الاستخلاص باستخدام المذيبات العضوية، لاسيما الإيثانول، من أكثر الطرق شيوعا وفعالية في استخلاص المركبات النشطة من النباتات الطبية [8].

5-1-2-استخلاص المواد الفعالة من البروبوليس:

-المرحلة الأولى تحضير العينة:

تم وزن 20g من البروبوليس الخام، ثم أضيف إلى200ml من مزيج (الإيثانول/الماء المقطر) بنسبة (30%/70%) حيث خضع المزيج لتحريك مستمر لمدة 20 دقيقة عند درجة حرارة°C 30.

-المرحلة الثانية المعالجة بالأمواج فوق الصوتية:

تم تعريض المزيج للأمواج فوق الصوتية لمدة 20 دقيقة عند درجة حرارة°C 30.

-المرحلة الثالثة زمن التماس (النقع):

ترك الخليط لمدة 24 ساعة في درجة حرارة الغرفة، مما يسمح باستمرار عملية الاستخلاص وضمان انتقال أكبر قدر ممكن من المركبات الفعالة إلى المذيب.

- المرحلة الرابعة الترشيح:

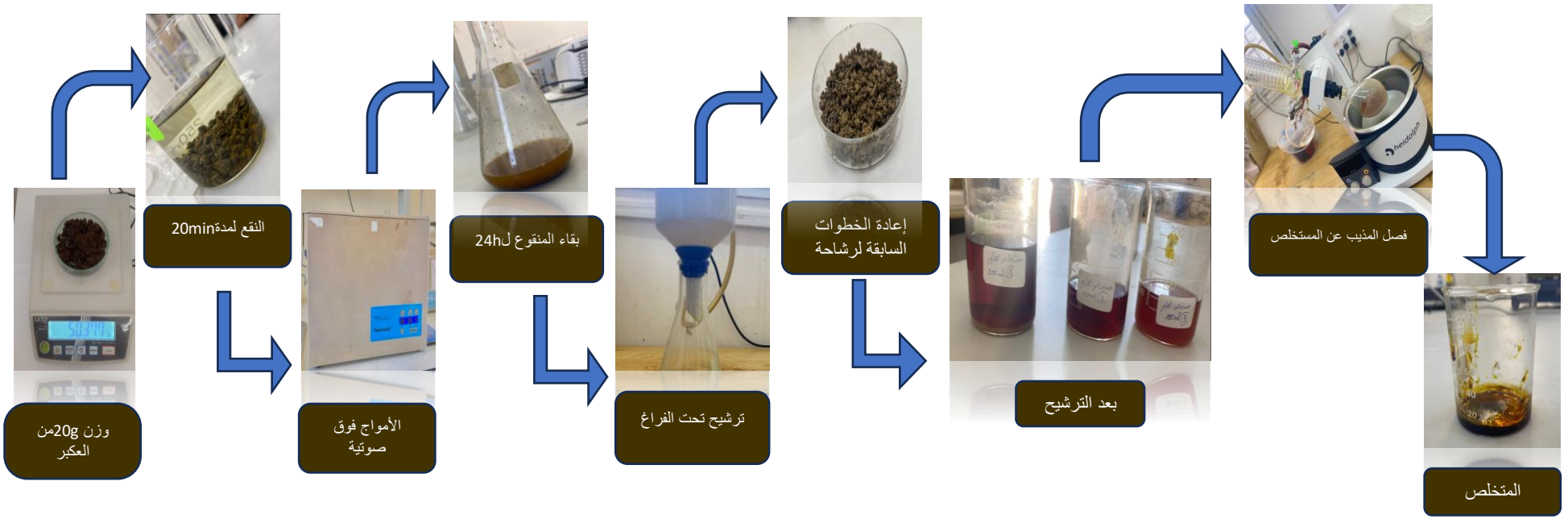
أجري ترشيح أولي باستخدام قماش لإزالة الشوائب والجزيئات الكبيرة، تلاه ترشيح تحت التفريغ للحصول على مستخلص صاف وخال من العوالق.

- **إعادة الاستخلاص:**

بهدف نزع أكبر كمية ممكنة من المواد الفعالة من البروبوليس، أعيدت المراحل الأولى والثانية والثالثة والرابعة على الراسب المتبقي بعد الحصول على الرشاحة الأولى، في هذه الإعادة استخدم حجم أقل من المذيب يقدّر بـ 100 ml من نفس مزيج (الإيثانول،الماء المقطر) بنسبة (70%، 30%)، مع الحفاظ على نفس شروط (التحريك، والمعالجة بالأمواج فوق الصوتية، وزمن التماس ودرجة الحرارة). تم تكرار هذه العملية للمرة الثانية والثالثة لضمان الاستخلاص التام للمركبات الفعالة.

- **المرحلة الخامسة تركيز المستخلص:**

تم تركيز المستخلص باستخدام المبخر الدوّار (*Rotavapor*) تحت ضغط منخفض، بهدف إزالة المذيب والحصول على مستخلص مركز مع الحفاظ على استقرار المركبات الحساسة للحرارة.



الشكل 4.4: استخلاص المواد الفعالة من البروبوليس

5-1-3-إستخلاص المستخلصات النباتية:

- **المرحلة الأولى تحضير العينة:**

تم تجفيف المواد النباتية المتمثلة في الكاليندولا، القراص، لسان الحمل، الخبيزة، والخياطة، ثم طحنت للحصول على مسحوق نباتي متجانس. بعد ذلك، وُزن 20g من مسحوق كل نبتة على حدة، ثم أضيفت الكمية إلى 200ml من الإيثانول، باستثناء نبات الخياطة الذي استُخدم معه 200ml من الماء المقطر كمذيب للاستخلاص، أخضع كل مزيج إلى تحريك مستمر لمدة 20 دقيقة عند درجة حرارة 30 C°.

- **المرحلة الثانية المعالجة بالأمواج فوق الصوتي:**

تم تعريض المزيج للأمواج فوق الصوتية لمدة 20 دقيقة عند درجة حرارة 37C°.

- **المرحلة الثالثة زمن التماس (النقع):**

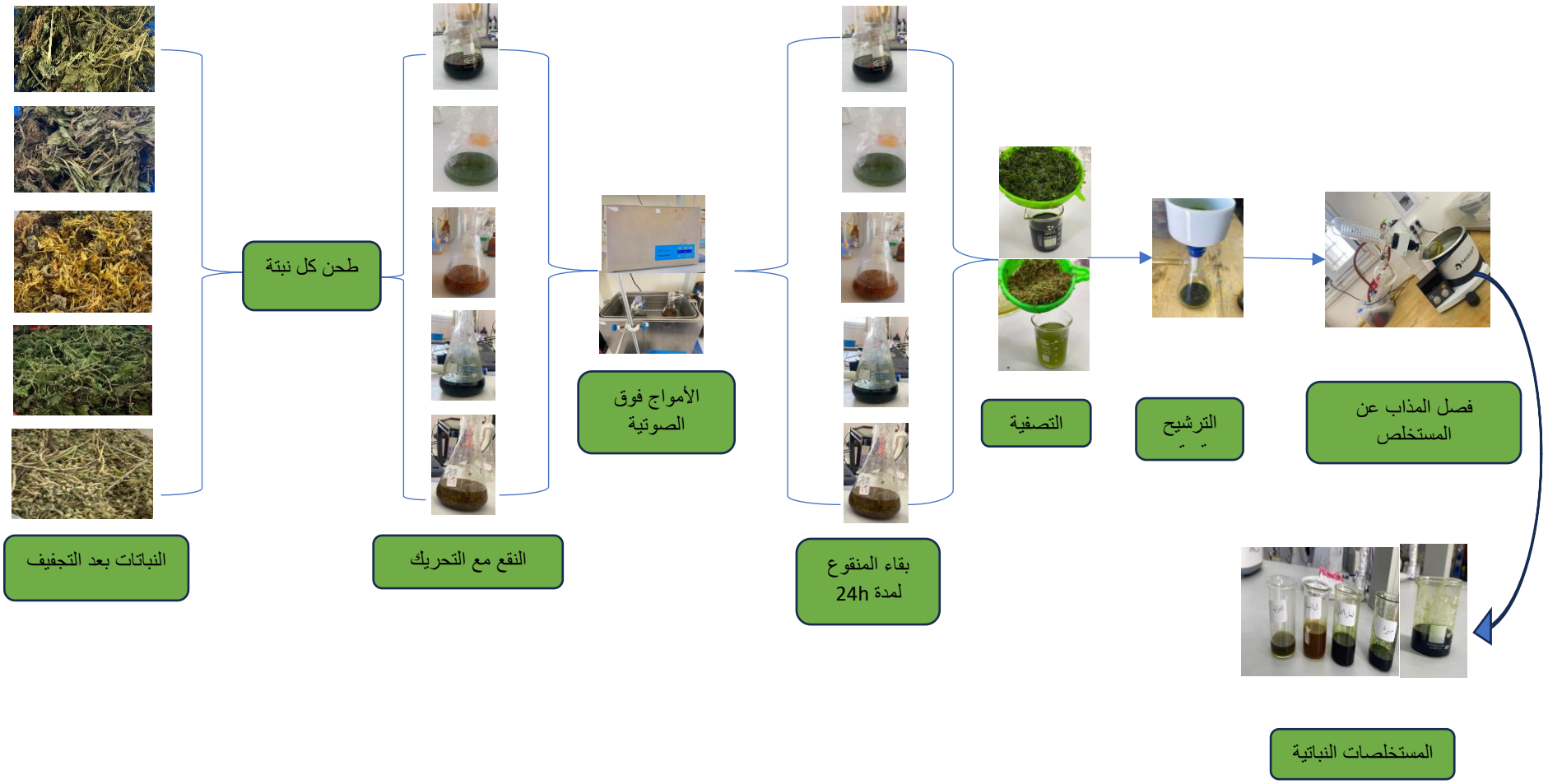
ترك الخليط لمدة 24 ساعة بدرجة حرارة الغرفة، مما يسمح باستمرار عملية الاستخلاص وضمان انتقال أكبر قدر ممكن من المركبات الفعالة إلى المذيب.

- **المرحلة الرابعة الترشيح:**

أجري ترشيح أولي باستخدام قماش لإزالة الشوائب والجزيئات الكبيرة، تلاه ترشيح تحت التفريغ للحصول على مستخلص صافٍ وخالٍ من العوالق.

- **المرحلة الخامسة تركيز المستخلص:**

تم تركيز المستخلص باستخدام المبخر الدوار (*Rotavapor*) تحت ضغط منخفض، بهدف إزالة المذيب والحصول على مستخلص نباتي مركز مع الحفاظ على استقرار المركبات الحساسة للحرارة.



الشكل 5.4: استخلاص المستخلصات النباتية

6-التوصيف:

6-1-مردود الاستخلاص:

يتم حساب مردود الاستخلاص بالعلاقة التالية:

$$\mathbf{R\%} = \frac{\mathbf{m}}{\mathbf{m_0}} \times \mathbf{100}$$

حيث أن:

m: كتلة المستخلص g .

m_0: الكتلة الجافة g .

R: مردود الاستخلاص.

6-2-التشخيص الأولي للمستخلصات باستعمال الأشعة تحت الحمراء (FTIR) :

تم إجراء تشخيص أولي للمستخلصات النباتية باستعمال جهاز الأشعة تحت الحمراء بتحويل فورييه(FTIR) ، بهدف التعرف على أهم المجموعات الوظيفية الكيميائية الموجودة في المستخلصات، سجلت الأطياف في المجال بين $4000cm^{-1}$ و$400cm^{-1}$.

6-3-التقدير الكمي للمركبات الفينولية والفلافونيدية ودراسة الفعالية التثبيطية لإنزيم ألفا-أميليز للمستخلصات بواسطة جهاز مطيافية الاشعة فوق البنفسجية - المرئية UV:

6-3-1-تقدير المحتوى الكلي للمركبات الفينولية:

تم تقدير المحتوى الكلي للمركبات الفينولية اعتماداً على طريقة*Singleton* و*Rossi* [9] مع بعض التعديلات، وذلك باستخدام كاشف ***Folin–Ciocalteu*** تعتمد هذه الطريقة على اختزال مكونات الكاشف بواسطة المركبات الفينولية، مما يؤدي إلى اختزال أكاسيد التنغستن (WO_3) والموليبدينوم (MoO_3)وتكوين معقد أزرق اللون يمكن قياس شدته طيفيا.

تم تقدير المركبات الفينولية باستعمال جهاز مطيافية الأشعة فوق البنفسجية والمرئية

(UV-Vis)، باستخدام حمض الغاليك كمرجع قياسي، عند الطول الموجي λ=765 nm.

- **تحضير المنحنى العياري:**

تم تحضير سلسلة من المحاليل القياسية لحمض الغاليك بتراكيز 0.5mg/ml و1mg/ml وفي أنابيب اختبار، ثم أخذ 0.01ml من كل محلول وأضيف إليه 0.5ml من كاشف *Folin–Ciocalteu* المخفف عشر مرات، تركت الأنابيب في الظلام لمدة 5 دقائق ثم أضيف 0.4ml من محلول كربونات الصوديوم بتركيز 7.5% ورجت الأنابيب جيدا للحصول على تجانس كامل للمزيج، بعد ذلك تركت لمدة 30 دقيقة في الظلام.

تم قياس الامتصاصية الضوئية لكل تركيز باستعمال جهاز المطيافية الضوئية عند الطول الموجي 765nm، بعد ان يعدل الجهاز بمحلول شاهد.

- **تحضير العينات:**

تم تحضير المحلول الام من كل مستخلص ذو تركيز 2mg/ml نقوم بتمديده بالماء لنتحصل على التركيزين هما 0.5 mg/ml و 1mg/mlثم عوملت بنفس الطريقة المتبعة مع المحاليل القياسية، بعد ذلك تم حساب كمية المركبات الفينولية الكلية بالاعتماد على المنحنى العياري لحمض الغاليك، وعبرت النتائج بوحدة(mg/g) أي ميليغرام مكافئ حمض الغاليك لكل غرام من المستخلص ونجد العلاقة الخطية التالية:

$$\mathbf{A = aC + b}$$

6-3-2-التقدير الكمي للفلافونويدات الكلية:

يعتمد تقدير المحتوى الكلي للفلافونويدات على قدرة هذه المركبات على تكوين معقد أصفر اللون مع ثلاثي كلور الألمنيوم($AlCl_3$) ، نتيجة ارتباط أيونات الألمنيوم مع مجموعات الهيدروكسيل (OH) الموجودة في البنية الكيميائية للفلافونويدات وتقاس شدة اللون المتكون باستعمال جهاز مطيافية الأشعة فوق البنفسجية والمرئية(UV-Visible) مما يسمح بتحديد كمية الفلافونويدات في المستخلصات [10].

تم تقدير الفلافونويدات الكلية باستخدام الكيرسيتين (*Quercetin*) كمركب قياسي، عند الطول الموجي λ=420 nm.

- **تحضير المنحنى العياري:**

تم تحضير سلسلة من المحاليل القياسية للكيرسيتين بنفس التراكيز السابقة:

ثم أخذ 0.5 ml من كل محلول وأضيف إليه 0.5 ml من محلول ثلاثي كلور الألمنيوم بتركيز 2% المحضر في الإيثانول. تركت المحاليل في الظلام لمدة 30 دقيقة من أجل تكوين المعقد اللوني بعد ذلك تم قياس الامتصاصية الضوئية باستعمال جهاز المطيافية الضوئية عند الطول الموجي 420nm، بعد معايرة الجهاز باستعمال الإيثانول كمحلول شاهد.

- **تحضير العينات:**

تم تحضير محلول أم من المستخلصات بتركيز 2 mg/ml، ثم أجريت عملية التمديد للحصول على تراكيز 1mg/ml و 0.5mg/ml من كل مستخلص.

أخذ حجم 0.5ml من كل مستخلص ثم أضيف إليه 0.5ml من محلول ثلاثي كلوريد الألومنيوم مع رج الأنابيب جيدا بعد كل إضافة بعد ذلك تركت الأنابيب في الظلام لمدة 30دقيقة. تم قياس الامتصاصية باستعمال جهاز *UV-Vis Spectrophotometer* عند طول موجي أعظمي قدره λ_{max} = 420 nm.

6-3-3-دراسة الفعالية التثبيطية لإنزيم ألفا-أميلاز (*Alpha-Amylase Inhibition Assay*):

تم تقييم الفعالية التثبيطية للمستخلصات تجاه إنزيم ألفا-أميلاز (α-Amylase) اعتمادا على الطريقة الموصوفة من طرف (*Righi*) وآخرون مع إجراء بعض التعديلات الطفيفة، وذلك بهدف تحديد قدرة هذه المستخلصات على تثبيط النشاط الإنزيمي المرتبط بهضم النشاء [11].

-تحضير المزيج التفاعلي(*Preparation of Reaction Mixture*) :

في سلسلة من أنابيب الاختبار، تم وضع 100 µL من المحلول المنظم فوسفات الملح (*saline phosphate buffer*) ثم أضيف لكل أنبوب 100 µL من المستخلص المخفف (بتركيزات متدرجة تتراوح من 0.5 إلى 16 mg/ml)، وأضيف لاحقا 100 µL من إنزيم ألفا-أميلاز (α-amylase)إلى الوسط.

-الحضانة الأولية (*Pre-incubation*):

تمت حضانة الأنابيب عند درجة حرارة 37C° لمدة 10 دقائق لضمان التفاعل المبدئي بين المثبطات المفترضة والإنزيم.

-إضافة الركيزة والحضانة الرئيسية (*Starch Addition and Incubation*):

أضيف 100 µL من محلول النشاء *(starch solution)*إلى كل أنبوب لبدء التفاعل الإنزيمي، بعدها تمت حضانة المزيج التفاعلي مرة أخرى عند درجة حرارة 37C° لمدة 30 دقيقة.

-إيقاف التفاعل وإظهار اللون (*Reaction Termination and Color Development*):

لإيقاف النشاط الإنزيمي وتطوير اللون المقاس، تمت إضافة المكونات التالية لكل أنبوب:

- 50 µL من حمض الهيدروكلوريك HCl تركيز 1mol.
- 100 µL من محلول لوغول(*Lugol's solution*) .

- 1mlمن الماء المقطر.

-القياس الطيفي والحسابات(*Absorbance Measurement and Calculation*) :

تم قياس شدة الامتصاص الضوئي (*Absorbance intensity*) عند طول موجي قدره 580 nm باستخدام جهاز المطياف الضوئي (*UV-Vis spectrophotometer*) حسبت النسبة المئوية لتثبيت الإنزيم (*Inhibition Ratio* - I%) باستخدام المعادلة الرياضية التالية:

$$I\% = \left(\frac{\text{Abs Extract} - \text{Abs Control}}{\text{Abs Extract}}\right) \times 100$$

حيث أن:

I (%) : تمثل النسبة المئوية لتثبيط المستخلص للإنزيم.

Abs Extract : شدة امتصاص العينة التي تحتوي على المستخلص.

Abs Control : شدة امتصاص العينة الشاهدة (بدون مستخلص) ، والتي بلغت قيمتها في هذه الدراسة **0.119**.

6-4-أنواع البكتيريا المختبرة:

تم تقييم التركيز المثبط الأدنى (MIC) والتركيز القاتل الأدنى (MBC) لكل من البروبوليس، والكاليندولا، ولسان الحمل، والقراص، الخبيزة، ونبات الخياطة باستخدام تقنية التخفيف المجهري في المرق (*Broth microdilution method*). وقد أجري هذا الاختبار باستعمال صفائح ميكروية معقمة ذات قاع مسطح مكونة من 96 بئرا (*Nunc, USA*)، بحجم نهائي قدره 150 µLفي كل بئر، [12].



الشكل 6.4: الادوات المستعملة في الاختبارات البكتيرية

شملت الكائنات الحية الدقيقة المختبرة السلالات البكتيرية *Pseudomonas aeruginosa* و*Staphylococcus aureus*. وقد نميت هذه السلالات في مرق مولر هينتون (*Mueller Hinton Broth, MHB*) بالنسبة للبكتيريا.

في اختبار النشاط المضاد للبكتيريا، تم تحضير اللقاح البكتيري من خلال ضبط كثافة المزرعة البكتيرية إلى حوالي 5×10^5 وحدة مكوِّنة للمستعمرات (CFU/mL)، بما يعادل معيار 0.5 *McFarland* ثم أجري تخفيف بنسبة 1:100 باستعمال مرق مولر هينتون (MHB). بعد ذلك، أضيف 75 µL من المعلق البكتيري المخفف إلى كل بئر، إلى جانب 75 µL من معلق المستخلص الموافق.

تم تضمين ثلاثة أنواع من آبار الشاهد في الاختبار شاهد نمو يحتوي فقط على اللقاح الميكروبي دون المستخلصات النباتية، وشاهد تعقيم يتكون من المرق فقط للتحقق من غياب التلوث، بالإضافة إلى شاهد ميكروبي يحتوي على اللقاح البكتيري دون أي معالجة بالمستخلصات النباتية.

بعد فترة التحضين، تم تقييم حيوية الكائنات الدقيقة بإضافة 10 µL من محلول الريزازورين إلى كل بئر، ثم حضنت الصفائح عند درجة حرارة 37C° لمدة 3 ساعات لمراقبة التغيرات اللونية، والتي استُخدمت كمؤشرات على نمو الكائنات الدقيقة أو تثبيطه.

وقد عرف التركيز المثبط الأدنى (MIC) بأنه أدنى تركيز من المستخلصات المصنعة القادر على منع النمو الميكروبي المرئي بشكل كامل، والموافق لآخر بئر احتفظ باللون البنفسجي قبل تحوله إلى اللون الوردي.

ولتحديد التركيز القاتل الأدنى (MBC)، تم سحب 3 µL من الآبار التي لم تظهر نموا مرئيا ثم زرعت على وسط آغار مولر هينتون بالنسبة للسلالات البكتيرية بعد ذلك، حضنت الأطباق عند 37C° لمدة تتراوح بين 18 و24 ساعة بالنسبة للبكتيريا.

وتم تحديد قيمة MBC على أنها أدنى تركيز من المستخلصات أدى إلى خفض حيوية الكائنات الدقيقة بنسبة ≤ 99.9%.

عبر عن قيم MIC وMBC على شكل المتوسط الحسابي ± الانحراف المعياري لثلاث او أربع مكررات مستقلة، كما تم تصنيف النشاط المضاد للبكتيريا اعتمادا على نسبة MBC/MIC، حيث اعتبرت النسبة ≤ 4 دلالة على تأثير قاتل للبكتيريا (*Bactericidal effect*)، في حين أشارت النسبة > 4 إلى تأثير مثبط للنمو البكتيري (*Bacteriostatic effect*).

6-5-تحضير الهلام(Gel) :

6-5-1-اختيار المادة الهلامية المناسبة:

تم اختيار المادة الهلامية المستعملة في تحضير الضمادة اعتمادا على خصائصها الفيزيائية والكيميائية المناسبة لتطبيقات التئام الجروح.

جدول3.4: المواد المستخدمة في تحضير الهلام وخصائصها الكيميائية ووظائفها التقنية

المادة	الاسم الكيميائي	الطبيعة الكيميائية والفيزيائية	الدور في التركيبة
CMC	*Carboxymethyl Cellulose Sodium*	بوليمر أنيوني مشتق من السليلوز، قابل للانتفاخ والذوبان في الماء.	**عامل مُكوِّن للهلام، يزيد اللزوجة، ويساعد على امتصاص الإفرازات والمحافظة على رطوبة الجرح [10،11].**
HPMC	*Hydroxypropyl Methylcellulose*	مشتق شبه اصطناعي من السليلوز، قابل للذوبان في الماء ويتميز بخصائص تكوين الأغشية.	**عامل مُكثِّف ومُعدِّل للزوجة، يعزز احتباس الماء ويحسن ثبات وانتشار الهلام على الجلد [10،12].**
PVA	*Polyvinyl Alcohol*	بوليمر اصطناعي محب للماء وقابل للذوبان في الماء.	**يحسن القوة الميكانيكية والمرونة والشفافية، ويساهم في تكوين شبكة الهلام [13].**
Tween 80	*Polysorbate 80*	مادة خافضة للتوتر السطحي غير أيونية.	**عامل استحلاب يساهم في تجانس المكونات وتحسين انتشار المواد الفعالة داخل التركيبة [14].**
Tween 20	Polysorbate 20	مادة خافضة للتوتر السطحي غير أيونية مشتقة من السوربيتول.	**عامل استحلاب وتبليل يستخدم لتحسين ثبات التركيبات المائية [15].**
Glycerin	1,2,3-*Propanetriol*	كحول ثلاثي الهيدروكسيل، سائل عديم اللون عالي الاسترطاب.	**مرطب (Humectant) يحافظ على رطوبة الهلام ويحسن قابليته للانتشار [16].**

Sodium Benzoae	*Sodium Benzoate*	ملح الصوديوم لحمض البنزويك.	**مادة حافظة تمنع نمو البكتيريا والفطريات وتزيد من ثبات المنتج [17].**
Ethanol 96%	*Ethyl Alcohol*	كحول أليفاتي قصير السلسلة سريع التطاير.	**مذيب للمركبات العضوية ضعيفة الذوبان في الماء، ويساهم في خفض الحمل الميكروبي [19].**

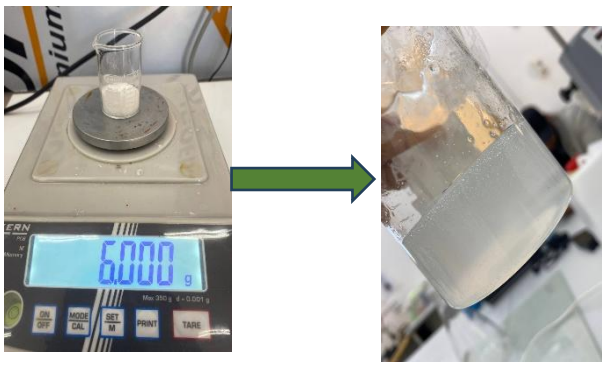
طريقة تحضير الهلام:

6-5-2-طريقة الاولى:

تم تحضير الهلام عبر أربع مراحل رئيسية كما يلي:

- **المرحلة الأولى تحضير محلول PVA:**

وزنت الكمية المطلوبة (الجدول 3.4) من بولي فينيل الكحول (PVA) وأضيفت تدريجيا إلى حجم من الماء المقطر تحت التسخن عند درجة حرارة تراوحت بين C° (80–90) مع التحريك المستمر لمدة 45 دقيقة حتى الذوبان الكامل، وبعدها ترك المحلول ليبرد تدريجيا إلى درجة حرارة الغرفة [21].



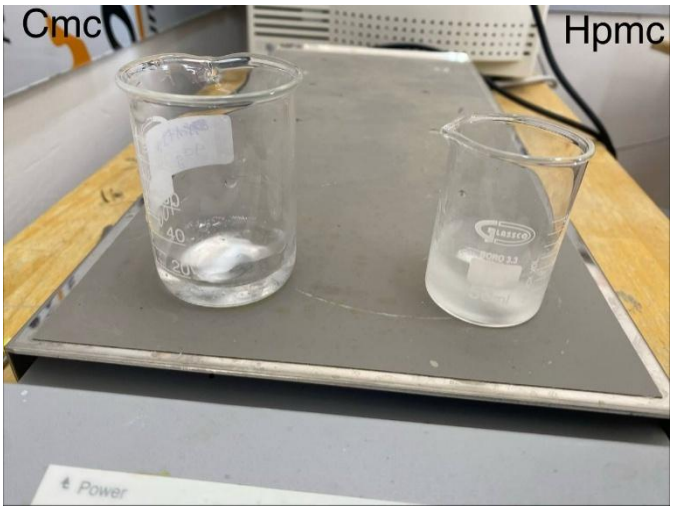
الشكل 7.4: خطوات تحضير PVA

- **المرحلة الثانية تحضير محلول HPMC:**

أذيب هيدروكسي بروبيل ميثيل سيلولوز (HPMC) في حجم من الماء المقطر تدريجيا، مع التحريك لمدة 15 دقيقة [21].

- **المرحلة الثالثة تحضير محلول CMC:**

اذابة كربوكسي ميثيل سيلولوز (CMC) في حجم معين من الماء المقطر البارد مع التحريك لمدة 2–3 دقائق لتتكون عجينة ناعمة ثم أضف تدريجيًا حجم من الماء ساخن (70°C) مع التحريك المستمر حتى يذوب CMC بالكامل [21].



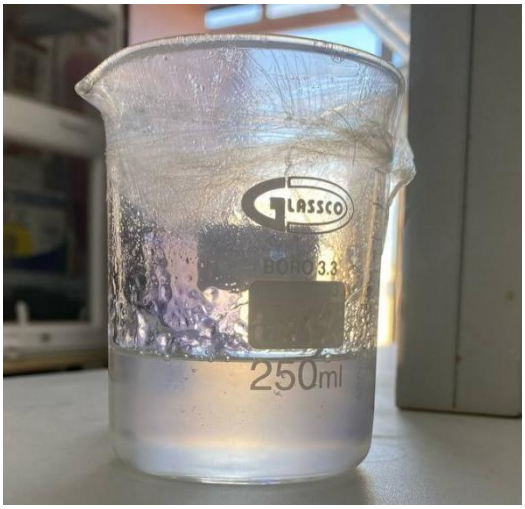
الشكل 8.4: خليط كل من CMC و HPMC

- **المرحلة الرابعة دمج الأطوار:**

أذيبت بنزوات الصوديوم في الإيثانول بتركيز 96%، كما خلط كمية لكل من *Tween* 20 و *Tween* 80 مع الجليسرين تحت التحريك المستمر [22].

- **المرحلة الخامسة الدمج النهائي:**

خلط محلول PVA ببطء مع محلولي HPMC/CMC تحت التحريك إلى غاية الحصول على هلام متجانس القوام، تلا ذلك إضافة خليط الإيثانول وبنزوات الصوديوم، ثم خليط الجليسرين والـ *Tweens* ثم ضبطت قيمة الأس الهيدروجيني(pH) باستخدام حمض الليمون لتوافقها مع الجلد وتحقيق فعالية أفضل لبنزوات الصوديوم وفي النهاية عبئ الهلام في عبوات معقمة وأخضع للاختبارات الأولية [21].



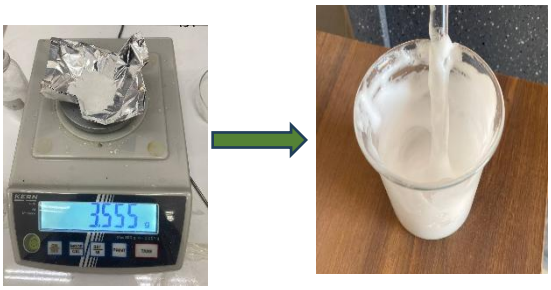
الشكل 9.4: الخليط النهائي للهلام

جدول 4.4: مكونات الصيغ الهلامية المحضرة وتراكيزها الكمية

المواد	التجربة 1	التجربة 2	التجربة 3	التجربة 4
PVA (g)	6.0	4.5	6.0	**6.0**
HPMC (g)	0.2	0.3	0.3	**0.3**
CMC (g)	0.2	0.2	0.2	**0.2**
Tween 20 (g)	0.2	—	0.2	**0.2**
Tween 80 (g)	0.3	0.5	0.3	**0.3**
Glycerin (g)	0.5	1.0	0.3	**0.5**
Sodium Benzoate (g)	0.2	0.2	0.2	**0.1**
Ethanol (mL)	5	40	65	**30**
Distilled Water (mL)	95	60	35	**70**

6-5-3-الطريقة الثانية التجربة 5:

- **المرحلة الأولى تحضير محلول بولي فينيل الكحول(PVA) :**

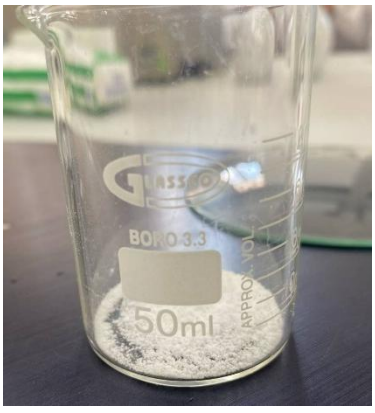


الشكل 10.4: خطوات تحضير PVA

تم وزن 3.5 g من مادة PVA وإضافتها إلى حجم محدد من الماء المقطر وخضع المزيج للتسخين في درجة حرارة 80°C مع التحريك المستمر لمدة 45دقيقة لضمان الانحلال التام، ترك المحلول ليبرد تدريجيا حتى درجة حرارة الغرفة [21].

- **المرحلة الثانية خلط المكونات الجافة (Dry Blending):**

تضمنت هذه المرحلة مزج المساحيق المكونة من 0.3 g كربوكسي ميثيل سيلولوز (CMC) و0.05g هيدروكسي بروبيل ميثيل سيلولوز (HPMC) معا لضمان تشتت البوليمرات ومنع تكتلها عند الإماهة [23].



الشكل 11.4: خليط كل من CMC وHPMC

المرحلة الثالثة تحضير الطور السيلولوزي (CMC/HPMC):

أضيف مزيج المساحيق إلى حجم 10ml الماء المقطر بدرجة حرارة الغرفة مع التحريك السريع لمدة 3 دقائق ثم تركه يرتاح لمدة 10 دقائق [23].

- **المرحلة الرابعة تحضير الطور الإيثانولي:**

أذيبت العوامل المنشطة سطحيا (*Tween* **20**و*Tween* 80) بقيم على التوالي 0.2g و0.3g في الإيثانول (بتركيز 96%) [22].

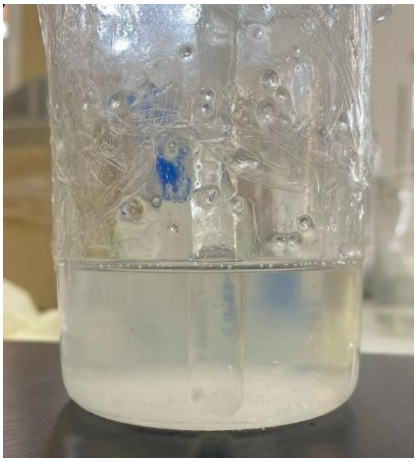


الشكل 12.4: خليط المواد النشطة سطحيا

- **المرحلة الخامسة الدمج الكلي:**

- دمج محلول PVAببطء مع الطور السيلولوزي (CMC/HPMC)مع التحريك المستمر، أضيف الوسط الإيثانولي، ثم أدرجت 0.1g بنزوات الصوديوم و0.5g الجليسرين مع استمرار التحريك [21].

تم تعديل الأس الهيدروجيني (pH) باستخدام حمض الليمون لتحقيق فعالية المادة الحافظة [24].



الشكل 13.4: الخليط النهائي لتجربة 5

6-6-تحضير العينة للتشخيص:

تم اختيار ثلاث صيغ هلامية من بين الصيغ المحضرة سابقا، وهي الصيغ **1و4 و5**، وذلك بناء على ملاءمتها الأولية وخصائصها الفيزيائية المناسبة للدراسة.

صب كل محلول هلامي محضر داخل قوالب زجاجية نظيفة ومعقمة، ثم تركت القوالب في درجة حرارة الغرفة إلى غاية التبخر الكامل للمذيب وتكون أغشية هلامية جافة ومتجانسة. بعد ذلك، تم نزع الأغشية الهلامية الجافة بعناية، ثم تقطيعها إلى عينات بأبعاد مناسبة لكل اختبار، حفظت العينات في أوعية محكمة الإغلاق وفي ظروف جافة إلى حين إجراء التحاليل.

6-7-التشخيص باستعمال تقنية FTIR:

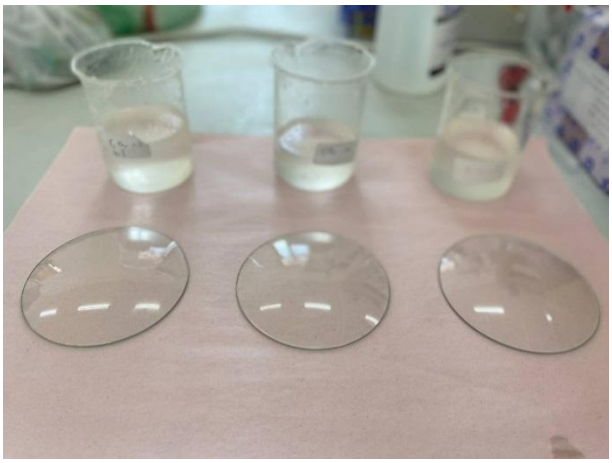
تم إجراء التحليل الطيفي بالأشعة تحت الحمراء بتحويل فوريه (FTIR) على عينات الفيلم الهلامي الجاف، وضعت العينات مباشرة في جهاز (FTIR) وسجلت الأطياف في المجال الطيفي المناسب وفق إعدادات الجهاز المعتمدة.

6-8-التقييم الفيزيائي للضمادات السائلة:

تم إجراء سلسلة من الاختبارات الفيزيائية لتقييم الخصائص التشغيلية والسريرية للتركيبات المحضرة، وذلك وفقاً للبروتوكولات المنهجية التالية [25].

6-8-1- اختبار زمن الجفاف (*Drying Time Determination*):

يهدف هذا الاختبار إلى قياس الزمن اللازم لتحول المحلول البوليمري إلى فيلم صلب ومرن يغطي المنطقة المصابة، وهو مؤشر جوهري لتقييم كفاءة التطبيق وسهولة الاستخدام. ولإجراء هذا الاختبار، يصب حجم محدد (1ml) من التركيبة الهلامية على شريحة زجاجية نظيفة ومستوية، مع الحرص على توزيع المادة بالتساوي لضمان تغطية مساحة ثابتة وموحدة. يبدأ تسجيل الزمن بدقة باستخدام ساعة توقيت (*Stopwatch*) من لحظة التلامس مع السطح الزجاجي، وتتم مراقبة الفيلم دوريا من خلال اللمس الخفيف حتى يصل إلى مرحلة الجفاف التام، حيث يتوقف الفيلم عن ترك أي أثر أو التصاق بالأصابع أو السطح.



الشكل 14.4: إختبار زمن الجفاف

6-8-2-اختبار القابلية للغسل بالماء(*Water Washability Test*) :

تم الاختبار بتحضير فيلم جاف للضمادة على شريحة زجاجية لضمان ثبات الظروف التجريبية، ثم يعرض الفيلم الجاف لتيار مائي خفيف.



الشكل15.4: اختبار قابلية الغسيل

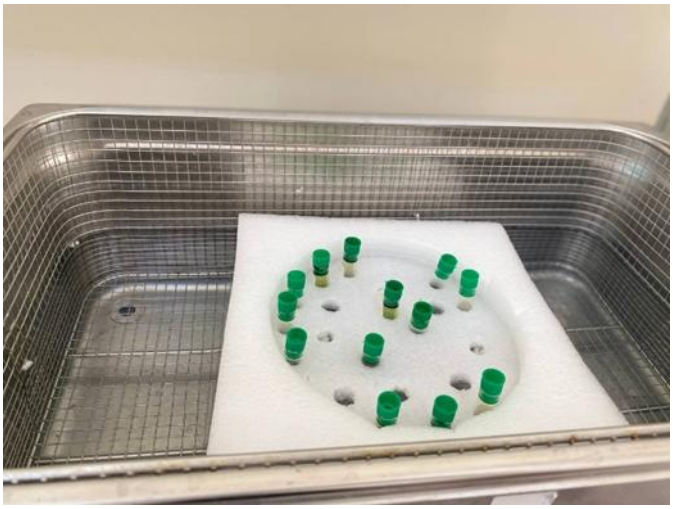
6-8-3-التشخيص باستعمال المجهر الإلكتروني الماسح (SEM):

تم فحص البنية السطحية لعينات الفيلم الهلامي باستخدام المجهر الإلكتروني الماسح (SEM) بحيث تم تثبيت العينات الجافة على حوامل خاصة بالجهاز ثم إخضاعها للفحص تحت تكبيرات مختلفة وفق إعدادات المجهر.

6-9-تحضير المركب النهائي (الضمادة النهائية):

6-9-1-تحضير الطور النشط (*Active Phase Preparation*):

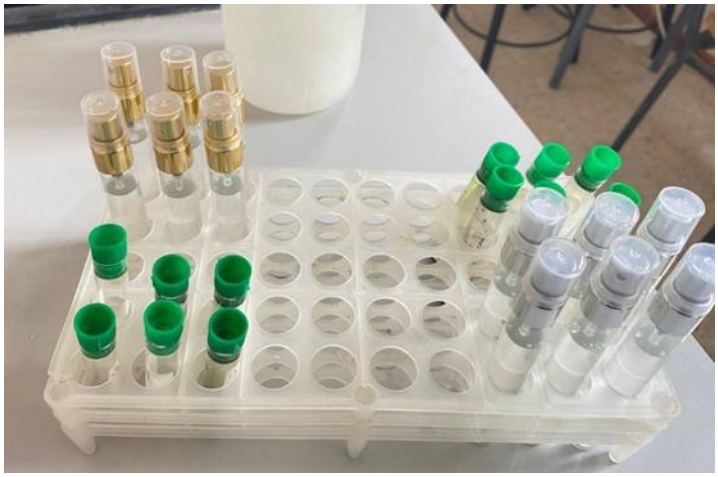
تم وزن كتل جافة ومحددة من المستخلصات النباتية تختلف حسب طبيعة وفعالية كل نبات؛ حيث وزنت كمية 20 mg لكل من مستخلص الكالينولا والبروبوليس، و35 mg مستخلص لسان الحمل 40mg لمستخلص نبات الخياطة، و 50mg لكل من مستخلصي الخبيزة والقراص ثم حلت الكتل الموزونة في حجم ثابت قدره 1mL من المذيب المناسب (الإيثانول بتركيز 96% لجميع العينات، باستثناء مستخلص نبات الخياطة الذي أذيب في الماء المقطر) مع الرج المستمر باستخدام الأمواج فوق الصوتية حتى الحصول على محلول متجانس وخال من الرواسب.



الشكل16.4: تحضير الطور النشط

6-9-2-التحميل والدمج (*Incorporation*):

دمج الطور النشط المحضر 1 mL تدريجيا مع9mL من القاعدة الهلامية البوليمرية (PVA/CMC/HPMC)الخاصة بالتركيبة 4 والتركيبة 5 على حدة، تحت تحريك ميكانيكي مستمر لضمان التوزيع المتكافئ داخل الشبكة الهلامية، ليصل الحجم النهائي للضمادة إلى 10 mLبتراكيز نهائية مدروسة تتراوح بين 2mg/mL إلى 5mg/mL.



الشكل 17.4: الهلام مع الطور النشط قبل الدمج

6-9-3-المعالجة الفيزيائية بالموجات فوق الصوتية (Ultrasonic Treatment):

لتعزيز ثباتية الهلام ومنع حدوث أي انفصال في الأطوار، أدخل الخليط النهائي في جهاز الحمام المائي الصوتي (Ultrasonic Bath) طبقت المعالجة عبر ثلاث دورات متتالية، مدة كل دورة 30دقيقة بإجمالي 90 دقيقة من التعريض للأمواج الصوتية.



الشكل18.4: الضمادة النهائية

6-10-التشخيص الطيفي بالأشعة تحت الحمراء بتحويل فورييه (FTIR):

تم إجراء التحليل الطيفي بالأشعة تحت الحمراء بتحويل فورييه (FTIR) على عينات الضمادة الهلامية النهائية بهدف تحديد المجموعات الوظيفية الكيميائية ودراسة التآثرات المحتملة بين مكونات التركيبة، ثم أخذ كمية مناسبة من العينة الهلامية ووضعها مباشرة في جهاز (FTIR)، بعدها تم تسجيل الأطياف في المجال الطيفي المناسب وفق إعدادات الجهاز القياسية المعتمدة في التحليل.

مراجع الفصل الرابع:

[2] سكوغ دوجلاس أ، وآخرون. أسس الكيمياء التحليلية. ترجمة: القحطاني ع ع، السهلي أ ع. الرياض: دار جامعة الملك سعود للنشر؛ 2014.

[5] خفاجي ف، عبيد م. التحليل الآلي الطيفي. القاهرة: دار الكتب والوثائق القومية؛ 2018. ص. 45–60.

[7] صالح ع م. تقنيات المجهر الإلكتروني وتطبيقاتها في علوم المواد. القاهرة: المكتبة الأكاديمية؛ 2019. ص. 112–135.

[8] بته آسيا، تركي سمية. دراسة جودة ومكونات البربوليس وحبوب اللقاح بالطرق الطيفية والكهروكيميائية [مذكرة ماستر]. الوادي، الجزائر: جامعة الوادي، كلية العلوم والتكنولوجيا؛ 2013.

[1] Skoog DA, West DM, Holler FJ, Crouch SR. Fundamentals of Analytical Chemistry. 9th ed. Belmont (CA): Cengage Learning; 2013. Chapter 24, Molecular Absorption Spectrometry; p. 691-710.

[3] Pavia DL, Lampman GM, Kriz GS, Vyvyan JR. Introduction to Spectroscopy. 5th ed. Stamford (CT): Cengage Learning; 2014. Chapter 1, Molecular Formulas and What Can Be Learned From Them; p. 15-28.

[4] Silverstein RM, Webster FX, Kiemle DJ, Bryce DL. Spectrometric Identification of Organic Compounds. 8th ed. Hoboken (NJ): John Wiley & Sons; 2014. Chapter 2, Infrared Spectrometry; p. 72-105.

[6] Goldstein J, Newbury DE, Echlin P, Joy DC, Romig AD, Lyman CE, et al. Scanning Electron Microscopy and X-ray Microanalysis. 4th ed. New York (NY): Springer; 2017. Chapter 1, Introduction; p. 1-21.

[9] Nikolaeva T, Lapshin P, Zagoskina N. Method for determining the total content of phenolic compounds in plant extracts with Folin–Denis reagent and Folin–Ciocalteu reagent: Modification and comparison. Russ J Bioorg Chem. 2022; 48:1519-1525.

[10] Weinstein MP. Methods for dilution antimicrobial susceptibility tests for bacteria that grow aerobically. 2018.

[11] Righi N, Benamghar A, Boumerfeg S, Baghiani A. In vitro evaluation of alpha-amylase inhibitory activity of medicinal plant extracts. J Enzyme Inhib Med Chem. 2021;36(1):1452-1461.

[12] Balouiri M, Sadiki M, Ibnsouda SK. Methods for in vitro evaluating antimicrobial activity: A review. J Pharm Anal. 2016;6(2):71-79.

[13] Rowe RC, Sheskey PJ, Quinn ME. Handbook of Pharmaceutical Excipients. 8th ed. London: Pharmaceutical Press; 2017.

[14] Boateng JS, Matthews KH, Stevens HNE, Eccleston GM. Wound healing dressings and drug delivery systems: a review. J Pharm Sci. 2008;97(8):2892-2923.

[15] Chattopadhyay S, Raines RT. Collagen-based biomaterials for wound healing. Biopolymers. 2014;101(8):821-833.

[16] Hassan CM, Peppas NA. Structure and applications of poly (vinyl alcohol) hydrogels produced by conventional crosslinking or by freezing/thawing methods. Adv Polym Sci. 2000; 153:37-65.

[17] Rowe RC, Sheskey PJ, Cook WG, Fenton ME. Handbook of Pharmaceutical Excipients. 7th ed. London: Pharmaceutical Press; 2012.

[18] Allen LV. Ansel's Pharmaceutical Dosage Forms and Drug Delivery Systems. 11th ed. Philadelphia: Wolters Kluwer; 2020.

[19] Aulton ME, Taylor KMG. Aulton's Pharmaceutics: The Design and Manufacture of Medicines. 6th ed. London: Elsevier; 2022.

[20] Sinko PJ. Martin's Physical Pharmacy and Pharmaceutical Sciences. 7th ed. Philadelphia: Wolters Kluwer; 2017.

[21] Kamoun EA, Kenawy ER, Chen X. A review on polymeric hydrogels based on polyvinyl alcohol (PVA): Crosslinking, properties, and applications. Arabian Journal of Chemistry. 2017;10(6):755-772.

[22] Sheskey PJ, Hancock WG, Moss GP, Goldfarb DJ, editors. Handbook of Pharmaceutical Excipients. 9th ed. London: Pharmaceutical Press; 2020.

[23] Adeyanju O, Abidemi AJ, Adebayo MA, Oluwaseun AC. Synthesis, characterization, and optimization of carboxymethyl cellulose/hydroxypropyl methylcellulose hydrogel blends. International Journal of Biological Macromolecules.
2021; 183:1110-1118.

[24] Nair R, Nagesh HR, Kumar S, Mohan S. Influence of pH on the antimicrobial activity of sodium benzoate in topical hydrogel formulations. Journal of Pharmaceutical Sciences. 2014;103(4):1211-1219.

[25] Silva LC, Lacerda RA, Silva-Filho JM, et al. FTIR analysis and quantification of phenols and flavonoids of five commercially available plants extracts used in wound healing. J Ethnopharmacol. 2026; 352:119642.

الفصل الخامس

النتائج والمناقشات

1-تمهيد:

يهدف هذا الفصل إلى عرض ومناقشة النتائج المتحصل عليها خلال مختلف مراحل الدراسة، بدايةً من استخلاص المستخلصات النباتية والبروبوليس، مرورا بالتوصيف الكيميائي والبيولوجي للمستخلصات، وصولا إلى تطوير الضمادات الهلامية وتقييم خصائصها الفيزيائية والطيفية والبيولوجية. كما تم ربط النتائج المتحصل عليها بالفعالية العلاجية المحتملة للضمادات المحضرة في مجال التئام الجروح ومقاومة البكتيريا.

2-مردود الاستخلاص:

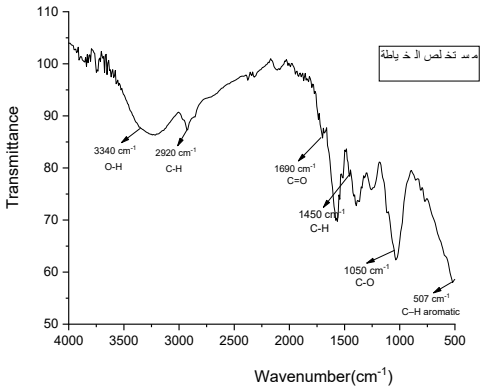
تحصلنا على النتائج المدونة في الجدول التالي:

جدول 1.5: نتائج مردود الاستخلاص

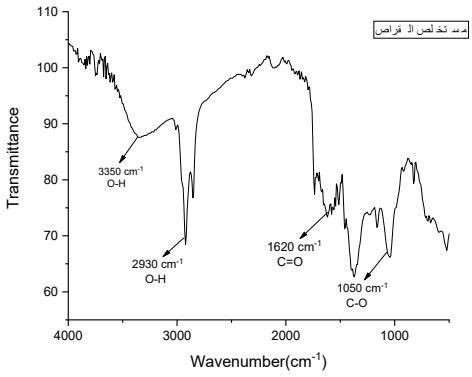
	البروبوليس	الكالينديولا	القراص	لسان الحمل	الخبيزة	الخياطة
R%	35	11.09	12	11.05	10	12.5

تم حساب مردود الاستخلاص (الشكل 5.1) للمستخلصات النباتية والبروبوليس بعد استخلاص 20g من المادة الخام باستعمال تقنية الاستخلاص المدعم بالأمواج فوق الصوتية والإيثانول 96%. أظهرت النتائج تفاوتا في المردود بين العينات المدروسة، حيث سجل البروبوليس أعلى مردود بلغ 35% ، بينما تراوح مردود المستخلصات النباتية الأخرى بين10% و12.5%، يعود ارتفاع مردود البروبوليس إلى غناه بالمركبات الراتنجية القابلة للذوبان في الإيثانول، في حين يعود اختلاف مردود النباتات إلى التباين في تركيبها الكيميائي وطبيعة أنسجتها النباتية. كما ساهمت الأمواج فوق الصوتية في تحسين كفاءة الاستخلاص من خلال تسهيل اختراق المذيب وتفكيك الجدران الخلوية خلال مدة قصيرة.

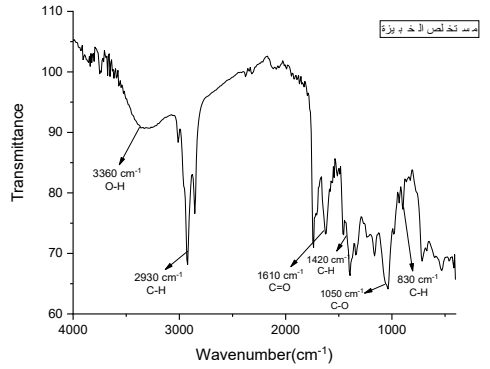
3-تحليل ومناقشة أطياف FTIR لكل مستخلص:



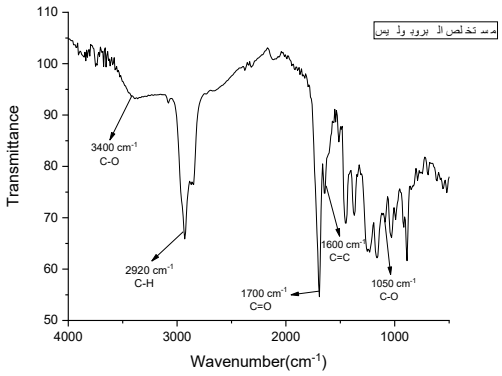
الشكل 1.5: طيف الأشعة تحت الحمراء لمستخلص الخياطة



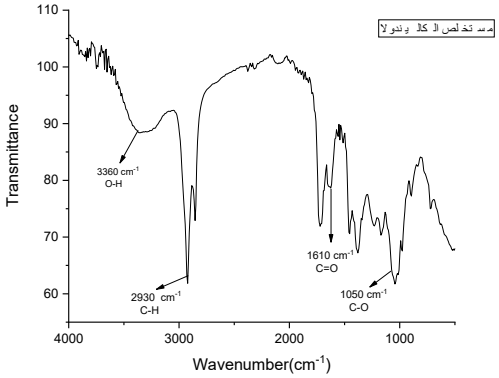
الشكل 2.5: طيف الأشعة تحت الحمراء لمستخلص القراص

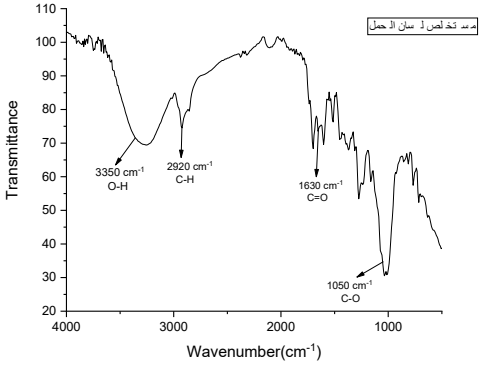


الشكل 3.5: طيف الأشعة تحت الحمراء لمستخلص الخبيزة



الشكل 4.5: طيف الأشعة تحت الحمراء لمستخلص البروبوليس





الشكل6.5: طيف الأشعة تحت الحمراء لمستخلص الكاليندولا

الشكل 7.5: طيف الأشعة تحت الحمراء لمستخلص لسان الحمل

جدول 2.5: التحليل المقارن لأطياف المستخلصات

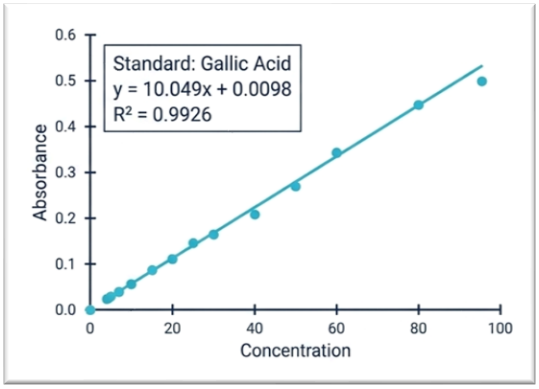
النبات	(O-H) cm^{-1}	(C-H) cm^{-1}	(C=O) cm^{-1}	(C-O) cm^{-1}
الخياطة	3340	2920	1690	**1050**
القراص	3350	2930	1620	**1050**
الكاليندولا	3360	2930	1610	**1050**
لسان الحمل	3350	2920	1630	**1050**
الخبيزة	3360	2930	1610	**1050**
البروبوليس	3400	2920	1600/1700	**1050**

تظهر بيانات الـFTIR في الاشكال اعلاه(5.1-5.6) للمستخلصات الستة تقارباً طيفياً يعكس وجود مصفوفة كيميائية مشتركة من المركبات النشطة بيولوجياً كالفينولات والسكريات المتعددة، حيث يؤكد ثبات حزمة (C-O)عند $1050cm^{-1}$ استقرار الهيكل السكري في كافة العينات، بينما يعود التباين الملحوظ في حزمة الكربونيل (C=O) بين $1600cm^{-1}$ و$1700cm^{-1}$ والذي يبلغ ذروته في البروبوليس إلى اختلاف نوعية الأحماض العضوية والإسترات التي تمنح كل مستخلص بصمته الكيميائية الفريدة، وهذا التنوع في المجموعات الوظيفية، خاصة الهيدروكسيل (O-H) الذي سجل أعلى مستوياته في البروبوليس عند $3400cm^{-1}$ [1،2].

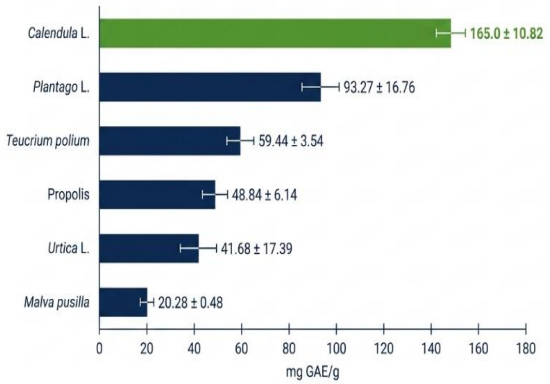
4-التقدير الكمي للفينولات والفلافونيدات ودراسة الفعالية التثبيطية لإنزيم ألفا-أميليز للمستخلصات:

تم تقدير المحتوى الكمي للمستخلصات باستخدام طرق الطيف الضوئي .اعتمد تقدير الفينولات الكلية (TPC) على كاشف *Folin-Ciocalteu*، بينما اعتمد تقدير الفلافونويدات الكلية (TFC) على كاشف كلوريد الألومنيوم.

4-1-التقدير الكمي للفينولات:



الشكل 8.5: المنحنى القياسي لحمض الغاليك



الشكل 9.5: التقدير الكمي للمحتوى الكلي للفينولات في المستخلصات النباتية والبروبوليس معبَّراً عنه بـ mg GAE/g

يظهر الشكل رقم (5.7) نتائج التقدير الكمي للفينولات الكلية في المستخلصات النباتية والبروبوليس، والمعبر عنها بوحدة (mg GAE/g) اعتماداً على المنحنى (الشكل5.8) العياري لحمض الغاليك، حيث لوحظ وجود تفاوت واضح في محتوى الفينولات بين العينات المدروسة.

سجل مستخلص الكاليندولا أعلى محتوى من الفينولات الكلية بقيمة بلغت 165.0 mg GAE/g ، يليه مستخلص لسان الحمل بقيمة 93.27 mg GAE/g، ثم مستخلص الخياطة بقيمة 59.44 mg GAE/g كما بلغت كمية الفينولات في مستخلص البروبوليس 48.84 mg GAE/g، في حين سجل مستخلص القراص قيمة قدرت بـ 41.68 mg GAE/g، بينما أعطى مستخلص الخبيزة أدنى قيمة للفينولات الكلية والمقدرة بـ

20.28mg GAE/g. تبرز هذه النتائج الغنى الكبير لمستخلص الكاليندولا بالمركبات الفينولية مقارنة ببقية المستخلصات المدروسة، في حين تميز مستخلص الخبيزة بأقل محتوى من الفينولات الكلية. ويعزى هذا الاختلاف إلى التباين في التركيب الكيميائي للنباتات واختلاف طبيعة وتركيز المركبات الفينولية الموجودة في كل مستخلص. ومن خلال مقارنة هذه النتائج مع بعض الدراسات السابقة، يتبين أن محتوى الفينولات الكلية قد يختلف من دراسة إلى أخرى تبعاً لاختلاف المصدر النباتي والظروف البيئية التي تنمو فيها النباتات، وهو ما يفسر التفاوت المسجل في قيم الفينولات بين المستخلصات المدروسة. بلغ محتوى الفينولات الكلية في دراستنا mg/g (10.82 ± 165.0)..

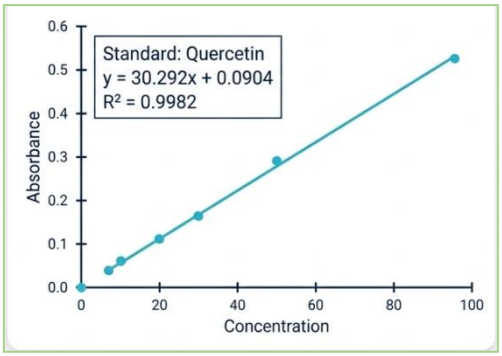
الدراسات السابقة:

أظهرت نتائج تقدير المحتوى الكلي للفينولات في دراستنا قيماً مرتفعة مقارنة بعدة دراسات سابقة، مما يدل على غنى المستخلصات النباتية المدروسة بالمركبات الفينولية ذات الأهمية البيولوجية. فقد بلغ محتوى الفينولات الكلية لنبات الكاليندولا في دراستنا 10.82 ± 165.0mg/g، وهي قيمة مرتفعة جداً مقارنة بما سجلته دراسة *Belal* وآخرون سنة 2023[3]، والتي قدرت المحتوى الفينولي بـ 2.34mg/g فقط، مما يعني أن مستخلصنا يحتوي على كمية فينولات تفوق نتائج تلك الدراسة بحوالي 70 ضعفا.

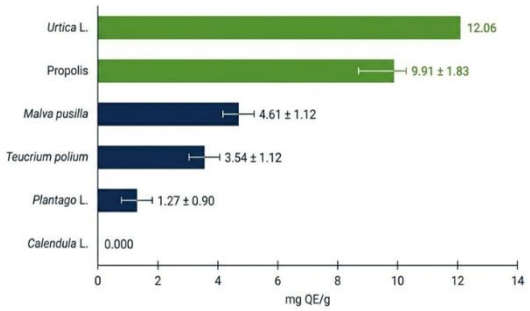
كما أظهرت نتائج دراستنا على نبات لسان الحمل محتوى فينوليا بلغ 16.76 ± 93.27 mg GAE/g، وهي قيمة أعلى من تلك المسجلة في دراسة *Altıntaş و Çelik* سنة 2024 على المستخلص المائي للنبات نفسه بتركيا، والتي بلغت0.870 ± 30.301 mg GAE/g، مما يشير إلى غنى عينتنا بالمركبات الفينولية مقارنة بالعينة التركية [4]. كذلك بينت نتائجنا الخاصة بنبات الخياطة أن كمية الفينولات الكلية بلغت mg 3.54 ± 59.44 GAE/g باستعمال المستخلص المائي، وهي قيمة أعلى مقارنة بما ورد في مذكرة ماستر للطالبتين أنغام وأحلام سنة 2025[5]، حيث بلغت كمية الفينولات في المستخلص الإيثانولي حوالي mg 30 GAE/g فقط. ويمكن تفسير هذا التفوق في النتائج بعدة عوامل، من بينها اختلاف الظروف البيئية

والمناخية، وطبيعة التربة، ومرحلة نمو النبات، إضافة إلى كفاءة طرق الاستخلاص ونوع المذيب المستخدم، والتي تؤثر بشكل مباشر في مردود استخلاص المركبات الفينولية. كما أن الارتفاع الكبير في المحتوى الفينولي يمنح هذه المستخلصات قيمة حيوية وعلاجية مهمة نظراً للدور المعروف للمركبات الفينولية في النشاط المضاد للأكسدة والمساهمة في تسريع التئام الجروح.

4-2-التقدير الكمي الفلافونيدات:



الشكل 10.5: منحنى القياسي للكرستين



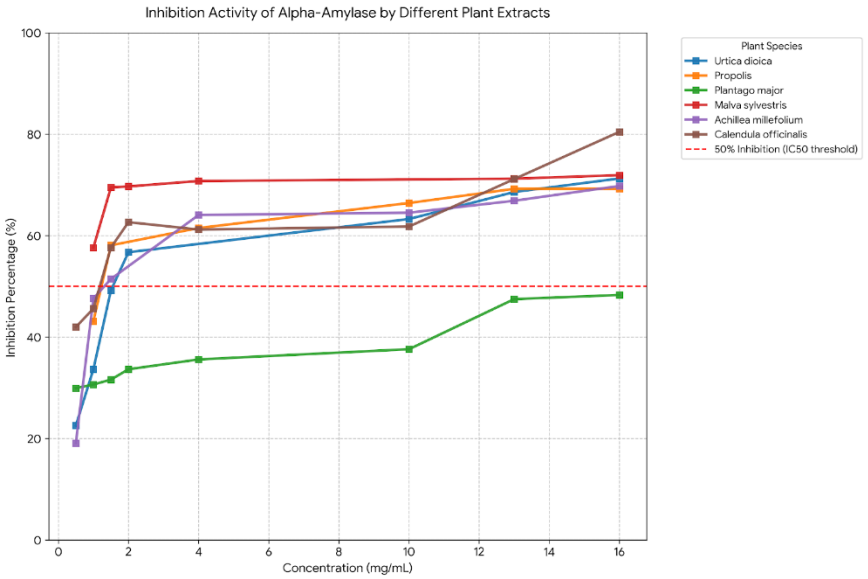
الشكل 11.5: التقدير الكمي اللفلافونويدات الكلية في المستخلصات النباتية والبروبوليس

يوضح الشكل نتائج التقدير الكمي للمحتوى الكلي للفلافونويدات في المستخلصات المدروسة، وذلك بالاعتماد على معادلة الخط المستقيم المستخرجة من المنحنى العياري للكيرسيتين، حيث عبر عن النتائج بمكافئ الكيرسيتين لكل غرام من الوزن الجاف (mg QE/g) .أظهر مستخلص نبات القراص أعلى محتوى من الفلافونويدات الكلية بقيمة بلغت 12.06 mg QE/g، يليه مستخلص البروبوليس بقيمة 9.91 mg QE/g ± 1.83. في المقابل، سجلت مستخلصات الخبيزة، والخياطة، ولسان الحمل محتويات متوسطة إلى ضعيفة من الفلافونويدات الكلية، حيث بلغت قيمها 4.61 mg QE/g ± 1.12، و3.54 mg QE/g ± 1.12، و1.27 mg QE/g ± 0.90 على الترتيب، بينما انعدم محتوى الفلافونويدات تماماً في مستخلص الكالينديولا والذي سجل قيمة ضئيلة جدا.

الدراسات السابقة:

بلغ محتوى الفلافونويدات الكلية في دراستنا 12.06mg/g، وعند مقارنة هذه النتيجة بالدراسات السابقة يتضح أنها أعلى مما تم تسجيله في العديد من الأبحاث المنشورة. فقد بينت دراسة أجريت على نبات الخبيزة النامي في منطقة بلوفديف بلغاريا من طرف *Petkova* وآخرين سنة 2019، أن كمية الفلافونويدات في المستخلص الإيثانولي (70%) لأوراق النبات بلغت 0.76 mg QE/g ± 0.19 من الوزن الطازج، وهي قيمة أقل بكثير مقارنة بنسبة الفلافونويدات المتحصل عليها في دراستنا، والتي بلغت 4.61 mg QE/g ± 1.12، مما يدل على غنى العينة المدروسة بالمركبات الفلافونويدية [6]. كما أظهرت دراسة أخرى أجريت على البروبوليس بتركيا من طرف *Sevgi Kolaylı* و *Ceren Birinci* سنة 2024 أن كمية الفلافونويدات في المستخلص المائي بلغت فقط 0.18 mg QE/g ± 0.02، وهي قيمة ضعيفة جداً مقارنة بنتائج دراستنا، الأمر الذي يشير إلى أن المذيبات العضوية المستخدمة في بحثنا كانت أكثر فعالية في استخلاص المركبات الفلافونويدية مقارنة بالاستخلاص المائي المباشر [7]. بالإضافة إلى ذلك، سجلت دراسة *Paulauskienė* وآخرون سنة 2023 على نبات القراص محتوى فلافونويدياً قدره 8.03mg/g فقط عند استخلاص الأوراق باستعمال الإيثانول بتركيز 96%، وهو ما يدل على أن المستخلص المتحصل عليه في دراستنا يحتوي على كمية فلافونويدات أعلى بحوالي 1.5 مرة مقارنة بنتائج تلك الدراسة. ويمكن تفسير هذه الاختلافات في المحتوى الفلافونويدي بعدة عوامل، من بينها اختلاف الظروف البيئية والمناخية، وطبيعة التربة، ونوع الجزء النباتي المستعمل، إضافة إلى اختلاف طرق الاستخلاص ونوع المذيب المستخدم، والتي تؤثر بشكل مباشر في كفاءة استخلاص المركبات الفينولية والفلافونويدية [8].

4-3-دراسة الفعالية التثبيطية لإنزيم ألفا-أميلاز:



الشكل 12.5: منحنى تثبيط إنزيم α-amylase للمستخلصات المدروسة

جدول 3.5: دراسة الفعالية التثبيطية لإنزيم ألفا-أميليز

الترتيب حسب الكفاءة	قيمة IC50 (mg/g)	النبات (الاسم العلمي)
الأول	0.9336	**خبيزة**
الثاني	1.1817	**الكاليندولا**
الثالث	1.2291	**البروبوليس**
الرابع	1.3090	**خياطة**
الخامس	1.5510	**القراص**
السادس	> 16.0	**لسان الحمل**
شاهد	0.17	**أكاربوز**

تشير النتائج التحليلية إلى أن مستخلص نبات الخبيزة يمتلك أعلى قدرة تثبيطية لإنزيم ألفا-أميلاز بأقل تركيز (IC50 = 0.9336 mg/mL) . تعزى هذه الفعالية إلى المحتوى الغني للمستخلص من

المركبات الثانوية مثل الأنثوسيانين والفلافونيدات، التي تعمل على الارتباط بالموقع النشط للإنزيم وتثبيط عمله في تحلل النشا. تليها نبتة الكاليندولا والبروبوليس بفعالية متقاربة ومرتفعة. من الناحية الطبية، فإن استخدام هذه المثبطات الطبيعية يساهم في إبطاء عملية الهضم الكربوهيدراتي، مما يقلل من مؤشر نسبة السكر في الدم (*Glycemic Index*) للوجبات، وهو أمر حيوي جداً لمرضى السكري من النوع 2 للوقاية من مضاعفات ارتفاع السكر المفاجئ [9].

5-تقييم النشاط المضاد للبكتيريا باستخدام تقنية التخفيف المجهري في المرق وتحديد قيم MIC وMBC:

جدول 4.5: اختبار التخفيف المجهري في المرق للبروبوليس ضد *Pseudomonas aeruginosa* و*Staphylococcus aureus*

Bacteria strains	البروبوليس		
	MIC value (mg/ml)	MBC value (mg/ml)	MBC/MIC ratio
***Pseudomonas aeruginosa* ATCC 27853**	1.25±0.00	1.25±0.00	1
***Staphylococcus aureus* ATCC 25932**	2.5±0.00	10±0.00	4

جدول 5.5: اختبار التخفيف المجهري في المرق ل الكاليندولا ضد *Pseudomonas aeruginosa* و *Staphylococcus aureus*.

Bacteria strains	الكاليندولا		
	MIC value (mg/ml)	MBC value (mg/ml)	MBC/MIC ratio
***Pseudomonas aeruginosa* ATCC 27853**	10±0.00	20±0.00	2
***Staphylococcus aureus* ATCC 25932**	40±0.00	80±0.00	2

جدول 6.5: اختبار التخفيف المجهري في المرق ل لسان الحمل ضد *Pseudomonas aeruginosa* و *Staphylococcus aureus*.

Bacteria strains	لسان الحمل		
	MIC value (mg/ml)	MBC value (mg/ml)	MBC/MIC ratio
***Pseudomonas aeruginosa* ATCC 27853**	10±0.00	20±0.00	2
***Staphylococcus aureus* ATCC 25932**	40±0.00	80±0.00	2

جدول 7.5: اختبار التخفيف المجهري في المرق ل القراص ضد *Pseudomonas aeruginosa* و *Staphylococcus aureus*

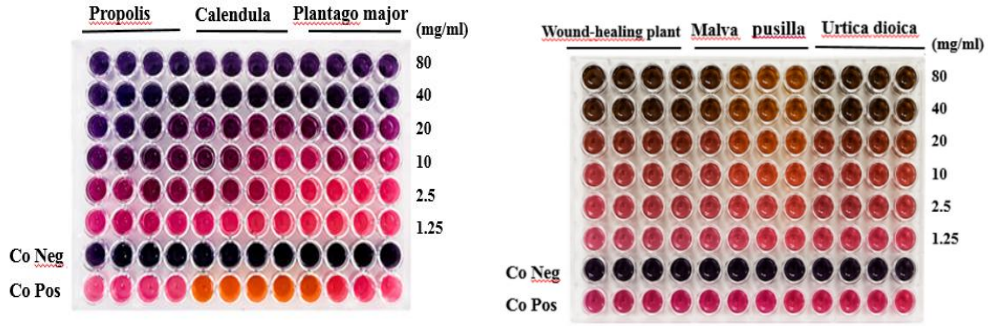
Bacteria strains	القراص		
	MIC value (mg/ml)	MBC value (mg/ml)	MBC/MIC ratio
***Pseudomonas aeruginosa* ATCC 27853**	40±0.00	80±0.00	2
***Staphylococcus aureus* ATCC 25932**	20±0.00	40±0.00	2

جدول 8.5: اختبار التخفيف المجهري في المرق للخياطة ضد *Pseudomonas aeruginosa* و *Staphylococcus aureus*.

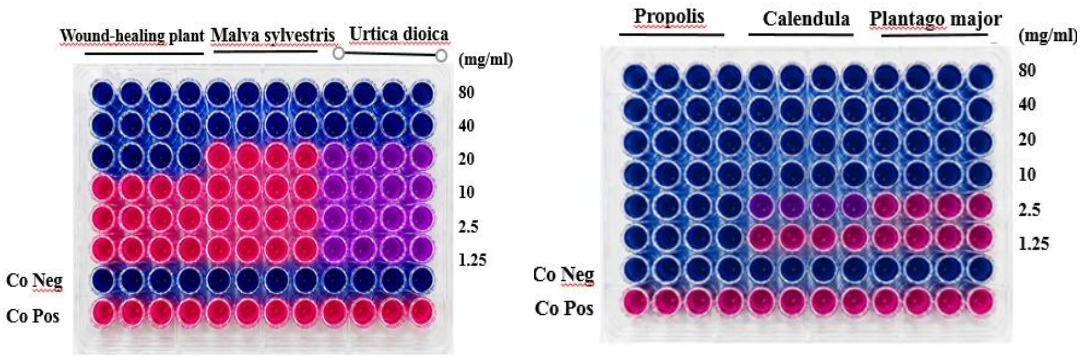
Bacteria strains	الخياطة		
	MIC value (mg/ml)	MBC value (mg/ml)	MBC/MIC ratio
***Pseudomonas aeruginosa* ATCC 27853**	20±0.00	40±0.00	2
***Staphylococcus aureus* ATCC 25932**	20±0.00	40±0.00	2

جدول 9.5: اختبار التخفيف المجهري في المرق ل الخبيزة ضد *Pseudomonas aeruginosa* و *Staphylococcus aureus*.

Bacteria strains	الخبيزة		
	MIC value (mg/ml)	MBC value (mg/ml)	MBC/MIC ratio
***Pseudomonas aeruginosa* ATCC 27853**	80±0.00	80±0.00	1
***Staphylococcus aureus* ATCC 25932**	40±0.00	80±0.00	2



الشكل 13.5: النشاط المضاد للبكتيريا للمستخلصات ضد *Staphylococcus aureus* باستخدام تقنية التخفيف المجهري



الشكل 14.5: النشاط المضاد للبكتيريا للمستخلصات ضد *Pseudomonas aeruginosa* باستخدام تقنية التخفيف المجهري

مناقشة النتائج:

تم تقييم النشاط المضاد للبكتيريا للمستخلصات الطبيعية المدروسة ضد *Pseudomonas aeruginosa* و*Staphylococcus aureus* باستخدام تقنية التخفيف المجهري في المرق (*Broth microdilution method*). وتم تقدير الفعالية المضادة للميكروبات لكل مستخلص اعتمادًا على تحديد قيم التركيز المثبط الأدنى (MIC)، والتركيز القاتل الأدنى (MBC)، بالإضافة إلى نسبة MBC/MIC، والتي تُستخدم بشكل شائع للتمييز بين التأثير المثبط للنمو (*Bacteriostatic*) والتأثير القاتل للبكتيريا (*Bactericidal*).

من بين جميع العينات المختبرة، أظهر البروبوليس أعلى نشاط مضاد للبكتيريا، حيث سجل أدنى قيم لكل من MIC وMBC ضد السلالتين البكتيريتين. فقد بلغت قيم MIC وMBC ضد *P. aeruginosa* مقدار 1.25mg/ml، مع نسبة MBC/MIC تساوي 1، مما يدل على تأثير قاتل قوي للبكتيريا. كما سجلت ضد *S. aureus* قيم MIC وMBC بلغت 2.5mg/ml و10mg/ml على التوالي، مع نسبة MBC/MIC تساوي 4، وهي قيمة تقع ضمن المجال المصنف كتأثير قاتل للبكتيريا وفقا للمعايير الميكروبيولوجية المعتمدة.

يمكن إرجاع الكفاءة العالية للبروبوليس إلى غناه بالمركبات الكيميائية النباتية الفعالة، وخاصة الفلافونويدات والأحماض الفينولية والإسترات العطرية، والتي تعرف بقدرتها على إحداث خلل في سلامة الغشاء الخلوي البكتيري، وزيادة نفاذيته، وتثبيط الأنظمة الإنزيمية الأساسية، إضافة إلى إحداث إجهاد تأكسدي داخل الخلايا البكتيرية. ويُعد النشاط الواضح ضد *P. aeruginosa* ذا أهمية خاصة، نظرًا لأن هذه البكتيريا سالبة الغرام تعرف بمقاومتها الطبيعية للعديد من العوامل المضادة للميكروبات بسبب انخفاض نفاذية غشائها الخارجي وامتلاكها أنظمة فعالة لطرد المركبات المضادة للبكتيريا

(*Efflux pumps*). وعليه، فإن الانخفاض الملحوظ في قيم MIC وMBC يشير إلى أن المركبات الحيوية الموجودة في البروبوليس قد تكون قادرة على تجاوز بعض آليات المقاومة البكتيرية.

في المقابل، أظهر كل من مستخلص الكاليندولا ومستخلص لسان الحمل نشاطًا مضادًا متوسط الشدة. وقد لوحظت أنماط نشاط متشابهة لكلا المستخلصين، حيث بلغت قيم MIC وMBC ضد *P. aeruginosa* مقدار 10mg/ml و20mg/ml على التوالي، بينما تطلبت مكافحة *S. aureus* تراكيز أعلى بلغت 40mg/ml و80mg/ml على التوالي. كما بقيت نسبة MBC/MIC مساوية لـ 2 في جميع الحالات، مما يشير إلى امتلاك هذه المستخلصات تأثيرًا قاتلًا للبكتيريا.

وقد يرتبط النشاط المضاد للبكتيريا لهذه المستخلصات باحتوائها على مركبات فعالة مثل التربينات والتانينات والمركبات الفينولية والزيوت الطيارة، والتي ثبت امتلاكها خصائص مضادة للميكروبات في العديد من الدراسات. ومن المثير للاهتمام أن هذه المستخلصات أظهرت فعالية أكبر ضد *P. aeruginosa* مقارنة بـ *S. aureus*، مما يشير إلى أن النشاط المضاد للبكتيريا لا يعتمد فقط على بنية الجدار الخلوي البكتيري، بل يتأثر أيضًا بآليات التأثير النوعية للمركبات النباتية الموجودة في كل مستخلص.

وأظهر مستخلص القراص نشاطًا مضادًا للبكتيريا يعتمد على نوع السلالة البكتيرية، حيث كانت فعاليته أكبر ضد *S. aureus*، إذ بلغت قيم MIC وMBC مقدار 20 mg/ml و40 mg/ml على التوالي، مقارنة بـ 40 mg/ml و80 mg/ml ضد *P. aeruginosa*. ويمكن تفسير هذا الاختلاف في الحساسية بالاختلافات البنيوية بين البكتيريا موجبة الغرام وسالبة الغرام، حيث يعمل الغشاء الخارجي للبكتيريا سالبة الغرام كحاجز إضافي يحد من نفاذ العديد من المركبات النباتية المضادة للبكتيريا.

وبالمثل، أظهر مستخلص نبات الخياطة نشاطًا مضادًا متوسطًا ومتقاربًا نسبيًا ضد السلالتين البكتيريتين، حيث بلغت قيم MIC وMBC مقدار 20 mg/ml و40 mg/ml على التوالي، مع نسبة MBC/MIC تساوي 2. وتشير هذه النتائج إلى احتواء هذا النبات على مركبات حيوية تمتلك خصائص مضادة للبكتيريا ذات طيف واسع نسبيًا.

في المقابل، أظهر مستخلص الخبيزة أضعف نشاط مضاد للبكتيريا بين جميع المستخلصات المختبرة، خاصة ضد *P. aeruginosa*، حيث بلغت قيمة MIC مقدار 80 mg/ml، وهي أعلى قيمة مسجلة في الدراسة. وعلى الرغم من أن نسبة MBC/MIC ضد هذه السلالة بلغت 1، مما يدل على تأثير قاتل للبكتيريا، إلا أن الحاجة إلى هذا التركيز المرتفع تعكس انخفاض القوة المضادة للبكتيريا مقارنة ببقية المستخلصات المدروسة.

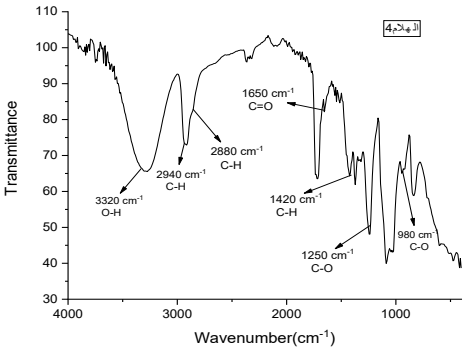
وبصفة عامة، أظهرت جميع المستخلصات نسب MBC/MIC تراوحت بين 1 و4، مما يؤكد امتلاكها تأثيرًا قاتلًا للبكتيريا وفق التصنيف الميكروبيولوجي القياسي، حيث تعتبر المادة المضادة للميكروبات قاتلة للبكتيريا عندما تكون نسبة MBC/MIC أقل من أو تساوي 4. وتكتسب هذه النتيجة أهمية علاجية كبيرة، لأن العوامل القاتلة للبكتيريا تكون عادة أكثر فعالية في السيطرة على العدوى البكتيرية والحد من استمرارها.

وبشكل عام، تسلط النتائج الحالية الضوء على الإمكانات الواعدة للمستخلصات الطبيعية كمصادر بديلة أو مكملة للعوامل المضادة للبكتيريا، خاصة في ظل التزايد العالمي المقلق لمقاومة المضادات الحيوية. ومن بين جميع العينات المختبرة، برز البروبوليس باعتباره الأكثر فعالية كمضاد للبكتيريا، مما يستدعي إجراء المزيد من الدراسات الكيميائية النباتية والدوائية بهدف تحديد وتوصيف المركبات الحيوية المسؤولة عن هذا النشاط، وفهم آليات تأثيرها على المستوى الجزيئي [10].

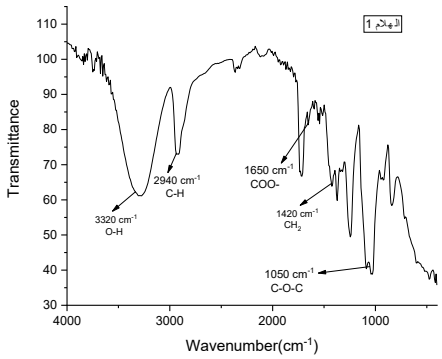
6-دراسة بعض الخصائص الكيميائية والفيزيائية للهلام:

6-1-تحليل ومناقشة أطياف FTIR لكل هلام(Gel) :

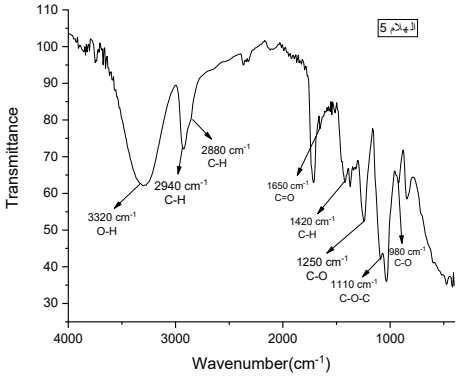
أظهر تحليل أطياف FTIR للنماذج الثلاثة تشابهاً في البنية الأساسية للهلام (الاشكال 5.10-5.12)، حيث ظهرت القمة العريضة عند $3320cm^{-1}$ في جميع النماذج، مما يدل على وجود روابط هيدروجينية قوية واستقرار الشبكة البوليمرية. كما لوحظ ظهور قمة عند $2880cm^{-1}$ في النموذجين 4 و5 فقط، مما يشير إلى زيادة في السلاسل الأليفاتية أو تغير في ترتيب السلاسل البوليمرية. وفي منطقة البصمة، تميز النموذج 1 بقمة عند $1050cm^{-1}$، بينما أظهر النموذج 4 قمماً إضافية عند $1250cm^{-1}$ و$980cm^{-1}$، في حين سجل النموذج 5 قمة إضافية عند $1110cm^{-1}$، مما يعكس تعقيداً بنيوياً أكبر وتنوعاً في التآثرات الكيميائية مقارنة بالنموذجين الآخرين [11].



الشكل 15.5: طيف الأشعة تحت الحمراء للهلام 4



الشكل16.5: طيف الأشعة تحت الحمراء للهلام1



الشكل 17.5: طيف الأشعة تحت الحمراء للهلام 5

تحليل مقارن:

جدول 10.5: جدول مقارنة القمم الامتصاصية (FTIR)

المجموعات الوظيفية	النطاق الموجي cm^{-1}	الهلام 1	الهلام 4	الهلام 5
تمدد (OH-)	3320	موجودة	موجودة	موجودة
تمدد (C-H)	2940	موجودة	موجودة	موجودة
(COO-/C=O)	1650	موجودة	موجودة	موجودة
انثناء (C-H)	1420	موجودة	موجودة	موجودة
(C-O /C-O-C)	1250 – 980	1050	1250، 980	1250، 1110، 980

نتائج الجفاف والغسل:

جدول 11.5: الخصائص الفيزيائية (زمن التجفيف وزمن الغسل) للهلامات المحضرة

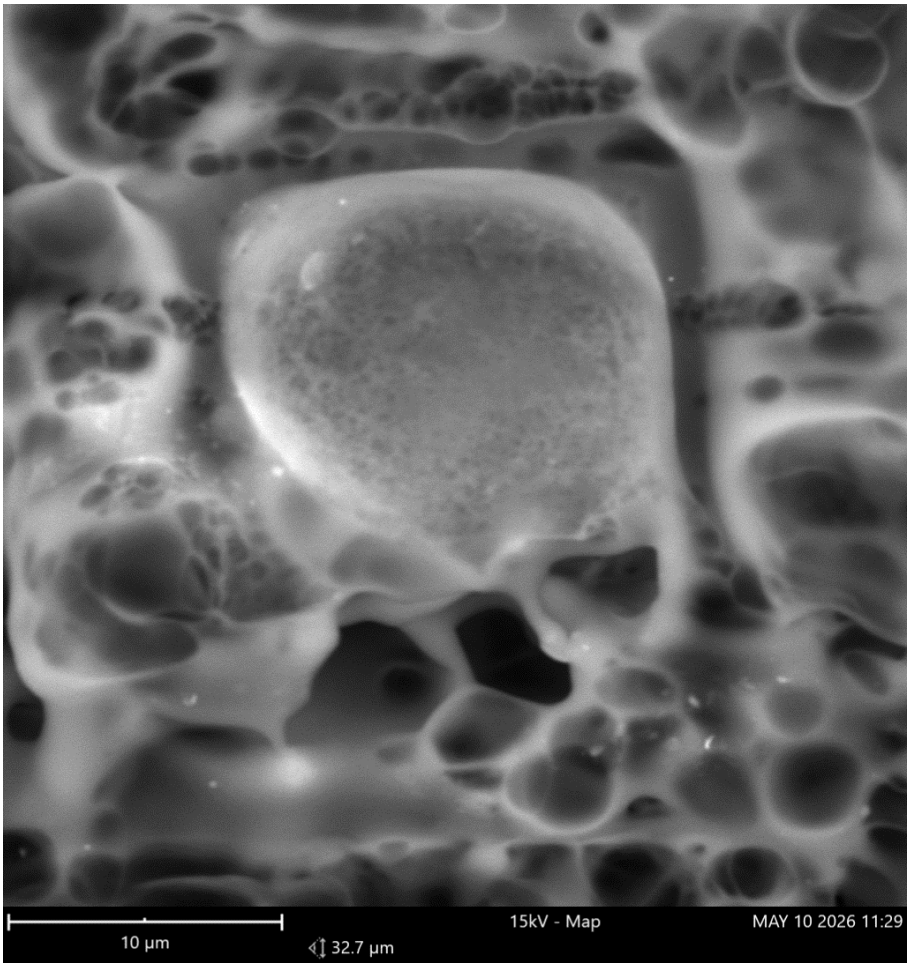
رقم الهلام	وقت الغسل(*Washability Time*)	وقت الجفاف(*Drying Time*)
1	1min 40s	**36min**
4	1min 10s	**26min**
5	40s	**10min**

أظهرت نتائج (الجدول5.16) زمن الغسل والجفاف اختلافا بين الصيغ المحضّرة، مما يعكس تأثير التركيبة على الخصائص الفيزيائية للهلام. سجلت الصيغة (1) أطول زمن غسل وتجفيف، حيث بلغ (1min 40sو36 min) على التوالي، مما يدل على بطء جفاف المستحضر وزيادة بقائه على سطح الجلد .أما الصيغة (4) فقد أظهرت زمن غسل متوسطا (1min 10s و26min)، وهو ما يشير إلى توازن مناسب بين الثبات وسرعة الجفاف، مما يجعلها ملائمة للاستعمال كضمادة هلامية للجروح.

في المقابل، سجلت الصيغة (5) أقصر زمن غسل 40s وأسرع زمن جفاف10min، مما يعكس سهولة انتشار المستحضر وسرعة جفافه، وهي خصائص مناسبة للاستعمال كبخاخ موضعي [12].

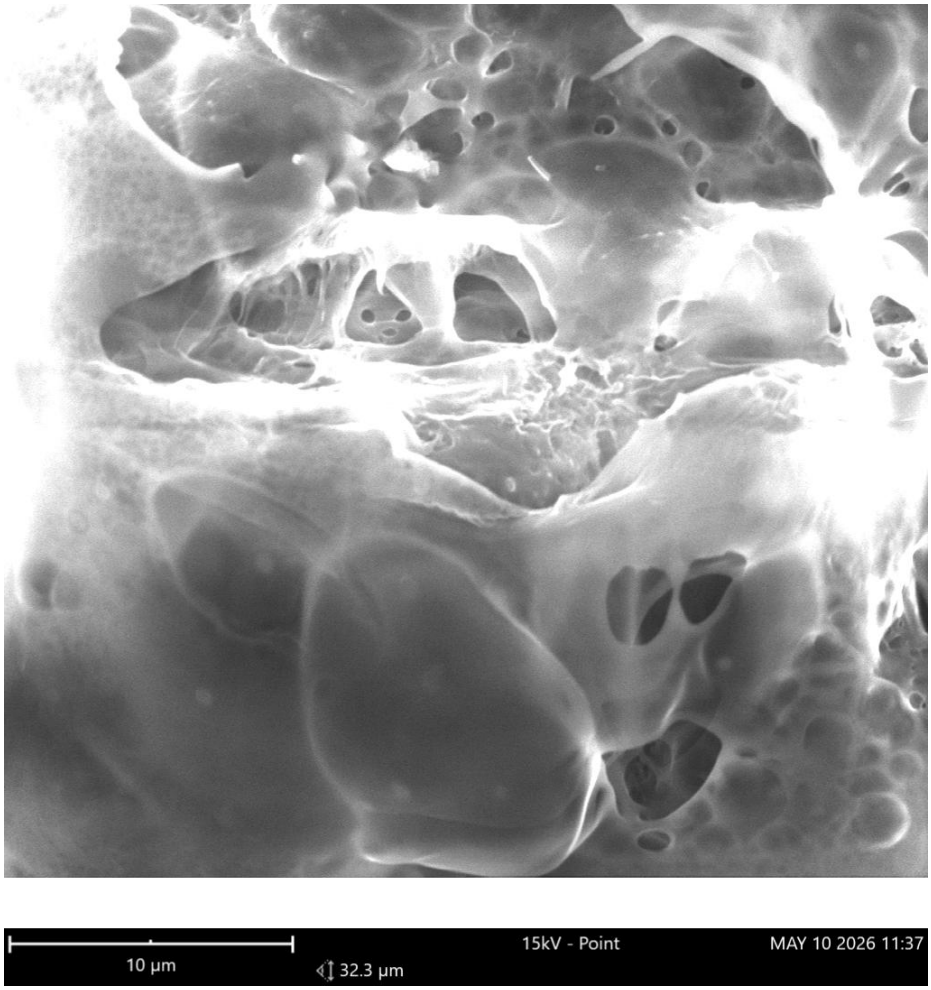
7-نتائج التشخيص باستعمال المجهر الالكتروني الماسح (SEM)

الهلام 1: تظهر الصورة بنية مصفوفة بوليمرية أكثر كثافة (*Dense Polymeric Matrix*) مع مسام متفرقة ومحدودة الاتصال. يشير هذا التوزيع إلى كثافة تشابك أعلى مقارنة بالعينات الأخرى، مما يؤدي إلى انخفاض في المسامية الكلية. من منظور وظيفي، قد تكون هذه البنية أقل كفاءة في معدل امتصاص السوائل أو تبادل الغازات(*Gas permeability*) ، لكنها قد توفر ميكانيكا هيكلية أكثر صلابة للضمادة.



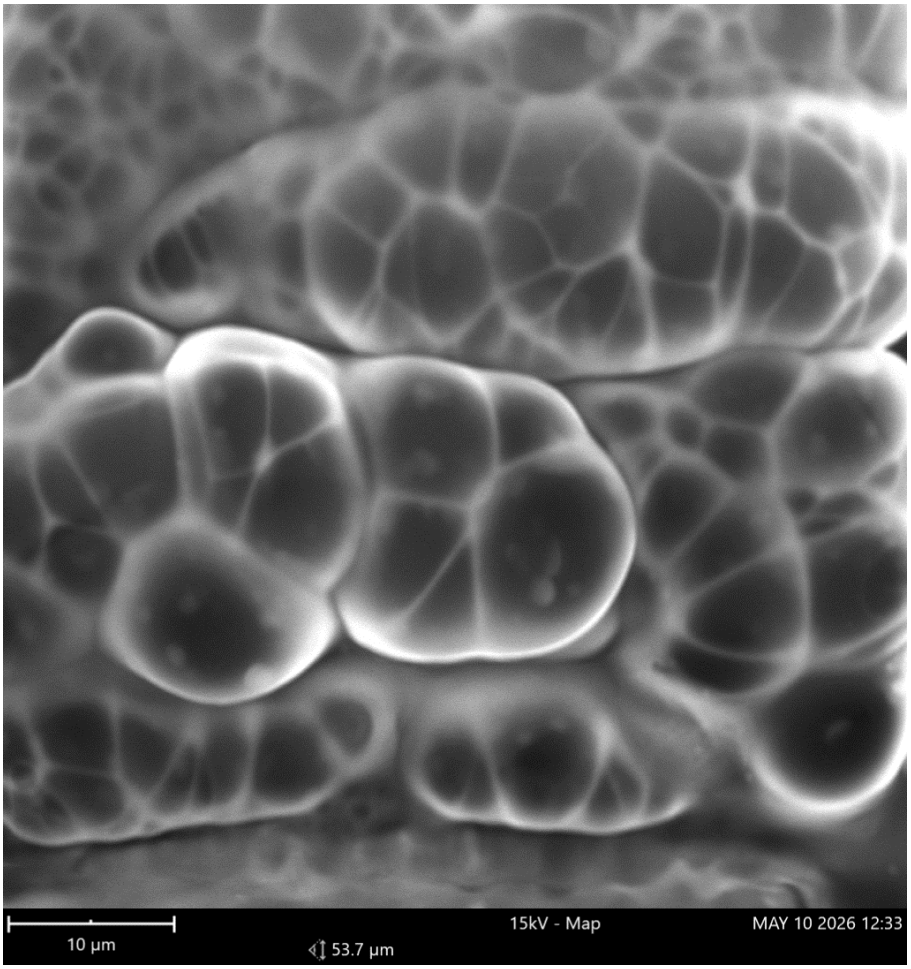
.الشكل 18.5: البنية المرفولوجية لسطح الفيلم المتشكل من الهلام 1

2 .الهلام 4: تكشف الصورة عن شبكة مسامية ذات ترابط عالٍ (*Highly Interconnected Porous Network*) وتجاويف غير منتظمة ولكنها موزعة بشكل وظيفي. هذا النمط المورفولوجي يعزز خاصية "الترابط المسامي"، وهو أمر حيوي في ضمادات الجروح لنقل السوائل (*Exudate management*) عبر مصفوفة الهلام المكونة من CMC و PVA و HPMC. التداخل بين هذه المسام يقلل من احتمالية تراكم السوائل على سطح الجرح.



الشكل 19.5: البنية المرفولوجية لسطح الفيلم المتشكل من الهلام 4

3 .الهلام 5: تظهر الصورة بنية خلوية منتظمة (*Foam-like Cellular Structure*) تشبه خلية النحل، تتميز بانتظام عالٍ في حجم وتوزيع المسام. توفر هذه البنية مساحة سطحية نوعية كبيرة (*High Specific Surface Area*)، مما يعزز من قدرة الانتفاخ (*Swelling capacity*) والامتصاص السريع للإفرازات. هذا النوع من البنية هو الأكثر ملاءمة لامتصاص السوائل بكفاءة عالية والحفاظ على بيئة رطبة.



الشكل 20.5: البتية المرفولوجية لسطح الفيلم المتشكل من الهلام 5

ثانياً: اختيار الصيغتين (4) و(5) للبحث العلمي

بناءً على النتائج المورفولوجية والبيانات التجريبية المسجلة، تم اعتماد التركيبتين "هلام 4 " و"هلام 5 " كنموذجين أساسيين لتشكيل الضمادة، يرجع ذلك الى الاسباب التالية:

التوازن الوظيفي(*Functional Balance*) : توفر الصيغتان (4) و(5) التوازن الأمثل بين المسامية العالية والترابط الهيكلي. فبينما توفر العينة (5) بنية خلوية مثالية لامتصاص السوائل، توفر العينة (4) شبكة مترابطة تسهل نقل هذه السوائل داخل الضمادة.

كفاءة الأداء الميداني: أظهرت الاختبارات التقنية السابقة لهذه الصيغ دقة في التوصيف المورفولوجي من حيث أوقات التجفيف وقابلية الغسل، حيث تراوحت أوقات التجفيف بين 10 إلى 36 دقيقة، مما يجعلها متوافقة مع متطلبات الضمادات البخاخية القابلة للتطبيق العملي.

8-مناقشة نتائج تحليل الاشعة تحت الحمراء ضمادة النهائية:

من بين الصيغ الثلاث للهلام تم اختيار 4 و5 حيث تم دمج كل مستخلص مع الهلام رقم 4 وكذلك الهلام رقم5 وكانت النتائج كالتالي:

8-1-مستخلص القراص مع القواعد الهلامية:

جدول 12.5: القمم المميزة والمجموعات الوظيفية المحددة بواسطة تقنية FTIR لمستخلص القراص مع القواعد الهلامية

المجموعة الوظيفية	المستخلص cm^{-1}	المستخلص + هلام 5 cm^{-1}	المستخلص + هلام 4 cm^{-1}
O-H (Stretch)	3350	3423	**3420**
C-H (Stretch)	2930	2925	**2930**
C=O / C=C	1620 (C=O)	1644 (C=O)	**1635 (C=C)**
C-H (Bend)	-	1462	**1455**
C-O (Stretch)	1050	1058	**1050**

من خلال تحليل البيانات في الجدول أعلاه، و (الشكل 5.13) يتضح وجود انزياحات واضحة في أرقام الموجات عند دمج مستخلص القراص مع القواعد الهلامية (هلام 4 وهلام 5). يعود الانزياح الملحوظ في حزمة الهيدروكسيل (-OH) نحو قيم أعلى (3423-3420) إلى تكوين روابط هيدروجينية قوية بين المجموعات الوظيفية للمستخلص والمصفوفة الهلامية، مما يعزز من استقرار التركيبة. كما أن التغير

في شدة ومواقع قمم الكربونيل والروابط الإيثرية يؤكد نجاح عملية التغليف (*Encapsulation*) أو الامتزاز الجزيئي للمكونات الفعالة [1،11].

8-2-مستخلص الخياطة مع القواعد الهلامية:

جدول 13.5: القمم المميزة والمجموعات الوظيفية المحددة بواسطة تقنية FTIR لمستخلص الخياطة مع القواعد الهلامية

المجموعة الوظيفية	المستخلص cm^{-1}	المستخلص + هلام 5 cm^{-1}	المستخلص + هلام4 cm^{-1}
O-H (Stretch)	3340	3421	**3415**
C-H (Stretch)	2920	2927	**2926**
C=O (Stretch)	1690	1638	**1642**
C-H (Bend)	1450	1457	**1456**
C-O (Stretch)	1050	1084	**1077**
C-H Aromatic	507	-	-

من خلال المقارنة، يتضح حدوث انزياح واضح في مواقع الحزم المميزة للمجموعات الوظيفية عند دمج مستخلص الخياطة في المصفوفات الهلامية (الشكل5.14). يعزى الانزياح نحو قيم أعلى في حزم الهيدروكسيل (-OH) من $3340cm^{-1}$ في المستخلص إلى $3415cm^{-1}$و$3421cm^{-1}$ في التركيبات المدمجة إلى تكوين روابط هيدروجينية قوية ومستقرة بين المكونات الفينولية للمستخلص والسلاسل البوليمرية للهلام. إن التغيرات الطفيفة في مواقع قمم الكربونيل (C=O) والروابط (C-O) تؤكد التداخل الجزيئي الناجح وتغليف المواد الفعالة داخل الهيكل الهلامي. تشير هذه النتائج إلى أن كلا من التركيبة الرابعة والخامسة تعملان كحوامل فعالة لمستخلص الخياطة [1،11].

8-3- مستخلص البروبوليس مع القواعد الهلامية:

جدول 14.5: القمم المميزة والمجموعات الوظيفية المحددة بواسطة تقنية FTIR لمستخلص البروبوليس مع القواعد الهلامية

المستخلص +هلام 4 cm^{-1}	المستخلص + هلام 5 cm^{-1}	المستخلص cm^{-1}	المجموعة الوظيفية
3358	3354	3400	O-H (Stretch)
2925	2926/2855	2920	C-H (Stretch)
1714	1706	1700	C=O (Stretch)
-	1604	1600	C=C (Aromatic)
1450	1454/1375	-	C-H (Bend)
1055	1054	1050	C-O (Stretch)

بالمقارنة يتبين حدوث انزياحات طيفية مميزة تشير إلى نجاح دمج مستخلص البروبوليس داخل المصفوفات الهلامية الرابعة والخامسة (الشكل 5.15). إن انزياح حزمة الهيدروكسيل (OH-) نحو قيم تتراوح بين $3354cm^{-1}$ و $3358cm^{-1}$في التركيبات المدمجة يعكس تشكل روابط هيدروجينية قوية بين المركبات الفينولية في البروبوليس وسلاسل البوليمر، مما يعزز الاستقرار التركيبي. كما أن الحفاظ على القمم المميزة للكربونيل (C=O) والروابط الأروماتية (C=C) ضمن التركيبات المدمجة يؤكد بقاء المكونات النشطة بيولوجياً للبروبوليس بحالة فعالة ومحمية [2،11].

8-4-مستخلص الخبيزة مع القواعد الهلامية:

جدول 15.5: القمم المميزة والمجموعات الوظيفية المحددة بواسطة تقنية FTIR لمستخلص الخبيزة مع القواعد الهلامية

المجموعة الوظيفية	المستخلص cm^{-1}	الخبيزة + هلام 5 cm^{-1}	الخبيزة + هلام 4 cm^{-1}
O-H (Stretch)	3360	3340	**3275**
C-H (Stretch)	2930	2925	**2920**
C=O (Stretch)	1610	1645	**1635**
C-H (Bend)	1420	1415	**1412**
C-O (Stretch)	1050	1040	**1030**
C-H (Out of plane)	830	-	**-**

توضح المقارنة التغيرات الحادثة في مواقع الحزم المميزة عند دمج مستخلص الخبيزة في المصفوفات الهلامية (الشكل5.16). يظهر الانزياح في مواقع حزم الهيدروكسيل (OH-) والكربونيل (C=O)تأثراً واضحا يعكس تفاعلات كيميائية (روابط هيدروجينية) بين المركبات الفينولية في مستخلص الخبيزة والبوليمرات المكونة للهلام (التركيبتين 4 و5). إن الحفاظ على الهوية الكيميائية للمستخلص، كما يظهر من ثبات القمم الوظيفية الرئيسية في الأطياف المدمجة، يؤكد نجاح عملية التغليف (*Encapsulation*)داخل الهلام. هذه النتائج تعزز فرضية أن التركيبتين تعملان كحوامل مستقرة وفعالة للمواد النشطة في الخبيزة [1،11].

8-5- مستخلص لسان الحمل مع القواعد الهلامية:

جدول 16.5: القمم المميزة والمجموعات الوظيفية المحددة بواسطة تقنية FTIR لمستخلص لسان الحمل مع القواعد الهلامية

المجموعة الوظيفية	المستخلص cm^{-1}	المستخلص + هلام 5 cm^{-1}	المستخلص + هلام4 cm^{-1}
O-H (Stretch)	3350	3338	3330
C-H (Stretch)	2920	2922	2925
C=O (Stretch)	1630	1622	1615
C-H (Bend)	-	1412	1410
C-O (Stretch)	1050	1058	1050

توضح المقارنة الطيفية أعلاه التداخل الجزيئي الناجح عند دمج مستخلص لسان الحمل في المصفوفات الهلامية (الشكل 5.17). يُظهر انزياح حزم الهيدروكسيل (-OH) نحو قيم $3330cm^{-1}$و$3338cm^{-1}$ في التركيبات المدمجة تشكل روابط هيدروجينية تعزز من تماسك واستقرار الهلام. إن الحفاظ على القمم الوظيفية الرئيسية، لا سيما الكربونيل (C=O) والروابط(C-O) ، يؤكد الاحتفاظ بالنشاط البيولوجي للمكونات الفعالة للمستخلص [1،11].

8-6- مستخلص الكاليندولا مع القاعدة الهلامية رقم4:

جدول 17.5: القمم المميزة والمجموعات الوظيفية المحددة بواسطة تقنية FTIR لمستخلص الكاليندولا مع القواعد الهلامية

المجموعة الوظيفية	المستخلص cm^{-1}	الكاليندولا + هلام 4 cm^{-1}
O-H (Stretch)	3360	3340
C-H (Stretch)	2930	2925
C=O (Stretch)	1610	1642
C-H (Bend)	-	1412
C-O (Stretch)	1050	1043

يؤكد تحليل FTIR للتركيبة الرابعة المدمجة مع مستخلص الكالينديولا (الشكل 5.18) حدوث تفاعل جزيئي إيجابي، حيث يظهر انزياح حزمة الهيدروكسيل إلى $3340cm^{-1}$، مما يشير إلى تكوين روابط هيدروجينية فعالة بين المركبات الفينولية في الكالينديولا وسلاسل البوليمر المكونة للهلام، مما يعزز الاستقرار البنيوي للتركيبة. كما أن ثبات وموقع القمم الخاصة بالكربونيل (C=O) والروابط (C-O) في المنتج المدمج يؤكد احتواء المكونات النشطة بيولوجيا داخل المصفوفة الهلامية وحمايتها من التحلل [1،11].

مراجع الفصل الخامس:

[5] دباشي أ، برحمون أ. تطوير ضمادات حيوية لالتئام الجروح باستخدام السيليلوز الطبيعي والجيلاتين المعزز بمواد نانوية ومستخلصات نباتية [مذكرة ماستر]. الوادي، الجزائر: جامعة الشهيد حمه لخضر؛ 2025.

[1] Silverstein RM, Webster FX, Kiemle DJ, Bryce DL. Spectrometric Identification of Organic Compounds. 7th ed. Hoboken (NJ): John Wiley & Sons; 2005.

[2]Silva LC, Lacerda RA, Silva-Filho JM, et al. FTIR analysis and quantification of phenols and flavonoids of five commercially available plants extracts used in wound healing. J Ethnopharmacol. 2026; 352:119642.

[3]Belal MO, Basedia DK, Dubey BK. Extraction, Phytochemical Investigation and Wound Healing Activity of the Hydroalcoholic Flower Extracts of Calendula officinalis. Asian J Pharm Educ Res. 2023;12(2):37-45.

[4]Altıntaş ÖE, Çelik PA. A liposomal controlled delivery system for Plantago major L. extracts and their biological activity for wound healing. J Microbiol Biotech Food Sci. 2024 Dec 1;14(3):e9929. doi: 10.55251/jmbfs.9929

[6]Petkova N, Popova A, Alexieva I. Antioxidant properties and some phytochemical components of the edible medicinal Malva sylvestris L. Journal of Medicinal Plants Studies. 2019;7(1):96-99.

[7]Kolaylı S, Birinci C. A comparative study of solvent effect on propolis extraction by ultrasound-assisted extraction. Turk J Anal Chem. 2024;6(1):11–17. doi:10.51435/turkjac.1445121.

[8] Paulauskienė A, Tarasevičienė Ž, Laukagalis V. Evaluation of Chemical Profile and Antioxidant Activity of Stinging Nettle. Plants. 2023;12(2):309.

[9] Righi N, Benamghar A, Boumerfeg S, Baghiani A. In vitro evaluation of alpha-amylase inhibitory activity of medicinal plant extracts. J Enzyme Inhib Med Chem. 2021;36(1):1452-1461.

[10] Balouiri M, Sadiki M, Ibnsouda SK. Methods for in vitro evaluating antimicrobial activity: A review. J Pharm Anal. 2016; 6(2): 71-79.

[11] Lamberti M, Trifuoggi M, Galdiero M, Galdiero S, Vitale A. Hydrogels for biomedical applications: A review of analytical techniques. J Appl Polym Sci. 2014;131(21):41005.

[12]Desai S, Patel S, Panchal H, Patel D, Sethi J, Shah H, et al. Formulation Development and Evaluation of Film Liquid Bandage Using Gallic Acid for Wound Healing. J Nat Remedies. 2024; 2232-41. doi: 10.18311/jnr/2024/43800.

الخاتمة

في ختام هذه الدراسة، يمكن القول إن هذه المذكرة سعت إلى معالجة إشكالية علمية وطبية بالغة الأهمية، تتمثل في البحث عن بدائل علاجية مبتكرة وفعالة لإدارة الجروح، لا سيما المزمنة منها والمُعرضة للعدوى البكتيرية. ولتحقيق ذلك، ارتكز عملنا على تصميم وتطوير ضمادات طبية هلامية (*Hydrogels*) متطورة، تعتمد على التآزر بين مصفوفات بوليمرية متوافقة حيوياً (PVA، HPMC، وCMC)، وبين مستخلصات طبيعية غنية بالمركبات النشطة بيولوجياً، والمتمثلة في البروبوليس ومجموعة مختارة من النباتات الطبية (الكاليندولا، لسان الحمل، الخبيزة، القراص، والخياطة).

من خلال مسارنا التجريبي، توصلنا إلى جملة من النتائج الهامة التي تؤكد نجاعة المقاربة المعتمدة؛ حيث أثبتت مرحلة الاستخلاص كفاءة التقنية المدعمة بالأمواج فوق الصوتية، مبرزةً تفوق البروبوليس من حيث المردود الذي بلغ (35%) مقارنة بباقي النباتات. كما أكدت التحاليل الفيزيوكيميائية والطيفية، بما في ذلك مطيافية الأشعة تحت الحمراء (FTIR) والتقدير الكمي بالأشعة فوق البنفسجية والمرئية (UV-Vis)، الغنى الملحوظ لهذه المستخلصات بالمركبات الفينولية والفلافونويدية، والتي تُعد الركيزة الأساسية للفعالية العلاجية.

وعلى الصعيد البيولوجي، قدمت النتائج دليلاً قوياً على الخصائص العلاجية الواعدة لهذه المستخلصات؛ فقد أبدت نشاطاً ملحوظاً في تثبيط إنزيم ألفا–أميليز، مما يسلط الضوء على فائدتها المزدوجة في تطبيقات الجروح لدى مرضى السكري. كما أظهرت الفحوصات الميكروبيولوجية فعالية تثبيطية وقاتلة هامة ضد السلالات البكتيرية الممرضة والشائعة في تلويث الجروح (مثل *Staphylococcus aureus* و*Pseudomonas aeruginosa*).

إن نجاح صياغة وتطوير الضمادات الهلامية المحملة بهذه المستخلصات يثبت إمكانية تحويل هذه الموارد الطبيعية إلى تطبيقات صيدلانية قابلة للاستخدام. فقد وفرت المصفوفات البوليمرية دعامة

ميكانيكية وبيئة رطبة مثالية لالتئام الجروح، بينما تكفلت المستخلصات الطبيعية بتوفير الحماية المضادة للميكروبات والمحفزة للشفاء.

الآفاق المستقبلية: رغم النتائج الإيجابية والمشجعة التي تم التوصل إليها في هذا البحث، إلا أن هذا العمل يُعد خطوة أولية تفتح آفاقاً واسعة لمزيد من الدراسات والتحسينات السريرية والتطبيقية. وبناءً على ذلك، نقترح التوصيات والآفاق التالية:

1. **دراسات في الجسم الحي (In vivo):** الانتقال من الاختبارات المخبرية (In vitro) إلى تقييم فعالية الضمادات المطورة على حيوانات التجارب لدراسة حركية التئام الجروح النسيجية بدقة، وتقييم الاستجابة المناعية للجلد.

2. **دراسة حركية التحرر (*Release Kinetics*):** إجراء اختبارات لتقييم سرعة ونمط تحرر المركبات الفعالة (الفينولات والفلافونويدات) من المصفوفة الهلامية بمرور الزمن لمحاكاة ظروف الجرح الحقيقية.

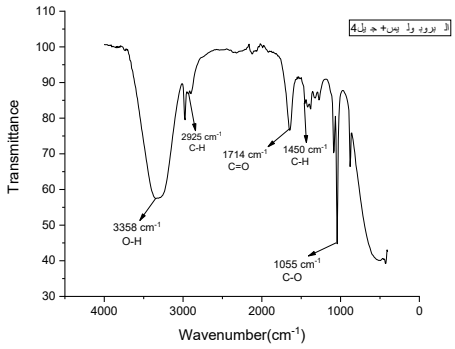
3. **تقييم السمية الخلوية (*Cytotoxicity*):** إجراء اختبارات التوافق الحيوي والسمية على خطوط خلوية جلدية (مثل الخلايا الليفية *Fibroblasts*) لتأكيد الأمان التام للضمادات قبل التفكير في أي تجارب سريرية على الإنسان.

4. تحسين الخصائص الميكانيكية والريولوجية: استكشاف إمكانية تدعيم الهلام بمواد نانوية (مثل جسيمات الفضة النانوية أو السليلوز النانوي)، أو استخدام روابط تشابك (*Cross-linkers*) طبيعية لزيادة قوة ومتانة الضمادة دون التأثير على توافقها الحيوي.

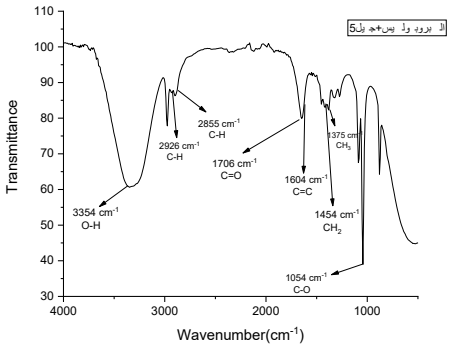
5. توسيع الطيف الميكروبيولوجي: اختبار الفعالية المضادة للميكروبات للضمادات ضد طيف أوسع من البكتيريا المقاومة للمضادات الحيوية (MDR) والفطريات المسببة للإنتانات الجلدية.

ختاماً، نأمل أن تشكل هذه المذكرة لبنة إضافية في صرح البحث العلمي الصيدلاني والتطبيقي في الجزائر، وأن تمهد الطريق نحو استغلال أمثل وأكثر استدامة لثرواتنا الطبيعية في ابتكار حلول علاجية تخدم الصحة العامة وتخفف من معاناة المرضى.

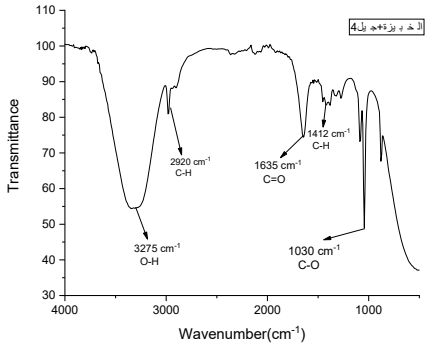
الملاحق



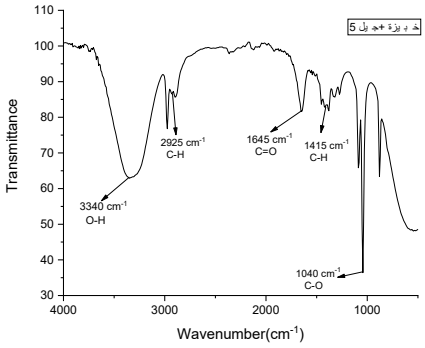
طيف الأشعة تحت الحمراء لمستخلص البروبوليس مع جيل4



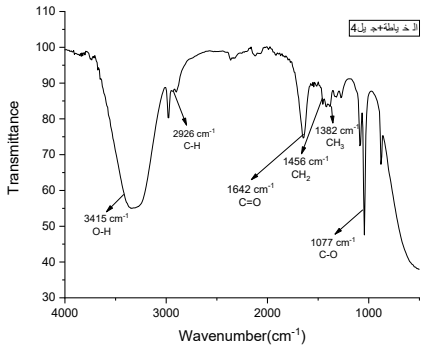
طيف الأشعة تحت الحمراء لمستخلص البروبوليس مع جيل5



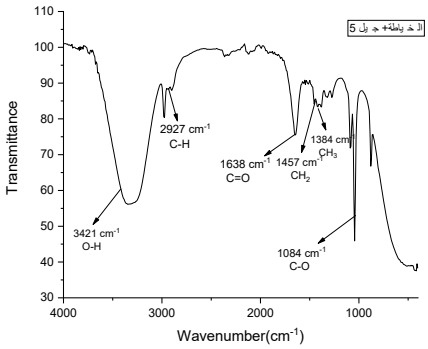
طيف الأشعة تحت الحمراء لمستخلص الخبيزة مع جيل4



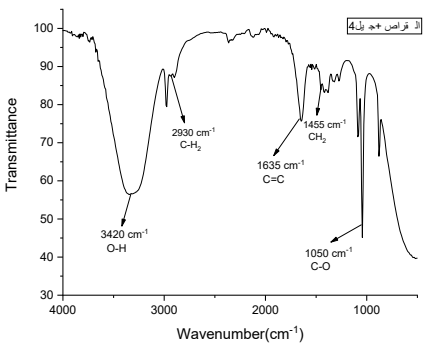
طيف الأشعة تحت الحمراء لمستخلص الخبيزة مع جيل5



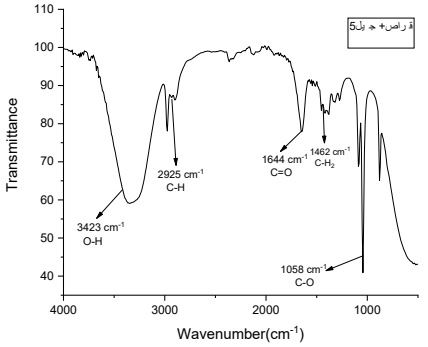
طيف الأشعة تحت الحمراء لمستخلص الخياطة مع جيل4



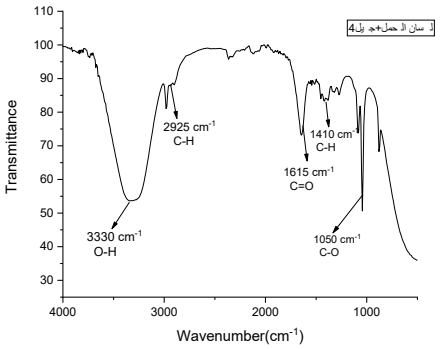
طيف الأشعة تحت الحمراء لمستخلص الخياطة مع جيل5



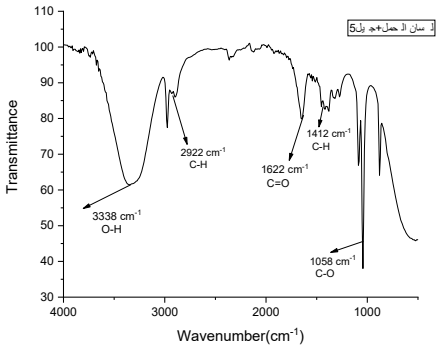
طيف الأشعة تحت الحمراء لمستخلص القراص مع جيل4



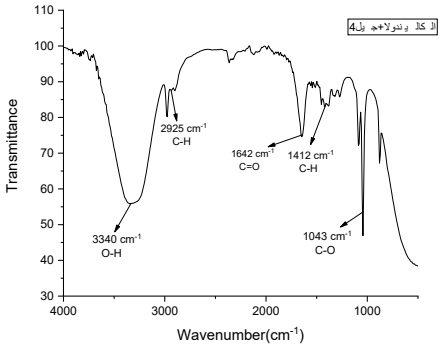
طيف الأشعة تحت الحمراء لمستخلص القراص مع جيل5



طيف الأشعة تحت الحمراء لمستخلص لسان الحمل مع جيل4



طيف الأشعة تحت الحمراء لمستخلص لسان الحمل مع جيل5



طيف الأشعة تحت الحمراء لمستخلص الكاليندولا مع جيل4



People's Democratic Republic of Algeria
Ministry of Higher Education and Scientific Research
University of Echahid Hamma Lakhdar – El Oued
Faculty of Exact Sciences
Department of Chemistry
In Partnership with ACE & LEVRES Research Laboratories

CERTIFICATE OF PARTICIPATION

This is to certify that

Hadjer Aguieb

has successfully presented a Poster entitled:

"Quantitative Estimation of Active Substances in Five Medicinal Plants Used for Blood Sugar Regulation in Algeria"

Co-authored by: Latifa Aguieb, Amira Boutayeb, Aya Hamima, Abdelkrim Rebiai

At the 3rd Study Day on Applied Chemistry and Environmental Engineering (SDACEE'3), held at the Faculty of Exact Sciences, University of El Oued, on April 23, 2026.

The Dean

Presented this 23rd day of April, 2026



People's Democratic Republic of Algeria
Ministry of Higher Education and Scientific Research
University of Echahid Hamma Lakhdar – El Oued
Faculty of Exact Sciences
Department of Chemistry
In Partnership with ACE & LEVRES Research Laboratories

CERTIFICATE OF PARTICIPATION

This is to certify that

Amira Boutayeb

has successfully presented a Poster entitled:

"Formulation and Evaluation of Liquid and Spray Hydrogel Bandages Loaded with Medicinal Plant Extracts and Propolis"

Co-authored by: Aya Hamima, Hadjer Aguieb, Latifa Aguieb, Abdelkrim Rebiai

At the 3rd Study Day on Applied Chemistry and Environmental Engineering (SDACEE'3), held at the Faculty Exact Sciences, University of El Oued, on April 23, 2026.

The Dean

Presented this 23rd day of April, 2026