رقم الترتيب :

رقم التسلسل:

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
وزارة التعليـم العـالي والبحـث العلـمي
جامعة الشهيد حمه لخضر بالوادي
كليـة علـوم الطبيعـة والحيـاة
قسـم البيـولـوجيـا

مذكرة مقدمة لاستكمال متطلبات نيل شهادة ماستر أكاديمي

الشعبة: العلوم البيولوجية

التخصص: تنوع حيوي وفيزيولوجيا النبات

اختبار مساهمة في دراسة الفعالية البيولوجية للمخاط النباتي المستخلص من نبات البوقريبة *Zygophyllum album* النامي في منطقة واد سوف

من إعداد الطالبتين:

- **كعب سمية**
- **بوزنادة ابتسام**

لجنة المناقشة:

د.لجدل علي تفاحة	جامعة الشهيد حمه لخضر الوادي	رئيسا
أ.د. شويخ عاطف	جامعة الشهيد حمه لخضر الوادي	مشرفا ومقررا
د. سيقني خولة	جامعة الشهيد حمه لخضر الوادي	مساعد مشرف
د. قادري منيرة	جامعة الشهيد حمه لخضر الوادي	مناقشا

الموسم الجامعي : 2026/2025

رقم الترتيب :

رقم التسلسل:

وزارة التعليـم العـالي والبحـث العلـمي
جامعة الشهيد حمه لخضر بالوادي
كليـة علـوم الطبيعـة والحيـاة
قسـم البيـولـوجيـا

مذكرة مقدمة لاستكمال متطلبات نيل شهادة ماستر أكاديمي

الشعبة: العلوم البيولوجية

التخصص: تنوع حيوي وفيزيولوجيا النبات

اختبار مساهمة في دراسة الفعالية البيولوجية للمخاط النباتي المستخلص من نبات البوقريبة *Zygophyllum album* النامي في منطقة واد سوف

من إعداد الطالبتين:

- كعب سمية
- بوزنادة ابتسام

لجنة المناقشة:

د.لجدل علي تفاحة	جامعة الشهيد حمه لخضر الوادي	رئيسا
أ.د. شويخ عاطف	جامعة الشهيد حمه لخضر الوادي	مشرفا ومقررا
د. سيقني خولة	جامعة الشهيد حمه لخضر الوادي	مساعد مشرف
د. قادري منيرة	جامعة الشهيد حمه لخضر الوادي	مناقشا

الموسم الجامعي : 2026/2025

بسم الله الرحمن الرحيم

وقل رب زدني علما

شكر وتقدير

الشكر و الحمد و الثناء لله تعالى أولا و أخرا على منه علينا بإتمام و إنجاز هذا العمل والصلاة والسلام على سيدنا محمد صلى الله عليه وسلم.

الحمد لله حمدًا كثيرًا، الذي منحنا الفرصة وذلل لنا الصعاب، ووفقنا لإتمام هذا العمل.

نتقدم بخالص الشكر وعظيم الامتنان إلى كل من ساهم في إنجاز هذه المذكرة، وأخص بالذكر الأستاذ المشرف البروفيسور شويخ عاطف الذي لم يبخل علينا بالنصائح والتوجيهات العلمية القيّمة، وكان خير سند طوال فترة إعداد هذا العمل.

وكذلك الأستاذة الدكتورة سيقني خولة التي ساعدتنا ووجهتنا في هذا العمل و كانت لنا موجها ومصححا ومساعدا في هذا العمل.

كما أتوجه بالشكر إلى أعضاء لجنة المناقشة لتفضلهم بقبول قراءة هذه المذكرة وتقييمها، وإلى جميع أساتذة قسم البيولوجيا لما قدموه لنا من علم ومعرفة طوال مشوارنا الدراسي.

ولا يفوتني أن أتقدم بأسمى عبارات الشكر والتقدير إلى عائلتي الكريمة على دعمها المتواصل وصبرها وتشجيعها الدائم، وإلى كل الأصدقاء والزملاء الذين ساعدوني من قريب أو بعيد في إنجاز هذا العمل.

وفي الأخير، نسأل الله أن يكون هذا العمل نافعًا ومفيدًا، وأن يوفقنا جميعًا لما فيه الخير والنجاح.

.

سمية إبتسام

إهداء

بسم الله الرحمن الرحيم

﴿يَرْفَعِ اللَّهُ الَّذِينَ آمَنُوا مِنكُمْ وَالَّذِينَ أُوتُوا الْعِلْمَ دَرَجَاتٍ ۚ وَاللَّهُ بِمَا تَعْمَلُونَ خَبِيرٌ﴾

الحمد لله حمدا يليق بجلاله وعظيم فضله، الحمد لله الذي أنار لي طريق العلم، ومنحني القوة بعد التعب، والأمل بعد كل لحظة ضعف، فله الحمد أولا وآخرا، وظاهرا وباطنا، على نعمه التي لا تعد ولا تحصى

إلى نفسي...

إلى تلك الروح التي تعبت كثيرًا ولم تُظهر ضعفها لأحد، إلى قلبي الذي تحمل الضغوط والخيبات والتعب، ثم نهض في كل مرة وكأن شيئًا لم يكن،

أهديه لنفسي التي آمنت بالحلم رغم صعوبة الطريق،والتي سهرت وتعبت واجتهدت حتى وصلت إلى هذه اللحظة بكل فخر.

إلى نفسي التي كانت دائمًا أقوى مما ظنت، شكرًا لأنكِ لم تستسلمي يومًا.

إلى من جُعلت الجنة تحت أقدامها، و سهرت الليالي من أجل راحتي، وغمرتني بحنانها ودعواتها الصادقة... أمي الحبيبة، أطال الله في عمرها وحفظها لي.

إلى من كان قدوتي في الحياة، ومن علمني أن الاجتهاد طريق النجاح، وكان سندي وقوتي في كل المواقف... أبي العزيز، حفظه الله ورعاه.

إلى من فارقتني قبل أن أفرح بها، فلذة كبدي جعلها الله ذخرًا لي يوم القيامة.

إلى إخوتي وأخواتي، الذين شاركوني لحظات التعب والفرح، وكانوا دائمًا مصدر دعم وتشجيع ومحبة.

إلى أستاذنا البروفيسور شويخ عاطف الذي كان لنا رفيقا وناصحًا ومصححًا

إلى الدكتورة سيقني خولة التي كانت لنا موجهة وناصحة ومرافقة في هذا العمل

إلى جميع أفراد عائلتي الكريمة، صغيرهم وكبيرهم، الذين أحاطوني بالدعاء والمساندة طوال مشواري الدراسي.

إلى أصدقائي وزملائي، الذين رافقوني في طريق العلم، وتقاسمنا معًا أجمل اللحظات وأصعبها، فكانوا خير الرفقة.

إلى كل أساتذتي الأفاضل الذين أناروا لنا طريق العلم والمعرفة، وكان لهم الفضل بعد الله في تكويننا العلمي.

إلى كل من مدّ لي يد العون، وساندني بكلمة طيبة أو دعاء صادق، من قريب أو بعيد.

أهدي هذا العمل المتواضع، ثمرة سنوات من الجد والاجتهاد، راجية من الله عز وجل أن يجعله بداية نجاح وتوفيق في حياتي العلمية والعملية.

سمية

إهداء

بسم الله الرحمن الرحيم

الحمدُ للهِ الذي بنعمته تتمُّ الصالحات، وبفضله تُدرك الغايات، نحمده سبحانه على توفيقه وعونه، ونستمدُّ منه دوام النجاح والسداد.

أهدي هذا العمل

إلى نفسي

التي سارت بين دروب التعب بثبات، وآمنت بأن خلف كل صبرٍ نجاح،وخلف كل اجتهاد حلمٌ يستحق الوصول.

إلى عائلتي الكريمة،أنتم نعمة العمر وجمال الطريق،بكم كان الأمان، ومن دعواتكم استمددت القوة، فكنتم النور الذي يضيء عتمة الأيام،والسند الذي لا يميل مهما اشتدت الصعاب.

إلى زوجي ،رفيق الدرب وطمأنينة القلب،شكرًا لأنك كنت أقرب الناس دعمًا ومساندة، ولأن كلماتك كانت دائمًا تمنحني الأمل، وحضورك كان القوة التي أستند إليها في كل خطوة.

إلى أساتذتي الأفاضل

أصحاب الفضل بعد الله،

الذين زرعوا فينا قيمة العلم،

وأناروا لنا طريق المعرفة بالحكمة والتوجيه،

فلكم مني خالص الامتنان وعظيم التقدير.

كما أتقدم بخالص الشكر والتقدير إلى أستاذنا المشرف على هذه المذكرة،الذي لم يبخل علينا بتوجيهاته ونصائحه القيمة،

الى الاستاذة سيقني خولة التي كان لحرصها ومتابعتها الأثر الكبير في إنجاز هذا العمل على أكمل وجه.

و لكل قلبٍ أحبني بصدق ، ولكل يدٍ امتدت لي بالعون.

ولكل دعوةٍ صادقة كانت ترافقني في الخفاء،راجيةً من الله أن يجعل ثمرة هذا الجهد بدايةً لأيامٍ أجمل ونجاحاتٍ أعظم.

إبتسام

الملخص

تهدف دراستنا الى تثمين مخاط نبات *Zygophyllum album* المعروف بالبوقريبة المنتشر بكثرة في منطقة واد سوف وفي الصحراء بصفة عامة، وتقييم بعض خصائصه الكيميائية والبيولوجية، وذلك من خلال تحديد محتواه من عديدات الفينول والفلافونويدات ودراسة النشاطية المضادة للأكسدة، السعال والقرحة المعدية.

أظهر تحليل المخاط بالأشعة تحت الحمراء روابط من نوع O–H و C–H و C=O و C–O–C، مما يؤكد غناه بالسكريات المتعددة والأحماض اليورونية، وهي مركبات مسؤولة عن خصائصه الفيزيائية مثل اللزوجة والقدرة على تكوين الهلام. كما دلّت القمم المسجلة على وجود روابط غليكوزيدية وبنية كربوهيدراتية مميزة للمخاط النباتي.

كما بينت التحاليل الكيميائية للمخاط والتي شملت التقدير الكمي لنواتج الأيض الثانوي ، حيث بلغت قيمة عديدات الفينول 9.95 ± 0.92 ملغ مكافئ للحمض الغاليك/غ من المخاط الجاف، والفلافونويدات بلغت 7.17 ± 0.27 ملغ مكافئ الكرسيتين/غ من المخاط الجاف ، كما تم تقييم النشاط البيولوجي للمخاط من خلال تحديد الفعالية المضادة للأكسدة وذلك من خلال اجراء اختبار DPPH ،وFRAP ، و SPF حيث أظهراختبار DPPH فعالية معتبرة إذ بلغت قيمة IC50 15.44 ± 569.32 ميكروغرام/مل أما في إختبار FRAP كانت قيمة ECAbs 0.5 بـ 8572.5 ±7.07 ميكروغرام/مل كما سجلت قيمة معتبرة لمعامل الحماية من أشعة الشمس قدرت بـ 81.39 ±13.46 .

أما في اختبارات *in vivo*، استخدمت جرذان مخبرية واستحدثت فيها قرحة المعدة بواسطة HCl/ الميثانول، أظهرت النتائج فعالية المخاط النباتي في علاج القرحة من خلال حماية الغشاء المخاطي للمعدة والتقليل من حدة التقرحات، بالإضافة الى النشاط المضاد للسعال حيث ساهم في التخفيف من نوبات السعال وذلك بفضل خصائصه الملطفة والمهدئة للأغشية المخاطية.

تبين نتائج الدراسة المتحصل عليها أن المخاط النباتي المستخلص من نبات *Z.album* يمثل مصدرًا طبيعيًا واعدًا يمكن الاستفادة منه في المجالات الصيدلانية والغذائية، كما تؤكد هذه الدراسة أهمية النباتات الصحراوية كمصدر غني بالمركبات الحيوية ذات القيمة التطبيقية والطبية.

الكلمات المفتاحية: المخاط النباتي، *Zygophyllum album*، النشاط المضاد للأكسدة، النشاط المضاد للقرحة، النشاط المضاد للسعال.

Abstract

Our study aims to value the mucilage of *Zygophyllum album* plant, commonly known as "Bougriba," which is widespread in the Oued Souf region and the Sahara Desert, and to evaluate some of its chemical and biological properties. This will be achieved by determining its polyphenol and flavonoid content and studying its antioxidant, antitussive, and anti-ulcer activities.

Infrared spectroscopy analysis of the mucus revealed O–H, C–H, C=O, and C–O–C bonds, confirming its richness in polysaccharides and uronic acids. These compounds are responsible for its physical properties, such as viscosity and gel-forming ability. The recorded peaks also indicate the presence of glycosidic bonds and a carbohydrate structure characteristic of plant mucilage. Chemical analyses of the mucilage, including the quantitative determination of secondary metabolites, revealed that polyphenols reached 0.92 ± 9.95 mg equivalent to gallic acid/g of dry mucilage, and flavonoids reached 0.27 ± 7.17 mg equivalent to quercetin/g of dry mucilage.

The biological activity of the mucilage was assessed by determining its antioxidant activity using the DPPH, FRAP, and SPF tests. The DPPH test showed significant activity, with an IC_{50} value of 15.44 ± 569.32 µg/ml. The FRAP test showed activity of ECAbs 0.5 7.07 µg/ml. A significant SPF value of 13.46 ± 81.39 was also recorded. In *in vivo* tests, white rats were used, and gastric ulcers were induced in them using HCl. The results showed that plant mucilage extracted from *Zygophyllum album* is effective in treating ulcers by protecting the gastric mucosa and reducing the severity of ulcers. It also exhibited antitussive activity, helping to alleviate coughing fits thanks to its soothing and calming properties for the mucilage membranes.

The study results indicate that plant mucilage extracted from *Zygophyllum album* represents a promising natural resource that can be utilized in the pharmaceutical and nutritional fields. This study also confirms the importance of desert plants as a rich source of bioactive compounds with practical and medicinal value.

Keywords: Plant mucilage, *Zygophyllum album*, antioxidant activity, anti-ulcer activity, antitussive activity.

الفهارس

قائمة المحتويات

العنوان	الصفحة
شكر وتقدير	I
الإهداء	II
الملخص	III
الملخص باللغة الإنجليزية (Summary)	IV
الفهرس	V
قائمة الجداول	VI
قائمة الوثائق	VII
قائمة الإختصارات	VIII
المقدمة	
دراسة بيبليوغرافية شاملة حول نبات*Zygophyllum album L.f.* والمخاط النباتي	1
I - العائلة النباتية والتصنيف النباتي لنبات :*Zygophyllum album L.f*	2
I -1- العائلة الرطراطية *Zygophyllaceae*	2
2- نبات البوقريبة :*Tetraena alba (L.f.) / Zygophyllum album L.f.* Beier & Thulin	**3**
I-2-1- تعريف النبات : *Zygohyllum album L.f*	**3**
I-2-2- وصف النبات	**3**
I-2-3- توزيعه الجغرافي وظروفه المناخية	**4**

I-2-4- تصنيف النبات	**4**
I -2-5 . التركيب الكيميائي	**4**
I-2-6- فوائده واستعمالاته	**5**
II- مركبات الأيض الثانوي	**6**
II-1- مدخل	**6**
II-2- المركبات الفينولية وعديدات الفينول	**6**
II-2-1- تعريفها	**6**
II-2-2- مصادرها	**7**
II-2-3- فوائدها واستعمالاتها	**7**
II-2-3- أقسامها	**7**
II-2-3-1- الفلافونويدات	**8**
II-2-3-1-1- تعريفها	**8**
II-2-3-1-2- خصائصها	**10**
II-2-3-2- المركبات غير الفلافونويدية	**10**
II-2-3-2-1- التانينات	**10**
II-2-3-2-1-1- تعريفها	**10**
II-2-3-2-1-2- مصادرها وتصنيفها الكيميائي	**11**
II-2-3-2-1-3-استعمالاتها	**11**
II-2-3-2-1- الأحماض الفينولية	**11**
II-2-3-2-1-1- تعريفها	**11**
II-2-3-2-1-2- خصائصها	**11**
II- التربينات	**12**

II- 1- تعريفها	**12**
II-2- تصنيفها	**12**
II- القلويدات	**12**
II- 1- تعريفها	**12**
II- 2- تصنيفها	**13**
II- 3- خصائصها وأدوارها	**13**
III- المخاط النباتي	**14**
III-1- مفهوم المخاط	**14**
III-2- أدوار المخاط	**14**
III-3 - التركيب الكيميائي للمخاط النباتي	**15**
III-4 - الخصائص الفيزيائية والكيميائية للمخاط النباتي	**16**
III-5- تطبيقات المخاط النباتي	**17**
III-5-1- في الصناعات	**17**
III- 5-2- في المجال الغذائي	**17**
III- 5-3- في المجال الصيدلاني	**18**
III- 5-4- في مجال مستحضرات التجميل	**18**
الجزء التطبيقي	**19**
- الفصل الأول :المواد والطرق	**20**
I المادة النباتية :طرق العمل :استخلاص المخاط النباتي Mucilage	**21**
II- التقديرالكمي لنواتج الأيض الثانوي	**23**
1- التقدير الكمي للفينولات	**23**
2- التقدير الكمي للفلافونويدات	**23**

III - المعايير البيولوجية	**24**
III-1- المعايير المدروسة : (in vitro)	**24**
III -1-1- تقييم النشاطية المضادة للأكسدة وفعالية إزالة الجذور الحرة	**24**
III-1-1-1-1- نشاط إزالة الجذر الحر DPPH	**24**
III-1-1-2- اختبار القدرة الإختزالية للحديد FRAP	**25**
III-1-1-3- قياس عامل الحماية من الشمس (SPF)باستخدام مطيافية UV-Vis	**25**
III-1-1-4- تحليل طيف الأشعة فوق الحمراء (IR)	**26**
III-2- المعايير المدروسة : (*in vivo*)	**27**
III-2-1- تهيئة الفئران	**27**
III-2-2- اختبار قرحة المعدة	**27**
III-2-3- اختبار السعال	**28**
الفصل الثاني: النتائج والمناقشة	**29**
I - النتائج	**30**
I -1- التقدير الكمي لنواتج الأيض الثانوي	**30**
I-1-1- التقدير الكمي للفينولات والفلافونويدات	**30**
I -2- المعايير البيولوجية	**30**
I- 2 -1- المعايير المدروسة:(in vitro)	**30**
I-1-1-2- تقييم النشاطية المضادة للأكسدة وفعالية إزالة الجذور الحرة	**30**
I-2-1-1-1- نشاط إزالة الجذر الحر DPPH	**30**
I-2-1-1-2- اختبار القدرة الإختزالية FRAP	**32**
I-2-1-1-3- قياس عامل الحماية من الشمس (SPF)باستخدام مطيافية UV-Vis	**32**
I-2-1-1-4- تحليل طيف الأشعة فوق الحمراء (IR)	**33**

I-3- المعايير المدروسة : (in vivo)	**33**
I-3-1- نتائج اختبار تثبيط قرحة المعدة	**34**
I-3-2- نتائج اختبار السعال	**36**
II - المناقشة	**39**
الخاتمة	**43**
المراجع	**46**

قائمة الجداول

رقم وعنوان الجدول	الصفحة
الجدول :1 يوضح التصنيف العلمي لنبات*Zygophyllum album*	4
الجدول :2 يوضح الهياكل الأساسية للمركبات الفينولية ومتعددات الفينول (مجموعات الهيدروكسيل غير موضحة)	8
الجدول :3 جدول ثوابتEE×I	26
الجدول :4 محتوى الفينولات والفلافونويدات لمستخلص مخاط نبات *Z.Album*	30
الجدول :5 قيم IC50 ميكروغرام/مل لنشاط كسح الجذرDPPH لمستخلص مخاط نبات *Z. album* مقارنةً بحمض الاسكوربيك	31
الجدول :6 قيم ECAbs 0.5 ميكروغرام/مل للقدرة الإرجاعية للحديد لمستخلص مخاط نبات *Z. album* مقارنة مع حمض الأسكوربيك	32
الجدول :7 قيم SPF لمستخلص مخاط نبات *Z. album* مقارنة بحمض الأسكوربيك	33
الجدول :8 القيم الإحصائية لاختبار القرحة	35
الجدول :9 القيم الإحصائية لاختبار السعال (عدد مرات السعال)	37
الجدول :10 القيم الإحصائية لاختبار السعال(فترة الحضانة)	38

قائمة الوثائق

رقم وعنوان الوثيقة	الصفحة
الوثيقة :1 نبات*Zygophyllum album*	3
الوثيقة :2 البنى العامة للفلافونويدات الرئيسية	9
الوثيقة :3 البنى العامة للفلافونويدات الثانوية	10
الوثيقة :4 البنية التركيبية لمكونات المخاط النباتي	16
الوثيقة :5 بروتوكول توضيحي لعملية الاستخلاص مع بعض التعديلات	22
الوثيقة :6 المنحنى القياسي لحمض الغاليك	23
الوثيقة :7 المنحنى القياسي للكيرسيتين	24
الوثيقة :8 جهاز التحليل الطيفي بالأشعة تحت الحمراء جهاز FTIR من نوع WQF-530A	26
الوثيقة :9 المنحنى القياسي للفيتامين C في اختبار DPPH	30
الوثيقة :10 نسبة تثبيط جذر لل DPPH بواسطة مستخلص مخاط *Z.album.*	31
الوثيقة :11 المنحنى القياسي لل FRAP لمستخلص مخاط *Z. album*	32
الوثيقة :12 طيف الأشعة تحت الحمراء (Infrared spectrum) لمستخلص مخاط نبات *Z. album*	33
الوثيقة :13 مساحة القرحة المعدية بمم ^{2}	34
الوثيقة :14 عدد مرات السعال 2د	36
الوثيقة :15 يوضح فترة الحضانة بالثانية	36

قائمة الإختصارات

***Z. album**: Zygophyllum album L.*

$AlCl_3$: كلوريد الألمنيوم

DPPH: مركب 2,2- ثنائي فينيل -1- بيكريل هيدرازيل

FRAP: حديديك - ترايبيريديلتريازين

SPF: عامل الحماية من الشمس

IC_{50} : نسبة تركيز تثبيط 50%

IR: تحليل طيف الأشعة فوق الحمراء

HCl: حمض الهيدروكلوريك

Fe: أيون الحديد

UV: الأشعة فوق البنفسجية

مقدمـــة

مقدمة:

لقد اعتمد الإنسان منذ العصور القديمة على الموارد الطبيعية، ولا سيما النباتات الطبية، في علاج العديد من الأمراض، حيث شكّلت هذه الأخيرة الدعامة الأساسية لأنظمة الطب التقليدي (Turarug, 2023). ولا يزال هذا النمط العلاجي يمثل الركيزة الأساسية للرعاية الصحية الأولية في العديد من الدول النامية، في حين يشهد اهتمامًا متزايدًا في الدول المتقدمة، نتيجة الإعتقاد السائد حول سلامته النسبية وانخفاض آثاره الجانبية مقارنة بالأدوية الإصطناعية (Ntie-Kang *et al*., 2016).

تتميّز المناطق الصحراوية بتنوع كبير في النباتات الطبية (Ramawat, 2010)، رغم الظروف البيئية القاسية التي تسودها، خاصة انخفاض وتذبذب تساقط الأمطار وما ينتج عنه من جفاف شديد. ونتيجة لذلك، طوّرت النباتات الصحراوية مجموعة من التكيفات البنيوية والوظيفية التي تمكّنها من البقاء والنمو في هذه البيئات.

من بين هذه الاستراتيجيات نذكر تحمّل الجفاف أو تجنّبه، واكتساب خاصية العصارية التي تسمح بتخزين الماء واستعماله بكفاءة، بالإضافة إلى تطوير أوراق متصلبة (جلدية) تقلل من فقدان الماء عبر عملية النتح. وقد ساهمت هذه التكيفات، إلى جانب غيرها، في تمكين النباتات الصحراوية من التعايش مع الظروف المناخية القاسية والتغيرات البيئية المستمرة (Ekwealor *et al*., 2019).

وفي ذات السياق، كشفت الدراسات الحديثة أن العديد من النباتات الصحراوية تمتلك أنشطة بيولوجية متعددة وذات أهمية علاجية معتبرة، من بينها الخصائص المسكنة والمضادة للالتهاب، والنشاطات المضادة للكائنات الدقيقة (بكتيريا، فطريات، طفيليات)، إضافة إلى تأثيراتها الواقية للكبد، والخافضة للدهون، والمبيدة للحشرات، فضلاً عن إمكاناتها الواعدة كمضادات للسرطان (Ntie-Kang *et al*., 2016).

تُعد عائلة *Zygophyllaceae* من أهم العوائل النباتية المتكيفة مع البيئات الصحراوية، إذ تنتشر بشكل واسع في الأقاليم الجافة وشبه الجافة، وتكتسب أهمية خاصة في الطب التقليدي لعلاج العديد من الأمراض، ذلك لاحتوائها على مركبات ثانوية ذات فعالية حيوية تمنحها خصائص دوائية متعددة (Hanafi *et al*., 2024).

يُعرف المخاط النباتي (Mucilage) من البوليمرات الحيوية الطبيعية عالية الوزن الجزيئي (Sangwan *et al*.,2011) ، وهو مادة لزجة قابلة للذوبان في الماء تتكون أساسًا من عديدات السكاريد والأحماض اليورونية، وتوجد في عدة أجزاء نباتية مثل البذور والأوراق واللحاء. (Tosif *et al*., 2021) ويتميز بقدرته العالية على الاحتفاظ بالماء وتكوين الأنظمة الغروية والهلامية، مما يمنحه خصائص وظيفية مهمة مثل الاستحلاب والتثخين والتثبيت. وقد ازداد الاهتمام العلمي بالمخاط النباتي في السنوات الأخيرة نظرًا لخصائصه الفيزيائية والكيميائية والبيولوجية المتعددة، إضافة إلى استخداماته الواسعة في المجالات الغذائية والصيدلانية والطبية كعامل مكوّن للهلام، ومثبت للمستحلبات، وناقل للمواد الفعالة. (Oh & Kim, 2022)

أمام هذه المعطيات، تطرح هذه الدراسة التساؤل حول مدى قدرة المخاط النباتي المستخلص من نبات

Zygophyllum album على إظهار أنشطة بيولوجية فعالة، خاصة فيما يتعلق بخصائصه المضادة للقرحة المعدية والمضادة للسعال، إضافة إلى دوره المحتمل كمضاد للأكسدة، وذلك بهدف تثمينه كمصدر طبيعي يمكن الاستفادة منه في المجالات العلاجية والصيدلانية.

ولتحقيق هذا الهدف، قسمت الدراسة إلى:

I. **دراسة بيبليوغرافية شاملة لنبات *Zygophyllum album* والمخاط النباتي**.

II. **جزء تطبيقي:** ويضم فصلًا لعرض المواد والطرائق المعتمدة، وآخر لعرض النتائج ومناقشتها وفقًا لما تم التوصل إليه تجريبيًا.

وتُختتم هذه الدراسة بخلاصة مركّزة لأبرز النتائج المتحصل عليها، مرفقة بتوصيات تفتح المجال لأبحاث مستقبلية تهدف إلى تثمين هذا النوع النباتي وتطوير استخداماته الدوائية.

دراسة بيبليوغرافية شاملة حول نبات
Zygophyllum album L.f.
والمخاط النباتي

I - العائلة النباتية والتصنيف النباتي لنبات :*Zygophyllum album* L.f

I -1- العائلة الرطراطية *Zygophyllaceae* :

تُعدّ العائلة الرطراطية (***Zygophyllaceae***) عائلة نباتية واسعة الانتشار في مختلف أنحاء العالم (Alzahrani & Alboukhari., 2015) ، وتشمل هذه العائلة أشكالًا نباتية مختلفة، تتنوع بين الأشجار والشجيرات والأعشاب، حيث ينتشر أغلبها في المناطق الجافة وشبه الجافة، خاصة ضمن الأقاليم المدارية وشبه المدارية. كما تتميز هذه العائلة بعدم تجانسها من حيث الخصائص المورفولوجية والتشريحية(Hussein *et al*., 2011)

ووفقًا لما أشار إليه(Sheahan & Chase, 1996–2000) ، تضم العائلة الرطراطية 27 جنسًا و285 نوعًا (Beier *et al*., 2003)، وتنقسم إلى خمس تحت عائلات هي*Zygophylloideae* : *Tribuloideae* ، *Seetzenioideae*، *Larreoideae*، *Morkillioideae*، وتُعدّ تحت العائلة **Zygophylloideae** الأكبر بينها.(Alzahrani & Alboukhari, 2015) ، حيث تضم حوالي 180 نوعًا، تشمل شجيرات وأعشابًا صغيرة ونباتات عشبية، وهي موزعة حاليًا على أربعة أجناس رئيسية:

- ***Augea***: يوجد في جنوب إفريقيا وهو جنس أحادي النوع.
- ***Tetraena***: يوجد في الصين وهو جنس أحادي النوع.
- ***Fagonia***: يعد هذا الجنس واسع الانتشار وهو يضم نحو 30 نوعًا.
- ***Zygophyllum***: من أكثر الأجناس انتشارا حيث يضم نحو 150 نوعًا.

.(Zhang *et al*.,2021. Beier *et al*., 2003)

في الجزائر تمثل هذه العائلة 3 أجناس رئيسية: *Fagonia*، *Zygophyllum*و*Tribulus*، حيث يضم الغطاء النباتي الصحراوي 7 أجناس و27 نوعا. وهو ما يوضح أن هذه العائلة تمثل أكثر من 3% من مجموع النباتات الصحراوية.(Souddi&Bouallala.,2023) .

ويُعدّ جنس *Zygophyllum*أكبر أجناس العائلة، كما يُعتبر الجنس الوحيد المنتمي للعالم القديم، في حين أن بقية الأجناس تعود أصولها إلى أمريكا الشمالية أو الجنوبية.(Hussein *et al*.,2011) .

أما في الجزائر، فيتمثل هذا الجنس في أربعة أنواع هي:

Zygophyllum simplex L.

Zygophyllum gaetulum

Zygophyllum cornutum Coss.

(Souddi&Bouallala.,2023). *Zygophyllum album L*

I-2- نبات البوقريبة: *Tetraena alba* (L.f.) Beier & Thulin/ *Zygophyllum album* L.f.

I-2-1- تعريف النبات : *Zygohyllum album* L.f :

يُعدّ جنس *Zygophyllum*من الأجناس النباتية التي وُصفت لأول مرة من طرف لينيوس سنة 1753، ووفقًا لنظام تصنيف كاسيات البذور الحديث APG IV (2016)، فإنه يُصنَّف ضمن نحو 25 جنسًا تُشكل عائلة *Zygophyllaceae* (Zhang *et al*., 2021) ويُعرف محليًا باسم "البوقريبة" (حليس، 2024) ، كما يُطلق عليه في اللهجة الجزائرية الدارجة اسم "عقة أو عقاية" "Agga"أو"Aggaya" .

(Souddi & Bouallala, 2023).

I-2-2- وصف النبات :

يُعدّ نبات البوقريبة (*Zygophyllum*) نباتًا عشبيًا معمرًا، يتراوح ارتفاعه بين 20 و50 سم (Souddi & Bouallala, 2023) ، ويظهر غالبًا على شكل شجيرات صغيرة كثيفة (حليس، 2024). تتميزسيقانه بكونها متفرعة(Souddi & Bouallala, 2023) ، بينما أوراقه ذات لون أخضر باهت، عصيرية ومنتفخة، تغطيها طبقة من الشعيرات أو الحراشف البيضاء، مما يمنحها مظهرًا غباريًا مميزًا (حليس، 2024). كما أن الأوراق متقابلة وثنائية الفصوص(Souddi & Bouallala, 2023) ، وتتحول عند اكتمال نموها إلى اللون الأصفر أو البرتقالي قبل أن تتساقط بسرعة. أما الأزهار فهي بيضاء وصغيرة الحجم، مقاربة في حجمها للأوراق، وتتحول بعد الإزهار إلى ثمار خماسية الفصوص. ويُعتبر نبات البوقريبة من النباتات دائمة النمو على مدار السنة، حيث يزهر خلال فصلي الربيع والصيف (حليس، 2024).

الوثيقة 1: نبات *Zygophyllum album* (zegheb,2013)

I-2-3- توزيعه الجغرافي وظروفه المناخية:

يضمّ جنس ***Zygophyllum*** حوالي 150 نوعًا، وهو واسع الانتشار في منطقة البحر الأبيض المتوسط، وشمال وجنوب إفريقيا، بالإضافة إلى أستراليا وآسيا الوسطى(Zhang *et al*., 2021) كما يُعدّ شائع الانتشار في منطقة الصحراء الكبرى، حيث يتميز بقدرته العالية على التكيف مع الظروف البيئية القاسية.

وباعتباره من النباتات المتحملة للملوحة (حليس، 2024)، فإنه ينتشر في الأراضي الرملية والترب المالحة (Souddi & Bouallala, 2023)، وكذلك في السبخات والأهواد المصابة المتأثرة بصعود المياه (حليس، 2024). وتتميّز هذه البيئات بارتفاع نسبة الملوحة في الطبقة السطحية (0–25 سم)، حيث تبلغ حوالي5.5%، في حين تتراوح نسبة الكربونات بين 1.5% و31.5%.(Souddi&Bouallala.,2023)

I-2-4- تصنيف النبات : حسب حليس (2024) ، يتم تصيف النبات الى :

الجدول1: يوضح التصنيف العلمي لنبات ***Zygohyllum album*** (حليس،2024):

Kingdom	**Plantae**
Phylum	***Streptophyta***
Class	***Equisetopsida***
Subclass	***Magnoliidae***
Order	***Zygophyllales***
Family	***Zygophyllaceae***
Genus	***Zygophyllum***
Species	***Zygophyllum album*** ***Tetraena alba* (L.f.) Beier & Thulin**

I -2-5- التركيب الكيميائي:

تم اجراء العديد من الدراسات على النبات، تم عزل سبع مركبات فلافونويدية بالإضافة الى حمضين فينوليين، وهي:

quercetin, quercetin-3,7-di O-β-glucopyranoside, isorhamnetin-3-O-β-galactopyrano side, isorhamnetin-3-O-β-glucopyranoside and isorham netin-3-O-α-rhamnopyranosyl-(1/6)-O-β-glucopyranoside (isorhamnetin-3-O-rutinoside), isorhamnetin-3-O-α rhamnopyranosyl-(1/6)-O-β-galactopyranoside (isorham netin 3-O-robinoside), isorhamnetin-3-O-β-glucopyran oside-7-O-α-rhamnopyranoside, (Mnafgui *et al*.,2021).gentisic acid, and gentisic acid 5-O-α-rhamnopyranoside

وقد أثبتت الدراسات وجود تنوّع ملحوظ في التركيب الكيميائي والأنشطة البيولوجية لهذا النبات، حيث تبيّن أن بعض المركبات تتواجد في كلٍّ من الجزء الهوائي والجذور، في حين تقتصر مركبات أخرى على الجزء الهوائي فقط. وقد مكّنت الدراسات الكيميائية المنجزة على الجزء الهوائي من عزل وتحديد عدد من المركبات، من بينها:

- β-amyrin
- حمض الأورسوليك(ursolic acid)
- حمض الكافئيك(caffeic acid)
- الكامبفيرول(kaempferol)
- الكويرسيتين(quercetin)
- الروتين(rutin)

كما تم اكتشاف صابونين جديد أُطلق عليه اسم: Zygo-albuside A .

في حين أظهرت الدراسات المنجزة على جذور نفس النبات عزل وتحديد مركب جديد يُعرف بـ Zygo-albuside D، إلى جانب مركبات أخرى معروفة، من بينها:

O-[β-D-quinovopyranosyl]-quinovic acid-3

الكاتيشين(catechin) .(Abdel-Hamed *et al*., 2024)

وبالإضافة إلى ذلك، تم التعرف على مكوّنات الزيوت الطيّارة، حيث تم تحديد ما يقارب 100 مركب طيّار، ويُعد المركب (E)-β-damascenone المكوّن الرئيسي فيها بنسبة تُقدّر بـ11.8 % (Tigrine *et al*., 2006).

I-2-6- فوائده واستعمالاته :

في الجزائر، تُعدّ النباتات البرية المتواجدة في المناطق الجافة وشبه الجافة مصدرًا مهمًا للمركبات الثانوية، ويُعتبر نبات *Zygophyllum album* من بين هذه الأنواع، حيث يُصنَّف كنبات ملحي (Sahli *et al*., 2020) ، ويتمتع بخصائص طبية متعددة .(Abd Elhalim *et al*.,2016)

ويُستعمل هذا النبات في الطب التقليدي الجزائري على شكل مستخلصات، منقوعات أو لصقات، إذ يُعرف بفعاليته المضادة لداء السكري(Sahli *et al*., 2020) ، حيث يُستهلك على شكل مغلي أو يُضاف مسحوقه الجاف إلى الطعام بشكل منتظم (حليس، 2024). كما يُستخدم كمغلي أو منقوع لعلاج عدة أمراض، من بينها الروماتيزم وارتفاع ضغط الدم، إضافةً إلى خصائصه كمخدر موضعي، ومدرّ للبول، ومضاد للهيستامين، ومضاد لفرط الدهون، والإسهال، والالتهابات والتشنجات. كما يُستعمل كطارد للغازات، ومنشّط، وفي علاج بعض الأمراض الجلدية والتيفوئيد(Souddi & Bouallala, 2023)

ومن جهة أخرى، يُستخدم هذا النبات كعلف للإبل، غير أنه قد يسبب لها الإسهال خاصة عند استهلاكه بكميات كبيرة (حليس، 2024).

وقد بيّنت دراسات أُجريت على الجزء الهوائي لنبات *Z. album* أن الزيت الأساسي المستخلص منه يتميز برائحة قوية تشبه رائحة المسك، مما يجعله قابلًا للاستعمال في صناعة العطور.(Tigrine *et al.*, 2006)

II- مركبات الأيض الثانوي

II-1- مدخل :

تُنتج النباتات مجموعة واسعة من المركبات العضوية، تُصنَّف إلى فئتين رئيسيتين: المستقلبات الأولية والمستقلبات الثانوية. وتُعدّ المستقلبات الأولية ضرورية للعمليات الحيوية الأساسية، مثل التمثيل الضوئي والتنفس، إضافةً إلى النمو والتطور.(Crozier *et al.*, 2006)

أما المستقلبات الثانوية، فهي نواتج مشتقة من المستقلبات الأولية، وغالبًا لا تشارك بشكل مباشر في العمليات الأيضية الأساسية (Ramawat *et al.*, 2009) وتتميّز هذه المركبات بتنوعها البنيوي، وبكون توزيعها محدودًا في عدد معيّن من الأنواع النباتية، إلا أنها قد تتراكم بتراكيز مرتفعة في بعض الأنواع.

(Crozier *et al.*, 2006) ،ورغم كونها جزيئات صغيرة نسبيًا ومميّزة للمملكة النباتية، فإنها تؤدي أدوارًا مهمة في بنية النبات وتطوره واستجابته للظروف البيئية.(Dixon & Dickinson, 2024) وتعود الأهمية الطبية للنباتات أساسًا إلى ما تحتويه من مستقلبات ثانوية، مثل المركبات الفينولية، التي تتميز بقدرتها على العمل كمضادات للأكسدة ومضادات للميكروبات، مما يساعد على مواجهة الإجهاد التأكسدي ومقاومة الكائنات الممرِضة (Bektas *et al.*, 2018)

وبناءً على أصلها الحيوي، تُقسَّم المستقلبات الثانوية النباتية إلى ثلاث مجموعات رئيسية:

- المركبات الفينولية، بما في ذلك متعددات الفينول والفلافونويدات.
- التربينات.
- القلويدات، بما في ذلك المركبات المحتوية على النيتروجين أو الكبريت.(Crozier *et al.*, 2006)

II-2- المركبات الفينولية وعديدات الفينول :

II-2-1- تعريفها :

تشغل المركبات الفينولية المستخلصة من النباتات مساحة واسعة في مجال المنتجات الطبيعية، وذلك نظرًا لتنوعها الكبير وتباين هياكلها البنيوية (الحازمي، 2001). ولذلك تُعدّ هذه المركبات أكبر وأهم مجموعة من المستقلبات الثانوية .(Salam *et al.*, 2023) وتتميز بامتلاكها حلقة عطرية واحدة على الأقل مرتبطة بمجموعة أو أكثر من مجموعات الهيدروكسيل(Crozier *et al.*, 2006 Dai & Mumper, 2010)وقد تم التعرف على أكثر من 8000 بنية فينولية منتشرة على نطاق واسع في المملكة النباتية

(Crozier *et al.*, 2006) ، وتتدرج من مركبات بسيطة مثل الأحماض الفينولية إلى مركبات أكثر تعقيدًا مثل التانينات (Dai & Mumper, 2010) وتشمل المركبات الفينولية الطبيعية أنماطًا بنيوية بسيطة، مثل مشتقات الهيدروكسيل أو الميثوكسيل لمركب الفينول، أو مركبات فينولية مرتبطة بسلاسل كربونية قصيرة تتكون من

ذرة كربون واحدة أو اثنتين أو ثلاث ذرات. كما تُعد الفينولات ذات السلسلة الكربونية (C6–C3) من الفئات الواسعة الانتشار، إضافة إلى وجود مركبات فينولية ذات بنية أكثر تعقيدًا تحتوي على أكثر من حلقة عطرية، وهي الأكثر انتشارًا في الطبيعة (الحازمي، 2002). وتشمل الفينولات النباتية عدة مجموعات، أهمها الأحماض الفينولية، الفلافونويدات، التانينات، بالإضافة إلى مركبات أخرى أقل انتشارًا، وتُعدّ الفلافونويدات من أهمها (Dai & Mumper, 2010).

II-2-2- مصادرها :

توجد المركبات الفينولية في جميع أجزاء النبات، مما يجعلها ذات أهمية غذائية كبيرة للإنسان. فهي تنتشر على نطاق واسع في الفواكه والخضروات والحبوب والزيتون والبقوليات والشوكولاتة، كما توجد في العديد من المشروبات مثل الشاي والقهوة والبيرة والنبيذ، حيث تسهم في إعطائها اللون والطعم المميزين (Dai & Mumper, 2010).

II-2-3- فوائدها واستعمالاتها :

تلعب المركبات الفينولية في النبات دورًا مهمًا في الدفاع ضد الأشعة فوق البنفسجية وهجوم مسببات الأمراض (Ghalem & Mohamed, 2021)، كما تساهم في العديد من العمليات الحيوية مثل الانقسام الخلوي، وتنظيم التوازن الهرموني، وعمليات البناء الضوئي، إضافة إلى دورها في تمعدن العناصر الغذائية وحماية النبات من الإجهاد البيئي.(Salam *et al*., 2023)

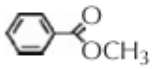
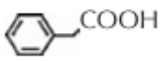
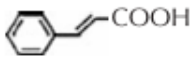
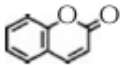
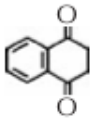
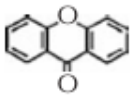
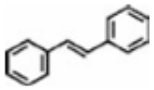
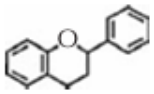
وتتميز هذه المركبات بعدة أنشطة بيولوجية، من أهمها:

- نشاط مضاد للأكسدة.
- تأثيرات مضادة لأمراض القلب والأوعية الدموية.
- تأثيرات مضادة للفيروسات.
- تأثيرات مضادة للسرطان.
- تأثيرات مضادة للشيخوخة.
- وتعمل كمضادات للإلتهابات والميكروبات (Ghalem&Mohamed.,2021)

II-2-3- أقسامها :

تُقسم المركبات الفينولية إلى مجموعتين رئيسيتين: الفلافونويدات وغير الفلافونويدات (Ghalem & Mohamed, 2021; Crozier *et al*., 2006)كما تُصنَّف بناءً على عدد وتركيب ذرات الكربون، وغالبًا ما تكون مرتبطة بالأحماض العضوية والسكريات.(Crozier *et al*., 2006)

الجدول2: يوضح الهياكل الأساسية للمركبات الفينولية ومتعددات الفينول (مجموعات الهيدروكسيل غير موضحة)(Crozier *et al.*,2006)

Number of carbons	Skeleton	Classication	Example	Basic structure
7	C_6–C_1	Phenolic acids	Gallic acid	
8	C_6–C_2	Acetophenones	Gallacetophenone	
8	C_6–C_2	Phenylacetic acid	*p*-Hydroxyphenyl-acetic acid	
9	C_6–C_3	Hydroxycinnamic acids	*p*-Coumaric acid	
9	C_6–C_3	Coumarins	Esculetin	
10	C_6–C_4	Naphthoquinones	Juglone	
13	C_6–C_1–C_6	Xanthones	Mangiferin	
14	C_6–C_2–C_6	Stilbenes	Resveratol	
15	C_6–C_3–C_6	Flavonoids	Naringenin	

II-1-3-2- الفلافونويدات :

II-1-1-3-2- تعريفها :

تُعدّ الفلافونويدات من المستقلبات النباتية الثانوية(Xi *et al.*, 2022) ، وتُعرّف بأنها مركبات متعددة الفينولات، وهي من أكثر المركبات الفينولية تنوعًا وانتشارًا في المملكة النباتية.

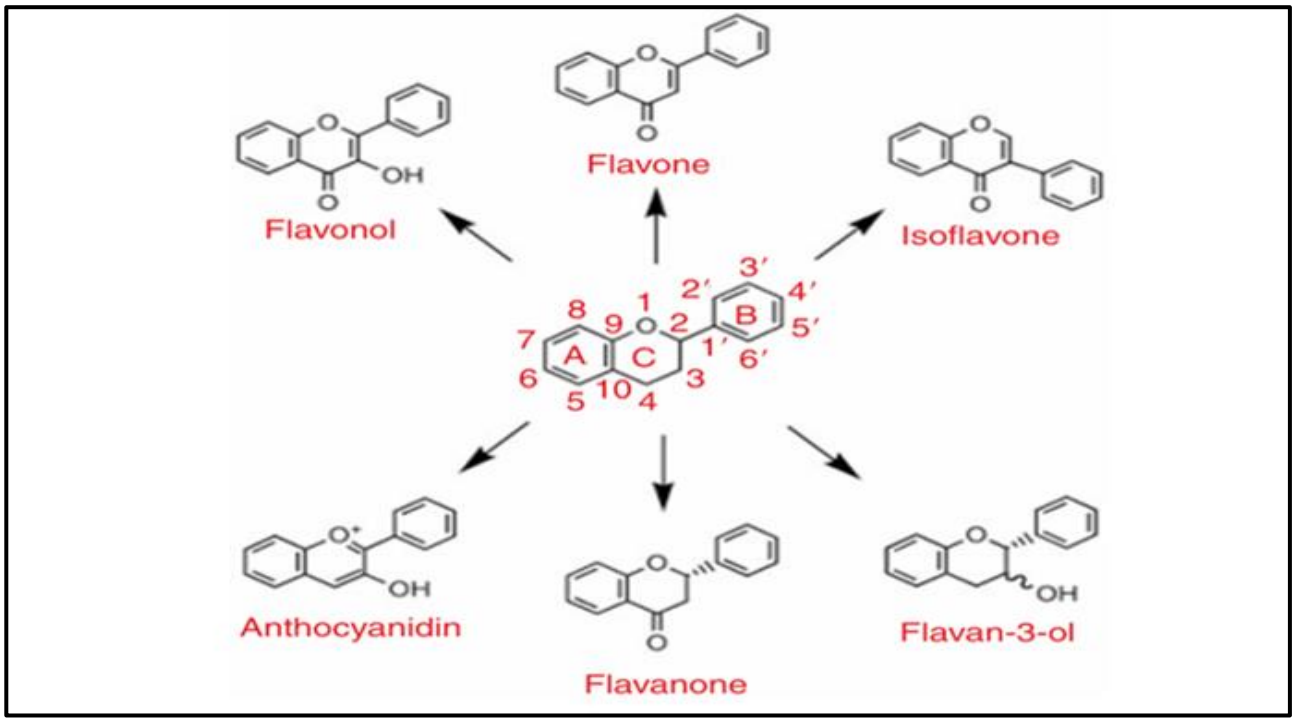
(Crozier *et al.*, 2006)وتضم هذه المجموعة أكثر من 4000 مركب فينولي، وتوجد بشكل طبيعي في العديد من الأغذية مثل الخضر والفواكه والمشروبات كالشاي والقهوة وعصائر الفواكه.

(Ghalem & Mohamed, 2021)

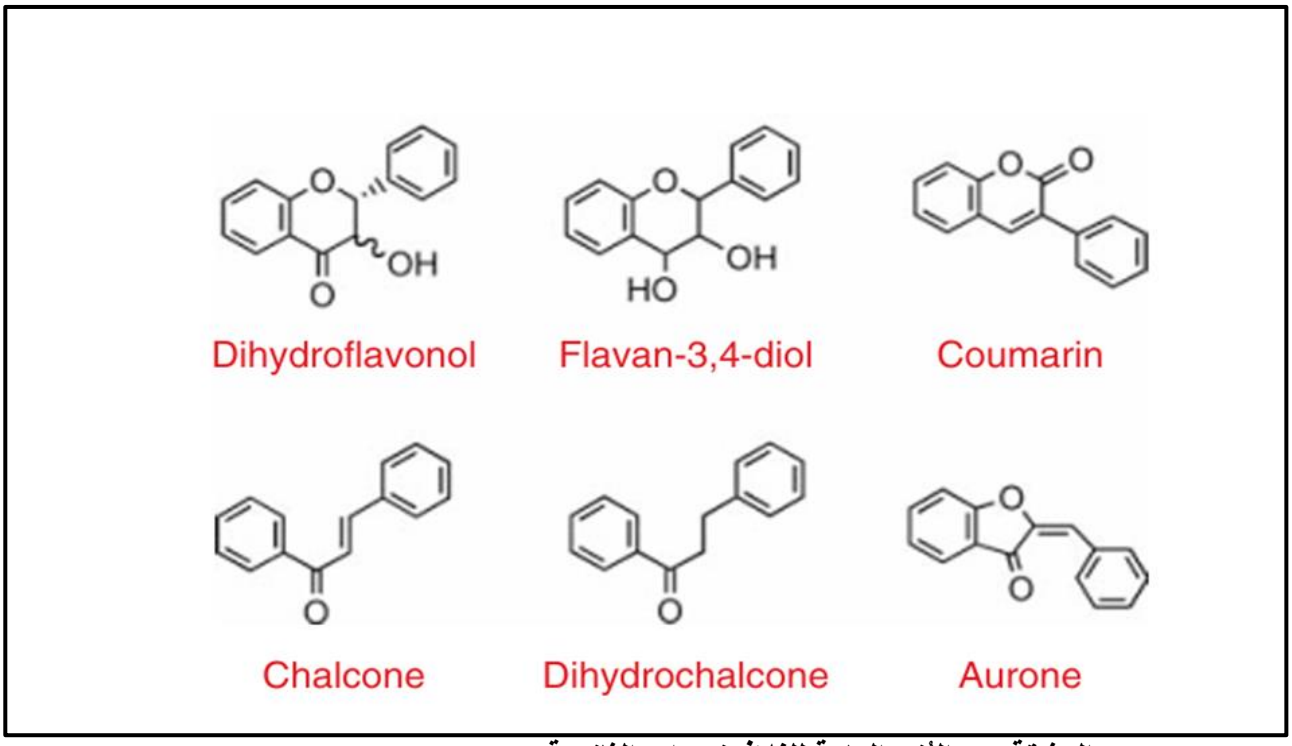
تتكوّن الفلافونويدات من 15 ذرة كربون مرتبة في ثلاث حلقات بنيوية(C6–C3–C6) ، وتنقسم الفلافونويدات إلى ست مجموعات رئيسية، وهي :الفلافونات(Flavones) ، الفلافانونات(Flavanones) ، الفلافانولات (Flavanols)، الفلافونولات(Flavonols) ، الإيزوفلافونات(Isoflavones) ، والأنثوسيانينات

(Dai & Mumper, 2010) (Anthocyanins)

كما توجد مجموعات أخرى أقل وفرة في النظام الغذائي، مثل: ثنائي هيدروفلافونولات (Dihydroflavonols) ، فلافان-3,4-ديولات(Flavan-3,4-diols) ، الكومارينات(Coumarins) ، الشالكونات(Chalcones) ، ثنائي هيدروشالكونات(Dihydrochalcones) ، والأورونات(Aurones) **(Crozier *et al.*, 2006).**



الوثيقة 2 : البنى العامة للفلافونويدات الرئيسية.(Crozier *et al.*,2006)



الوثيقة 3 : البُنى العامة للفلافونويدات الثانوية.(Crozier *et al*.,2006)

II-2-1-3-2- خصائصها :

تتواجد الفلافونويدات بتراكيز مرتفعة في قشور الثمار وبشرة الأوراق (Crozier *et al*., 2006) ، وتُعد ضرورية لنمو النبات وتطوره، كما تساهم في إعطاء اللون والطعم والرائحة للأزهار والأوراق والثمار (Ghalem & Mohamed, 2021)وهي أصباغ قابلة للذوبان في الماء؛ فمثلاً الأنثوسيانينات مسؤولة عن الألوان البرتقالي والأحمر والبنفسجي والأزرق، بينما تمنح الأورونات والشالكونات اللون الأصفر، مما يجعل الفلافونويدات مسؤولة عن طيف واسع من الألوان في النباتات (Al-Khayri *et al*., 2023). وتؤدي هذه المركبات عدة وظائف حيوية، من بينها الحماية من الأشعة فوق البنفسجية(Crozier *et al*.,2006) ، والدفاع ضد العوامل الحيوية واللاحيوية مثل الحشرات والمسببات المرضية(Al- Khayri *et al*., 2023) كما تمتاز بخصائص دوائية مهمة، إذ تُسهم في تحسين صحة الإنسان، وتُعد واعدة في الوقاية من سرطان الثدي وعلاجه، إضافة إلى دورها كمضادات أكسدة تقلل من نواتج الأكسدة المرتبطة بالأمراض المزمنة مثل السكري والسمنة، كما تخفض مستوى البروتينات الدهنية منخفضة الكثافة، وتُظهر خصائص مضادة للالتهابات والفيروسات.(Xi *et al*., 2022)

II-2-3-2- المركبات غير الفلافونويدية :

II-2-2-3-2- التانينات :

II-1-2-3-2- تعريفها :

التانينات مركبات متعددة الفينول تحتوي على حلقات عطرية(Melo *et al*., 2023) ، وتنتشر في العديد من الأنواع النباتية .(Ozogul *et al*., 2025) توجد في الأغذية والمشروبات النباتية، وتساهم في النكهة والطعم

القابض .(Cosme *et al*., 2025) ويتراوح وزنها الجزيئي بين 500 و3000 دالتون، وتمتاز بقدرتها على الذوبان في الماء.(Ozogul *et al*., 2025)

II-2-3-2-1-2-2- مصادرها وتصنيفها الكيميائي :

توجد التانينات في العديد من النباتات مثل الفول، الفاصوليا، الشعير، القرفة والشاي الأسود، وتتركز في البذور والجذور واللحاء والسيقان والأوراق. وتُصنف كيميائيا الى:

- **تانينات قابلة للتحلل**: تتكون من مشتقات الأحماض الفينولية، تحتوي على روابط استر تتحلل بسهولة بالأحماض والحرارة. ومن أمثلتها: حمض الغاليك وحمض الإيلاجيك.
- **التانينات المكثفة:** وهي بوليميرات من مركبات Flavan-3-ols وتكون أكثر مقاومة للتحلل، تتكون من حلقتين فينوليتين وحلقة بيران مركزية ومن أمثلتها: الكاتيشين.(Ozogul *et al*., 2025)

II-2-3-2-1-3-استعمالاتها :

- في النبات:
  - ✓ الدفاع ضد الآفات والحيوانات العاشبة.
  - ✓ الحماية من الأشعة فوق البنفسجية.
- عند الإنسان:
  - ✓ تعمل كمضادات أكسدة ومضادات السرطانات، بالإضافة الى حماية القلب والأوعية. (Al-Khayri *et al*., 2023)

II-2-3-2-1-2- الأحماض الفينولية :

II-2-3-2-1-1-2- تعريفها :

الأحماض الفينولية هي مركبات متعددة الفينول تحتوي على مجموعة كربوكسيلية واحدة (Kumar & Goel, 2019) ، وتُعرف أيضًا بالهيدروكسي بنزوات .(Crozier *et al*., 2006) وهي مركبات طبيعية مهمة، قابلة للذوبان في الماء والدهون.(Kiokias *et al*., 2020) وتنقسم الأحماض الفينولية الى نوعين:

- مشتقات حمض البنزويك.
- مشتقات حمض السيناميك. (Hegde & Lakshman., 2023)

وتوجد في الخضر والفواكه والحبوب.

II-2-3-2-1-2-2- خصائصها :

تلعب الأحماض الفينولية دورًا مهمًا في نمو النبات وتطوره والدفاع ضد الإجهادات المختلفة، وتعود خصائصها الصحية إلى قدرتها العالية كمضادات أكسدة، إضافة إلى تأثيراتها المضادة للقرحة، السكري، الطفرات، السرطان، الالتهابات، الشيخوخة والميكروبات.

(Hegde & Lakshman., 2023- Kumar & Goel., 2019- Ghalem&Mohamed.,2021)

II- 3- التربينات :

II- 3- 1- تعريفها :

تُعد التربينات أكبر مجموعة من منتجات المملكة النباتية (الحازمي، 2001)، وتعتمد على وحدة الإيزوبرين (C_5H_8)، وغالبًا ما تكون قابلة للذوبان في الدهون..(Harborne, 1998)

وقد أدرج قاموس المنتجات الطبيعية اكثر من 30.000 مركب معظمها من أصل نباتي (Crozier *et al*.,2006).

للتربينات خاصية أساسية مشتركة تعرف بقاعدة الإيزوبرين وتنص أن جميع التربينات تتكون من وحدات متكررة مكونة من 5 ذرات كربون. (Harborne,1998).

II- 3-2- تصنيفها :

حسب قاعدة الإيزوبرين تصنف التربينات الى:

- التربينات الأحادية Monoterpènes: تتكون من وحدتين من الإيزوبرين.
- السيسكويتربينات Sesquiterpènes: تتكون من ثلاث وحدات إيزوبرين.
- التربينات الثنائية Diterpènes: تتكون من أربع وحدات إيزوبرين.
- سيستربينات Sesterterpènes: تتكون من خمس وحدات إيزوبرين.
- التربينات الثلاثية Triterpènes: تتكون من ست وحدات إيزوبرين.
- تربينات عالية High terpènes: متعددة وحدات الإيزوبرين. (الحازمي،2001).

II- 3-3- أدوارها :

- هرمونات نباتية مثل: الأبسيسيك والجبريليك. (Salam *et al*.,2023)
- مضادات أكسدة ومضادات للميكروبات. (Crozier *et al*.,2006).
- وتُعد المونوتربينات مكونات رئيسية في الزيوت العطرية، ولها أهمية إقتصادية كبيرة في: المنكهات والعطور (Harborne.,1998)

II- 4- القلويدات :

II- 4-1- تعريفها :

القلويدات من أهم المستقلبات الثانوية (Matsuura & Fett-Neto, 2015) ، إذ تحتل القسم الأكبر من المكونات الفعالة في النبات (الأغواني.،2024)، وهي مركبات قاعدية تحتوي على نيتروجين غالبًا داخل حلقة (Ramawat *et al*., 2009)، وتمتاز بطعم مر .(Al-Khayri *et al*., 2023) ويوجد حوالي 12,000 نوع موزعة على 150 عائلة نباتية.

- *الأبوسيناسية* (*Apocynaceae*)
- الخشخاشية(*Papaveraceae*)

- البقولية(*Fabaceae*)
- الحوذانية(*Ranunculaceae*)
- الفوية(*Rubiaceae*)
- السذابية(*Rutaceae*)
- الباذنجانية(*Solanaceae*)

وتكون موزعة في كل أجزاء النبات أو قد تتراكم بكميات كبيرة في أعضاء محدودة مثل:

الجذور (مثل الأكونيت والبلادونا).

لحاء الساق (مثل الكينا والرمان)

البذور(مثل جوز القيءArecaء) (Ramawat *et al*., 2009)

II- 4 -2- تصنيفها :

حسب (الحازمي،2001) يوجد تقسيم جامع الى حد ما للأنواع المختلفة من أشباه القلويدات، إذ تقسم الى ثلاثة أنواع رئيسية وهي:

1) أشباه القلويدات الحقيقية True alkaloids: يميز القلويدات التي تكون فيها ذرة النيتروجين جزءًا من الحلقة المتجانسة.
2) القلويدات الأولية Proto alkaloids: وفيها لا تكون ذرة النيتروجين جزءًا من الحلقة المتجانسة.
3) أشباه القلويدات الكاذبة Pseudo alkaloids: وهي القلويدات التي تشتق من الأحماض الأمينية وتتصف بالخاصية القاعدية.

II- 4- 3- خصائصها وأدوارها :

تلعب دورًا مهمًا في دفاع النبات ضد العوامل الحيوية واللاحيوية(Salam *et al*., 2023) ، كما تمتاز بفعالية فيزيولوجية قوية (الأغواني، 2024). لذلك فهي تستخدم في المجال الطبي في:

- المورفين والكوديين (مسكنات).
- الفينبلاستين (مضاد للسرطان).
- الكولشيسين (علاج النقرس).
- كما توجد في الأغذية والمشروبات اليومية مثل الكافيين والنيكوتين(Ramawat *et al*., 2009) .

III- المخاط النباتي:

1- مفهوم المخاط:

يُعرَّف المخاط النباتي بأنه هلام لزج وشفاف ذو مصدر نباتي(Taru & Bhavya, 2022) ، وهو ناتج طبيعي لعمليات الأيض، ويُصنَّف ضمن نواتج الأيض الثانوي

(Villegas Calero *et al*., 2022). كما يُعدّ المخاط بوليميرًا حيويًا معقدًا قابلًا للذوبان في الماء (Oh & Kim, 2022)، ذا طبيعة كربوهيدراتية(Bhatia *et al*., 2014) ، وذو وزن جزيئي كبير (Aye *et al*., 2015). تتكون هذه البوليميرات أساسًا من سكريات متعددة متفرعة، تتشكل على هيئة شبكات جزيئية معقدة تمنحها القدرة على الاحتفاظ بكميات كبيرة من الماء .(Bhatia *et al*., 2014) ونظرًا لاحتوائها على عدد كبير من مجموعات الهيدروكسيل، فإنها تُعد مركبات محبة للماء .(Taru & Bhavya, 2022) وتكسبها هذه الخصائص أهمية كبيرة في مختلف التطبيقات، باعتبارها مصدرًا محتملًا للغرويات المائية الطبيعية، نظرًا لكونها مواد مكثفة وفعّالة(Bhatia *et al*., 2014) .

كما أن للبوليميرات خصائص بيولوجية مهمة في النبات، من بينها القدرة على التعرف على الخلايا والتفاعل معها، وقابليتها للتحلل الإنزيمي، إضافة إلى تشابهها مع المصفوفة خارج الخلية ومرونتها الكيميائية، وهي خصائص جعلتها تحظى باهتمام واسع في المجالات الصيدلاني(Aye *et al*., 2015) . يتواجد المخاط النباتي بشكل خاص في البشرة المخاطية للنباتات العصارية مثل: Aloe vera ، وOpuntia ficus-indica ، و Agave americana،كما تنتجه أيضًا أغلفة بذور العديد من النباتات التابعة لعائلات Plantaginaceae و Acanthaceaeو Linaceaeو Brassicaceae.(Goksen *et al*., 2023)

2- أدوار المخاط:

يؤدي المخاط النباتي مجموعة من الوظائف الحيوية المهمة، سواء داخل النبات أو فيما يتعلق بتأثيراته الصحية على الإنسان.

- **داخل النبات**: يساهم المخاط في الحفاظ على التوازن الأيوني داخل الخلايا النباتية، كما يلعب دورًا أساسيًا في الإحتفاظ بالماء ونقله. إضافةً إلى ذلك، يساعد النبات على تحمّل الظروف البيئية القاسية مثل الصقيع، ويُعدّ مخزنًا للكربوهيدرات. كما يعزز إنبات البذور ويوفر حماية للنبات من العوامل البيئية الضارة. (Luna-Zapien *et al*., 2023)

- **الخصائص العلاجية:** أظهرت الدراسات أن للمخاط النباتي خصائص حيوية متعددة تجعله مكوّنًا فعالًا في دعم صحة الإنسان. إذ يساهم في خفض مستويات الكوليسترول وسكر الدم، ويحمي الأعضاء الحيوية مثل الكبد والقلب، كما يمتلك تأثيرًا مضادًا للقرحة المعدية. ويُعزى جزء كبير من هذه الفوائد إلى احتوائه على مركبات البوليفينولات، التي تمنحه خصائص مضادة للأكسدة. بالإضافة إلى ذلك، يُظهر المخاط تأثيرات مضادة للالتهابات ومضادة

للسرطان، ويعزز الجهاز المناعي، كما يمتلك خصائص مضادة للحساسية، ويساهم في مكافحة العدوى الفيروسية والبكتيرية.(Otálora *et al*., 2021) .

ـ الفوائد الوظيفية للجسم: يُعد المخاط النباتي ملينًا طبيعيًا نظرًا لاحتوائه على نسب مرتفعة من الألياف الغذائية، مما يدعم صحة الجهاز الهضمي. كما يساهم في تسريع التئام الجروح، ويوفر حماية من تأثيرات الإشعاع، وهو ما يجعله مادة طبيعية ذات قيمة علاجية ووظيفية واسعة.(Otálora *et al*., 2021)

3ـ التركيب الكيميائي للمخاط النباتي:

يتكوّن المخاط النباتي أساسًا من الهيدروكولويدات، وتُعدّ عديدات السكاريد المكوّن الرئيسي فيه، خاصة البكتينات والهيميسيليلوزات. كما يحتوي على سكريات متعادلة وبقايا حمض اليورونيك، وتختلف نسب هذه المكوّنات باختلاف نوع النبات وظروف الزراعة(Tobar-Espinoza, 2025).

عند تحلّل عديدات السكاريد، تنتج مجموعة متنوعة من السكريات الأحادية تبعًا لطبيعة نواتج التحلل. ويمكن تصنيفها إلى سكريات خماسية مثل الزيلان، وسكريات سداسية مثل السيليلوز والنشاء، والتي تُعدّ مكوّنات ذات خصائص فيزيولوجية مشابهة للمخاط.(Archana *et al*., 2020)

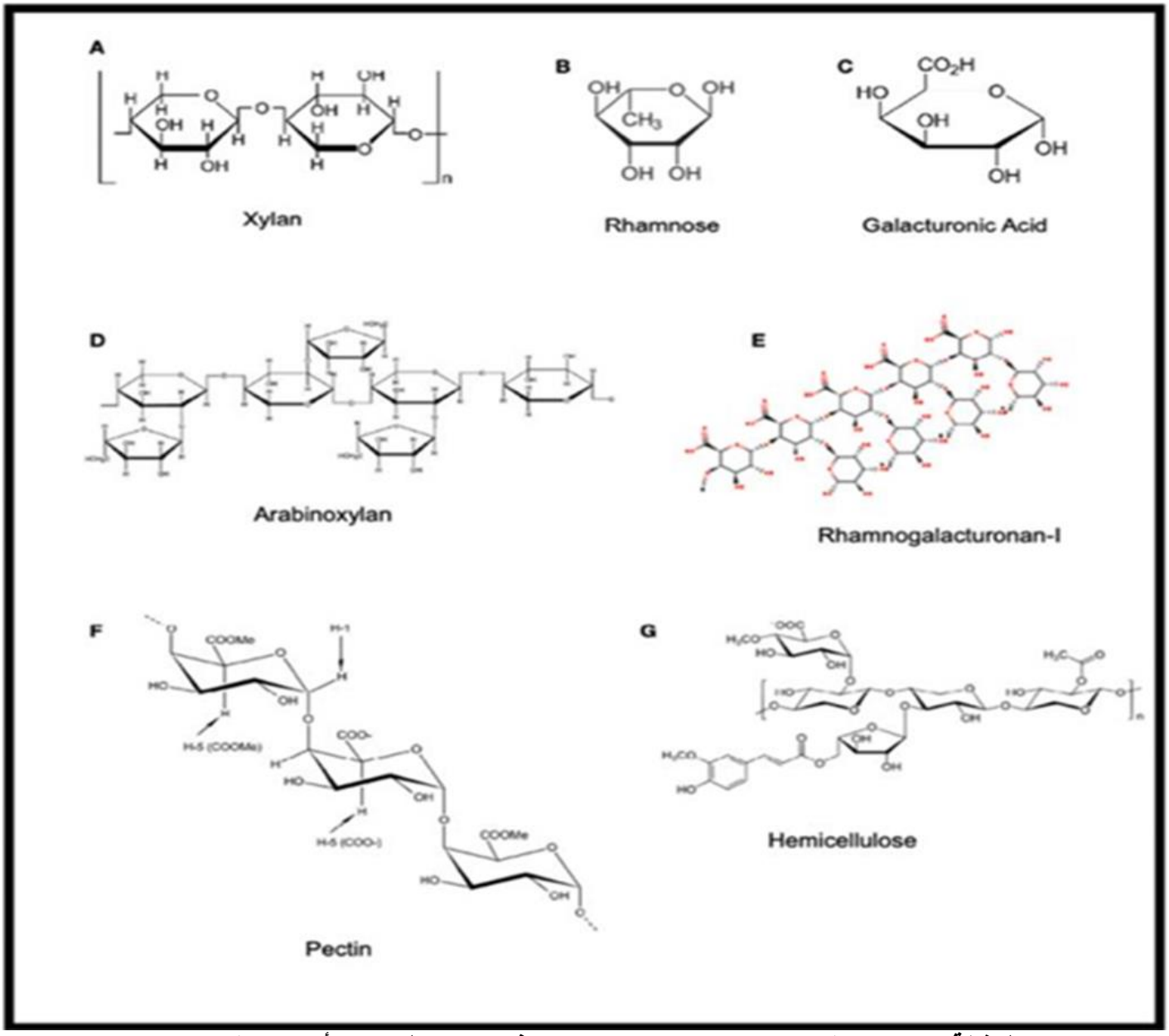
- **البكتينات**: عند تحلل البكتينات، تتكوّن أساسًا من نوعين رئيسيين:رامنوغالاكتورونان(RG-I)

وهوموغالاكتورونان (HG). يتميز (RG-I) بوجود هيكل أساسي يتكوّن من وحدات متناوبة من (1,2)-α رامنوز و(1,4) -α-D- الغالاكتورونيك، مع سلاسل جانبية غنية بالغالكتوز والأرابينوز. أما (HG) فيتكون من سلسلة خطية من وحدات حمض الغالاكتورونيك المرتبطة بروابط غليكوسيدية.

- **الهيميسيليلوزات:** تتكوّن الهيميسيليلوزات، وخاصة الأرابينوكسيلانات، من هيكل أساسي من الزيلوز مرتبط بروابط(4→1) β ، مع تفرعات من الأرابينوز عند الموضعين (O-2) و (O-3) وتُسهم هذه البنية في تكوين شبكات بوليمرية مستقرة، حيث تلعب الروابط التساهمية دورًا مهمًا في تعزيز صلابة وتماسك مصفوفة المخاط.(Tobar-Espinoza, 2025)

إضافةً إلى ذلك، يحتوي المخاط النباتي على بروتينات سكرية (Glycoproteins) وعدة مركبات نشطة بيولوجيًا، مثل القلويدات، التانينات، الستيرويدات، الفينولات، والفلافونويدات، إلى جانب السكريات المؤكسدة. كما يُلاحظ أنه غالبًا ما يكون غنيًا بالبروتينات والمعادن، مما يعزز من قيمته الحيوية والتطبيقية

(Archana *et al*., 2020; Kalaskar & Patil, 2025)



الوثيقة 4: (A) زيلان، (B) رامنوز، (C) حمض غالاكتورونيك، (D) أرابينوزيلان، (E) رامنوجالاكتورونان، (F) بكتين، و(G) هيميسليلوز. (Tobar-Espinoza, 2025)

4- الخصائص الفيزيائية والكيميائية للمخاط النباتي:

يُظهر المخاط النباتي العديد من الخصائص الفيزيائية التي تجعله مكوّنًا وظيفيًا ذا أهمية كبيرة في العديد من المجالات، خاصةً الصيدلانية والغذائية والصناعية(Chand *et al*., 2024) ، إذ يتميز بقدرته العالية على الاحتفاظ بالماء وتكوين مادة هلامية كثيفة عند ملامسته له، ويعود ذلك إلى لزوجته المرتفعة الناتجة عن تكوّن روابط هيدروجينية بين مجموعات الهيدروكسيل الحرة وجزيئات الماء.(Taru & Bhavya, 2022)

كما يتميز بامتلاكه خصائص استحلابية فعّالة، حيث يساعد على مزج الزيت بالماء، إضافة إلى قدرته على استبدال الدهون في المنتجات الغذائية مع الحفاظ على القوام. ويُظهر أيضًا خصائص تثبيت واستقرار تمنع انفصال المكونات، إلى جانب خصائص بينية/سطحية مهمة في تكوين المستحلبات والطلاءات وتحسين القوام والملمس.

(Gemede *et al*., 2018; Chand *et al*., 2024)ومن أبرز مميزاته أيضًا قابليته للتحلل الحيوي، مما يجعله خيارًا مناسبًا للتغليف الصديق للبيئة.(Chand *et al*., 2024) .

من الناحية الكيميائية، يُعد المخاط النباتي عديد سكاريد يمكن أن يتحلل مائيًا إلى وحدات من السكريات الأحادية (Amiri *et al*., 2021)، وتُسهم هذه السكريات في قدرته على التخلص من الجذور الحرة ومكافحة الإجهاد التأكسدي. كما أن غناه بالبروتينات والمعادن يعزز من خصائصه الحيوية والوظيفية (Kalaskar & Patil, 2025)، بالإضافة إلى ذلك، فإن قابليته للتحلل الحيوي تجعله آمنًا بيئيًا وملائمًا للتطبيقات الصيدلانية والغذائية (Bahadur *et al*., 2017) . تحتوي بنية المخاط النباتي على مجموعات وظيفية فعالة، خاصة مجموعات الهيدروكسيل، التي تمنحه طابعًا محبًا للماء وقدرة على التفاعل مع الأيونات والمعادن. وتُكسبه هذه الخصائص قدرة لاصقة ومكثِّفة ذات أهمية كبيرة في الصناعات الغذائية ومواد التعبئة والتغليف (Chand *et al*., 2024). ترتبط الخصائص الفيزيائية للمخاط النباتي، مثل اللزوجة والقدرة على الاحتفاظ بالماء وتكوين الهلام، ارتباطًا وثيقًا بتركيبه الكيميائي وبنيته الجزيئية، خاصة نوع السكريات المكوِّنة له ونِسَبها. فعلى سبيل المثال، يُظهر المخاط الغني بالأرابينوكسيلانات والرامنوغالاكتورونان قدرة أكبر على تكوين شبكات بوليمرية متماسكة ومستقرة، مما ينعكس على تحسين الخصائص الحاجزية والميكانيكية للأغشية الناتجة عنه. إضافةً إلى ذلك، تسهم قدرته على تحميل وإطلاق المركبات النشطة، مثل الزيوت العطرية، والجسيمات النانوية ذات النشاط المضاد للميكروبات، في تعزيز استخدامه في الحفظ النشط للأغذية، خاصة منتجات اللحوم، مما يؤدي إلى إطالة مدة صلاحيتها بشكل ملحوظ.(Tobar-Espinoza, 2025)

5- تطبيقات المخاط النباتي:

1) في الصناعات:

يرتبط التركيب الكيميائي للمخاط النباتي، الغني بعديدات السكاريد مثل البكتيناتوالهيميسيليلوزات، ارتباطًا مباشرًا بخصائصه الوظيفية، خاصة نشاطه المضاد للأكسدة والمضاد للميكروبات، إضافة إلى قدرته على تكوين الهلام. وتُسهم هذه الخصائص في إطالة العمر التخزيني للمنتجات مثل لحوم الأبقار مع الحفاظ على جودتها الحسية والغذائية.

كما تُحسّن تقنيات الاستخلاص المتقدمة، مثل الاستخلاص بالموجات فوق الصوتية والمذيبات العميقة(DES) ، من مردود الاستخلاص وتحافظ على المكونات الحيوية مقارنة بالطرق التقليدية. وتُسهم تقنيات التوصيف مثل FTIRو NMRوSEM/TEM، في فهم العلاقة بين البنية الجزيئية والخصائص الوظيفية للمخاط، مما يدعم تطوير طلاءات غذائية صالحة للأكل ذات استقرار محسن.(Tobar-Espinoza, 2025)

2) في المجال الغذائي:

يحتوي المخاط النباتي على مجموعات هيدروكسيلية حرة تمكّنه من تكوين روابط هيدروجينية مع جزيئات الماء، مما يؤدي إلى تشكّل بنية لزجة وكثيفة. وتمنحه هذه الخصائص قدرة عالية على الربط والتكثيف والاحتفاظ

بالرطوبة، مما يجعله بديلًا صديقًا للبيئة للعديد من الإضافات الغذائية الصناعية. ويُستخدم كمستحلب ومثبت وعامل تكثيف، حيث يسهم في تحسين القوام وإطالة العمر التخزيني للمنتجات الغذائية. كما تساعد قابليته لتكوين الهلام على احتواء النكهات والعناصر الغذائية. وفي مجال تغليف الأغذية، تُستغل طبيعته اللاصقة لإنتاج أفلام غذائية قابلة للتحلل الحيوي، تقلل من نفاذية الأكسجين والرطوبة وتحافظ على نضارة الأغذية القابلة للتلف، مما يعزز دوره كبديل واعد للتغليف البلاستيكي التقليدي.(Chand *et al*., 2024)

3) في المجال الصيدلاني:

يُستخدم المخاط النباتي في التركيبات الصيدلانية كسواغ متعدد الوظائف، حيث يعمل كمادة رابطة ومساعد دوائي بفضل قدرته العالية على الربط مقارنة بالعديد من المواد الصناعية، مما يجعله مهمًا في تصنيع الأقراص الدوائية. كما يُستعمل في المستحضرات السائلة كعامل مستحلب ومعلّق، إضافة إلى دوره كمكثِّف ومكوّن للهلام وعامل تفكك .ويُستخدم أيضًا في التطبيقات الطبية نظرًا لخصائصه الملطفة، خاصة في تخفيف السعال، كما يدخل في تركيب المواد اللاصقة السنية ويمكن استخدامه كملين حجمي. إضافة إلى ذلك، يُستخدم في تحضير الأغشية الصيدلانية (مثل الأنظمة عبر الجلدية واللثوية والأقراص الفموية)، وكعامل إطلاق مستدام في الأقراص المصفوفية، وكذلك في تغليف الميكروكبسولات وأنظمة توصيل البروتينات ; Bahadur *et al*., 2017) . Amiri *et al*., 2021) وبصفة عامة، تُستخدم المخاطيات النباتية على نطاق واسع كسواغات صيدلانية نظرًا لتعدد وظائفها، حيث تؤدي أدوارًا متعددة مثل التكثيف، الربط، التفكك، التعليق، الاستحلاب، التثبيت وتكوين الهلام، كما تُسهم في تطوير أشكال دوائية ذات تحرر متحكم فيه.(Malviya *et al*., 2011)

4) في مجال مستحضرات التجميل:

يُعد المخاط النباتي مكوّنًا طبيعيًا مهمًا في مستحضرات التجميل بفضل قدرته على ترطيب البشرة وتهدئتها، إذ يُشكّل غشاءً واقيًا يحدّ من فقدان الماء ويحمي الجلد من العوامل الخارجية. كما يساهم في تحسين قوام المستحضرات واستقرارها، حيث يدخل في تركيب الكريمات والجل والشامبوهات ليمنحها تماسكًا أفضل وملمسًا أكثر تجانسًا. وتزداد أهميته في المستحضرات الدوائية-التجميلية لكونه مكوّنًا متعدد الوظائف يعزز كفاءة المنتج ويحسّن خصائصه التطبيقية(Kalaskar & Patil, 2025) .

كما يتميز بخصائص إضافية، مثل مقاومته الجيدة للأشعة فوق البنفسجية وقدرته على تعزيز التصاق المستحضرات بالأسطح الحيوية، مما يساعد على إطالة مدة بقائها وزيادة فعاليتها.(Kuˇcka *et al*., 2022)

الجزء التطبيقي

الفصل الأول

المواد و الطرق

I-المواد والطرق:

1) المادة النباتية:

استعملنا في دراستنا الجزء الهوائي لنبات البوقريبة.*Zygophyllum album* L .

يعتبر نبات البوقريبة نباتًا واسع الإنتشار في الصحراء الجزائرية، تم جمع الأجزاء الهوائية الطازجة منه (الأوراق ـ الساق) في شهر جانفي 2026 بولاية الوادي - قرية سيدي عون التي تبعد عن مقر الولاية بحوالي 20كم. تمت عملية أخذ العينات عشوائيًا من أكثر من 20 شجيرة صغيرة تقريبًا، ثم تم فصل الأجزاء الهوائية في المختبر يدويًا.

ثم غسلت المادة النباتية جيدًا، وطحنت طازجة بالهاون واحتفظنا بيها حتى يتم استعمالها في عملية استخلاص المخاط النباتي.

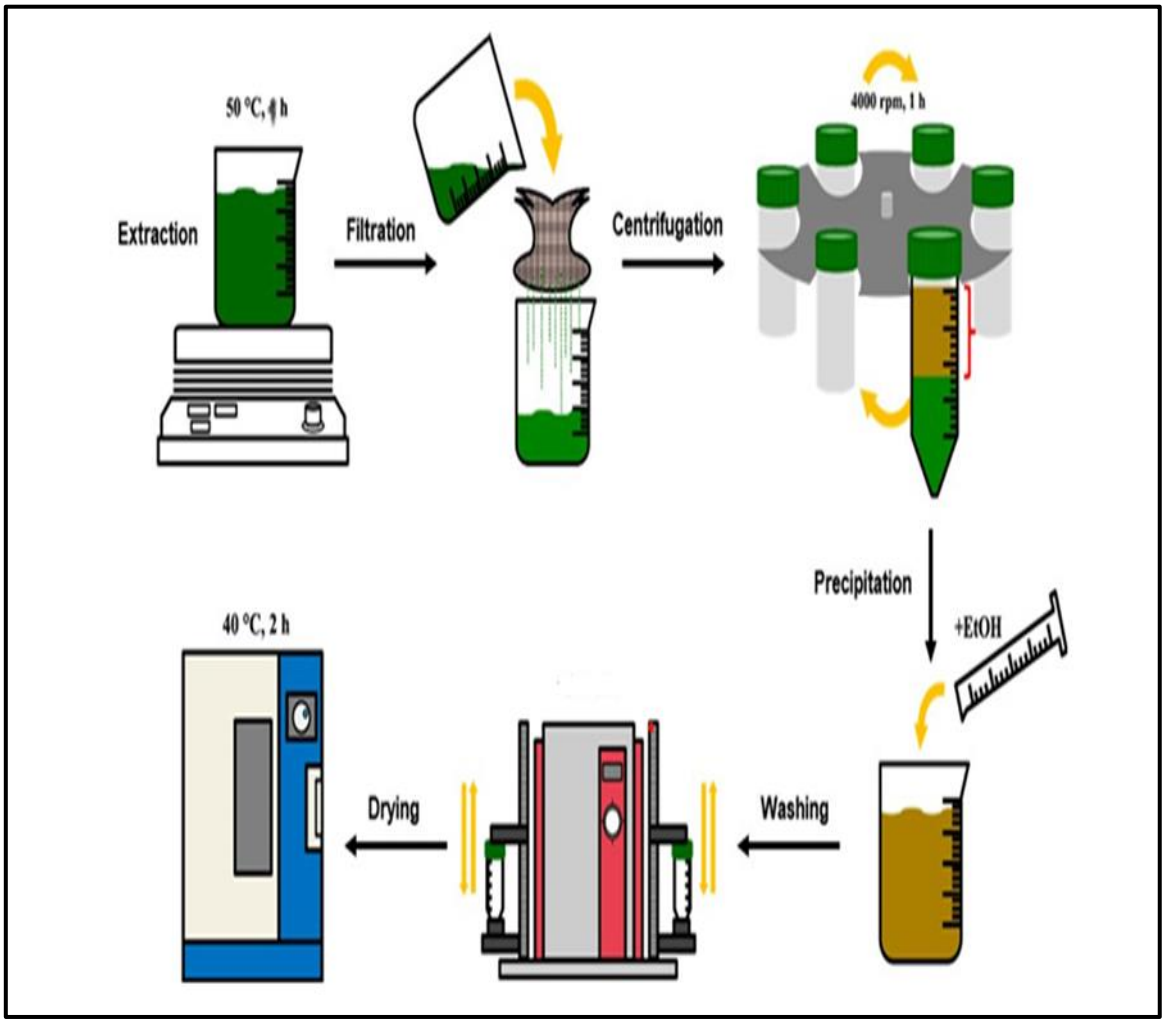
2) طرق العمل:

- **استخلاص المخاط النباتي Mucilage:**

تم استخلاص المخاط النباتي حسب طريقة Kim &Kim (2023)مع تغيرات طفيفة حيث:

- ✓ أخذنا 50غ من المادة النباتية، ووضعناها في بيشر وأضفنا 500 مل من الماء المقطر.
- ✓ ثم وضعنا البيشر في جهاز تسخين مغناطيسي في درجة حرارة 50°م وذلك لمدة 1 ساعة مع التحريك.
- ✓ بعدها رشحت المادة بواسطة قطعة قماش رقيقة، ثم رشحت للمرة الثانية بواسطة ورق الترشيح وباستخدام قمع.
- ✓ ثم قمنا بغسل الراسب بالإيثانول 96% بنفس حجم المستخلص.
- ✓ بعدها تم وضع المستخلص في جهاز الطرد المركزي 4000 دورة لمدة 15 د، بعدها جفف الراسب في درجة حرارة 40°م الى أن يثبت الوزن.

ثم قمنا بالاحتفاظ بالمستخلص في قاذورات زجاجية محكمة الإغلاق، مع استبعادها عن الضوء والحرارة الى حين استعمالها.



الوثيقة 5: بروتوكول توضيحي لعملية الاستخلاص مع بعض التعديلات(Kim&Kim.,2023)

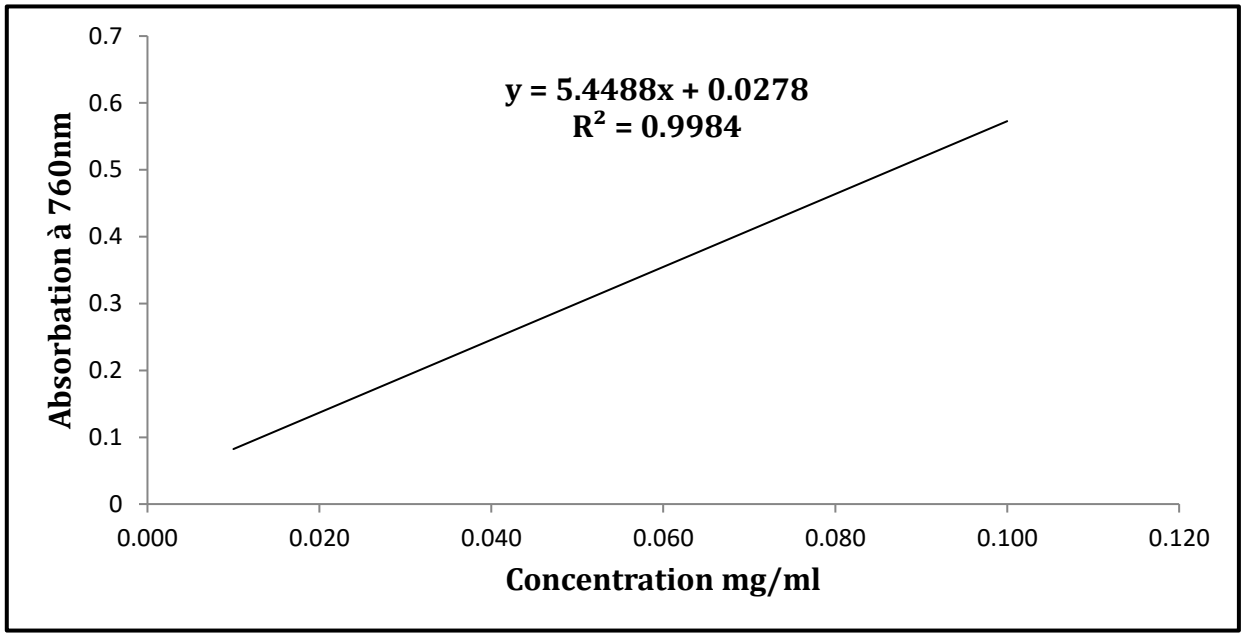
II- التقدير الكمي لنواتج الأيض الثانوي :

1) التقدير الكمي للفينولات:

تم تقدير المحتوى الكلي للفينولات باستعمال كاشف Folin–Ciocalteu وفق الطريقة الموصوفة من طرف Singleton وRossi (1965). (شويخ، 2020):

- قمنا بمزج 0.2 مل من المستخلص مع 1 مل من كاشف Folin-Ciocalteu (10%)، مع الرج لمدة 5د.
- بعدها أضفنا 0.8 مل من محلول كربونات الصوديوم (7.5%).
- تترك الأنابيب في الظلام لمدة 40 د بعدها قمنا بقراءة شدة الامتصاصية عند طول موجة 765 نانومتر باستخدام جهاز مطياف الأشعة فوق البنفسجية.
- تم اعداد منحنى المعايرة باستخدام محاليل حمض الغاليك بتراكيز تتراوح بين 0.02 و0.12 مغ/مل. وتم التعبير

عن المحتوى الفينولي الكلي على بالملغ مكافئ حمض الغاليك في 1غ من المستخلص.



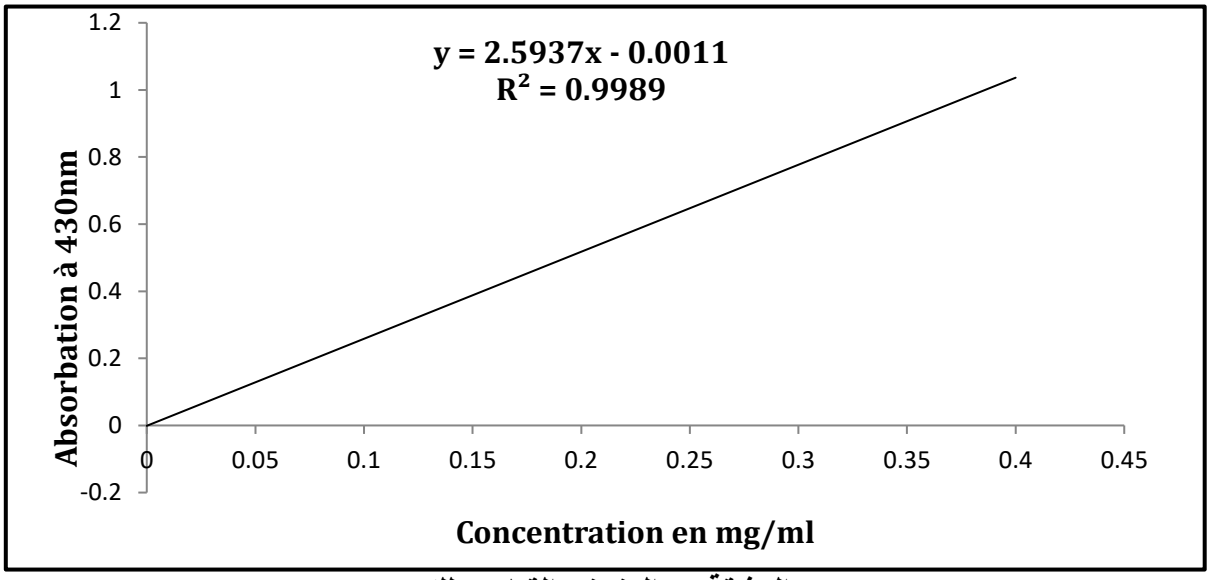
الوثيقة 6: المنحنى القياسي لحمض الغاليك.

2) التقدير الكمي للفلافونويدات:

تم إجراء التقدير الكمي للفلافونويدات الكلية وفق طريقة Zhishen وآخرين (1999) بطريقة محلول كلوريد الألمنيوم ($AlCl_3$) (شويخ، 2020):

- قمنا بتحضير 1مل من المستخلص مع 1مل من محلول كلوريد الألمنيوم ($AlCl_3$) بتركيز 2%، وبعد رج أنابيب الاختبار.

- تركنا المزيج لمدة 10-15 د في الظلام بدرجة حرارة الغرفة، بعدها تم قياس الإمتصاصية عند طول موجي 430 نانومتر.
- تم إعداد منحنى المعايرة باستخدام الكيرستين بتراكيز تتراوح بين 0.03 و0.1 مغ/مل. وتم التعبير عن محتوى الفلافونويدات في المستخلص على بالملغ مكافئ الكيرسيتين في 1غ من المستخلص.



الوثيقة 7: المنحنى القياسي للكيرسيتين.

III- المعايير البيولوجية:

III-1- المعايير المدروسة : *(in vitro)*

III-1-1- تقييم النشاطية المضادة للأكسدة وفعالية إزالة الجذور الحرة:

حددنا قدرة المستخلص على ازالة الجذور الحرة من خلال التقليل من عملية الأكسدة حيث تقدر الفعالية المضادة للأكسدة بعدة طرق أهمها:

III-1-1-1- نشاط إزالة الجذر الحر DPPH :

- تم قياس نشاط تثبيط الجذور الحرة باستخدام مركب 2,2- ثنائي فينيل -1- بيكريل هيدرازيل (Ao *et al.*,2008) مع بعض التعديلات وفق طريقةDPPH
- قمنا بمزج 0.5 مل من تراكيز مختلفة من مستخلص المخاط لنبات *Z.Album* مع 1 مل من محلول **DPPH** بتركيز (0.1×10^{-3} مول) المحضر في الميثانول، وتم تكرار التجربة ثلاث مرات.
- بعد ذلك، تم حضن المزيج لمدة 30 دقيقة في درجة حرارة الغرفة وفي الظلام.
- ثم تم قياس الامتصاصية عند طول موجي 517 نانومتر.
- حضر الشاهد (Control) بإضافة 0.5 مل من الميثانول مكان المستخلص إلى محلول DPPH، بينما استُخدم حمض الأسكوربيك كمرجع ايجابي (Positive standard).
- تم حساب نسبة تثبيط جذور**DPPH** باستخدام المعادلة التالية:

$$I\ (\%) = [(Abs\ control - Abs\ sample)\ /Abs\ control] \times 100$$

حيث تمثل:

- **Abs control**: الإمتصاصية الخاصة بالشاهد.
- **Abs sample**: الإمتصاصية الخاصة بالعينة المختبرة أو المرجع الإيجابي.
- تم تحديد قيمة IC_{50} ، والتي تمثل تركيز العينة القادر على احداث تثبيط بنسبة 50% ، لجميع العينات المختبرة وفقًا لطريقة (Asamenew *et al*.,2011) وتم التعبير عنها بوحدة (mg/ml).

III-1-1-2- اختبار القدرة الإختزالية للحديد FRAP :

لتكوين معقد ذو معامل اخماد مرتفع يتفاعل فيري سيانيد البوتاسيوم مع أيونات (Fe^{3+}) عند طول موجي 700 نانومتر. حيث تتم في هذا الإختبار مراقبة اختزال فيري سيانيد البوتاسيوم بواسطة مضادات الأكسدة الموجودة في المستخلص المدروس (Pisoschi *et al*.,2016).

ـ ثم قياس قدرة اختزال سيانيد الحديديك (Fe^{3+}) الى سيانيد الحديدوز(Fe^{2+}) وفقًا للبروتوكول الموصوف من طرف (Amarowicz et al.,2004) مع بعض التعديلات الطفيفة :

ـ باختصار، تم خلط 0.5 مل من المستخلص مع 1 مل من محلول الفاسفات المنظم (0.2 مول/ل،PH=6.6) و1مل من فيرسيانيد البوتاسيوم (1%).

ـ تم حضن المزيج عند 50 درجة مئوية لمدة 20 دقيقة، ثم أضيف 1مل من حمض ثلاثي كلورو الأسيتيك (10%) لإيقاف التفاعل.

ـ بعد ذلك، تم وضعها في جهاز الطرد المركزي عند 3000 دورة/دقيقة لمدة 10 دقائق.

ثم تم أخذ 1مل من السائل الطافي (Supernatant)وخلطه مع 1.5 مل من الماء المقطر و0.2 مل من كلوريد الحديدك ($FeCl_3$) بتركيز 0.1%.

تم قياس الامتصاصية عند طول موجي 700 نانومتر، واستُخدم حمض الأسكوربيك كمرجع ايجابي.تم حساب التركيز الفعال ($EC_{Abs\ 0.5}$) لمستخلص المخاط لنبات *Z.Album* وكذلك لحمض الأسكوربيك، وذلك عند قيمة امتصاصية تساوي 0.5.

III-1-1-3- قياس عامل الحماية من الشمس (SPF)باستخدام مطيافية UV-Vis :

تم قياس فعالية الحماية ضد الأشعة فوق البنفسجية في المختبر (in vitro) لتحديد قيمة عامل الحماية من الشمس (SPF) باستخدام مطيافية الأشعة فوق البنفسجية ـ المرئية (**UV-Vis**).

باختصار، وحسب طريقة (Dutra et al., 2004) ، يتم حساب قيمة SPF من خلال قياس اختلاف قراءات الطيف لمحلول كحولي بتركيز (0.5 مغ/مل) ضمن المجال الطيفي الممتد من 290 نانومتر الى 310 نانومترمع فاصل طيفي قدره 5 نانومتر.

يتم تحديد قيمة SPFباستخدام المعادلة التالية:

$$SPF = CF \times \sum EE(\lambda) \times I(\lambda) \times Abs(\lambda)$$

حيث:

- **EE**: يمثل طيف التأثير المسبب للإحمرار (erythemal effect spectrum)
- **I**: يمثل طيف شدة الإشعاع الشمسي.
- **Abs**: تمثل الإمتصاصية الخاصة بمنتج واقي للشمس.
- **CF**: يمثل عامل التصحيح (قيمته 10).

تم تحديد ثوابت (EE×I) مسبقًا من طرف (Mbanga et al., 2015) كما هو موضح في الجدول التالي:

الجدول 3: جدول ثوابت (EE×I)

الطول الموجي (nm)	EE× I
290	**0.0150**
295	**0.0817**
300	**0.2874**
305	**0.3278**

III-1-1-4- تحليل طيف الأشعة فوق الحمراء (IR) :

تم اجراء تحليل الاشعة فوق الحمراء باستخدام تقنية FTIR بهدف تحديد المجموعات الوظيفية الموجودة في عينة مخاط نبات *Z.Album* ، حيث تعتمد هذه التقنية على قدرة العديد من الجزيئات على امتصاص الأشعة تحت الحمراء بشكل يتناسب مع تركيزها. يمتد هذا المجال الطيفي من جوالي 700 نانومتر إلى 1000 ميكرومتر ، ويعبر عنه غالبًا بعدد الموجة (cm^{-1}) الذي يمثل مقلوب الطول الموجي، حيث يُعد المجال الأكثر استخدامًا في التحليل هو بين 4000 و670cm ، لاحتوائه على أغلب الحزم المميزة للمجموعات الوظيفية العضوية. (Skoog *et al*., 1998)

الوثيقة 8: جهاز التحليل الطيفي بالأشعة تحت الحمراء جهاز FTIR من نوعWQF-530A

III-2- المعايير المدروسة : (*in vivo*)

III-2-1- تهيئة الفئران :

تم في هذه الدراسة استخدام مجموعة مكونة من 36 من ذكور جرذان ويستر البيضاء، بعمر شهرين، وبوزن 75 - 100غ.

تم وضعها في وحفظها في بيت الحيوانات بقسم البيولوجيا، كلية علوم الطبيعة والحياة، جامعة الوادي ـ الجزائر. وتم تكييفها لمدة 10 أيام في ظل نفس الظروف المخبرية من الفترة (12 ساعة من الضوء/12 ساعة من الظلام)، مع نسبة رطوبة 64% ودرجة حرارة الغرفة 25 درجة مئوية. تم تغذية الجرذان باتباع نظام غذائي صحي قياسي وماء مقطر.

III-2-2- اختبار قرحة المعدة :

بروتوكول إحداث قرحة المعدة باستخدام حمض الهيدروكلوريك ودراسة التأثير الوقائي لمستخلص المخاط النباتي مع بعض التعديلات:

تم اعتماد نموذج القرحة المعدية المحرّضة بمحلول بمحلول (0.3 مول)HCl / ميثانول 60%. من أجل تقييم النشاط الوقائي لمستخلص مخاط نبات البوقريبة. استُخدمت جرذان بيضاء، قُسمت إلى ست مجموعات متساوية كل مجموعة تحتوي على 3 جرذان كما يلي:

- (T−): المجموعة الشاهدة المصابة: تلقت محلولاً فيزيولوجياً لمدة خمسة أيام، وفي اليوم الخامس تناولت كمية 1 مل من المحلول (0.3 مول)HCl / ميثانول 60% لإحداث القرحة.
- (T+): تلقت معالجة يومية بعقار قياسي مضاد للقرحة Omeprazole(10ملغ/كلغ)، ثم 1 مل (0.3 مول)HCl / ميثانول 60%.
- المجموعات التجريبية:

عولجت طيلة خمسة أيام بجرعات يومية بتراكيز مختلفة من مستخلص المخاط حيث:

- **المجموعة الاولى:** تلقت جرعة 4 ملغ/كلغ من مستخلص المخاط.
- **المجموعة الثانية:** تلقت جرعة 8 ملغ /كلغ من مستخلص المخاط.
- **المجموعة الثالثة:** تلقت جرعة 16ملغ/كلغ من مستخلص المخاط.
- **المجموعة الرابعة:** تلقت جرعة 32 ملغ/كلغ من مستخلص المخاط.

في اليوم الخامس، بعد آخر جرعة من المخاط، اعطي لها 1 مل (0.3 مول)HCl / ميثانول 60%.

بعد مرور ساعة واحدة على تناول المحلول المسبب للقرحة، خُدرت ثم ذبحت الحيوانات وتم استئصال المعدة بعناية. غُسلت العينات بمحلول فيزيولوجي وتم فحصها بصريًا بحثًا عن علامات واضحة للقرحة (تآكل، نزف، تغير اللون...) وتحسب مساحة القرحة ثم تقدر نسبة تثبيط تشكل القرحة مقارنة بالمجموعة الشاهدة المصابة بالقرحة وغير المعالجة (Moraes de Carvalho *et al.*, 2010).

III-2-3- اختبار السعال:

حسب Jafari Lataran et al. (2023)، تم تقييم النشاط المضاد للسعال على الجرذان باستخدام اختبار تحفيز السعال برذاذ الأمونيا:

حيث أُستخدمت 18من ذكور جرذان ويستر البيضاء بوزن 75- 100غرام في الدراسة. كانت الجرذان بصحة جيدة وأُبقيت في درجة حرارة الغرفة (20–25 °م) ضمن دورة ضوء- ظلام مدتها 12 ساعة. وقسمت المجموعات كالأتي :

- T : مجموعة ضابطة، تمت معاملتها بماء مقطر.
- +T : مجموعة إيجابية، تمت معاملتها بدواء ديكستروميثورفان (200 ملغ/كغ).

- **المجموعة 1:** تلقت جرعة 4 ملغ/كلغ من مستخلص المخاط
- **المجموعة 2:** تلقت جرعة 8ملغ/كلغ من مستخلص المخاط
- **المجموعة 3:** تلقت جرعة 16 ملغ/كلغ من مستخلص المخاط
- **المجموعة 4:** تلقت جرعة 32ملغ/كلغ من مستخلص المخاط

أُعطي العلاج عن طريق الفم مرة واحدة يوميًا عند الساعة 10 صباحًا لمدة 5 أيام متتالية. بعد ساعة واحدة من آخر جرعة، تم تعريض الفئران إلى كرة قطنية مشبعة بـ 1 مل من هيدروكسيد الأمونيوم داخل علبة خاصة سعتها 1000 مل، وسُجل زمن أول سعال (فترة حضانة السعال). بعد دقيقتين، أُخرجت الفئران من غرفة التعرض، وسُجل عدد نوبات السعال خلال دقيقتين.

الفصل الثاني

النتائج والمناقشة

I - النتائج:

I-1- التقدير الكمي لنواتج الأيض الثانوي:

I-1-1- التقدير الكمي للفينولات والفلافونويدات :

أظهرت النتائج أن محتوى الفينولات الكلي في المستخلص بلغ 9.95 ± 0.92 mg EAG/g ، وهو ما يشير إلى مستوى منخفض إلى متوسط من المركبات الفينولية.

تم التعبير عن الفلافونويدات بالملغ مكافئ من الكيرسيتين على غرام من المستخلص، حيث أظهر المستخلص قيمة قدرها 7.17 ± 0.27 mg QE/g ex ، مما يدل على محتوى ضعيف من الفلافونويدات .

الجدول 4: محتوى الفينولات والفلافونويدات لمستخلص مخاط نبات*Z.Album*

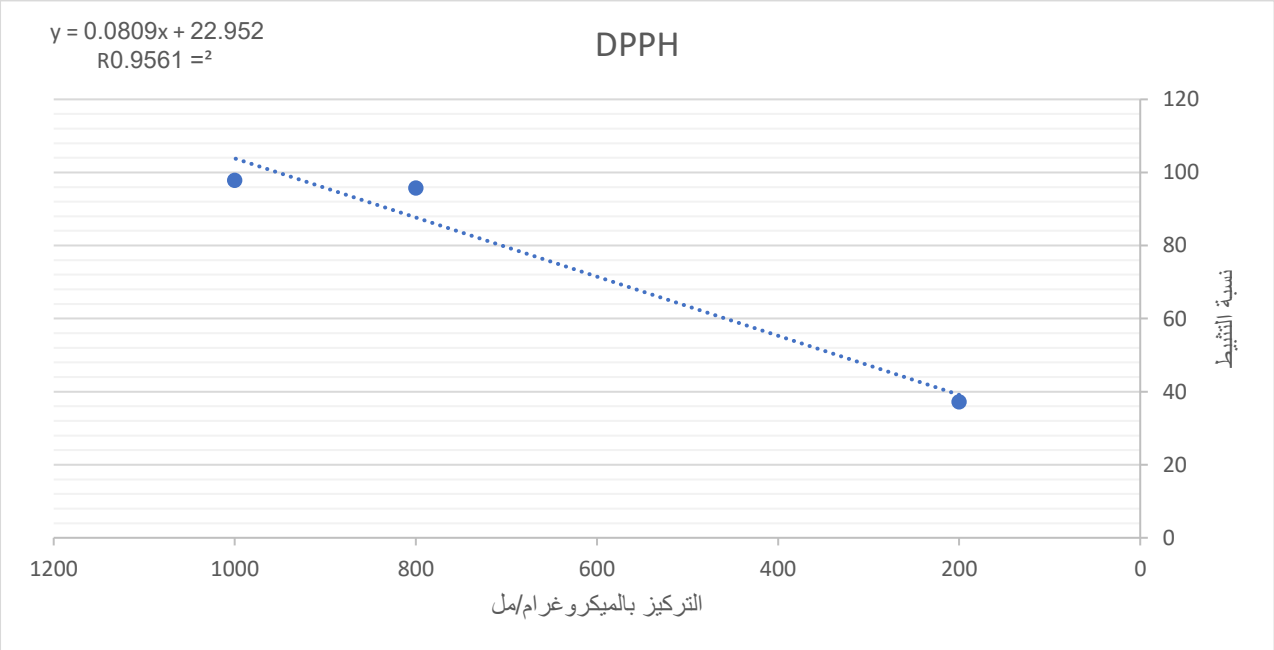
مستخلص مخاط *Z. Album*	
محتوى الفينولات mg EAG/g Extract	9.95 ± 0.92
محتوى الفلافونويداتmg QE/g Extract	7.17 ±0.27

II - المعايير البيولوجية:

II -1- المعايير المدروسة (*in vitro*) :

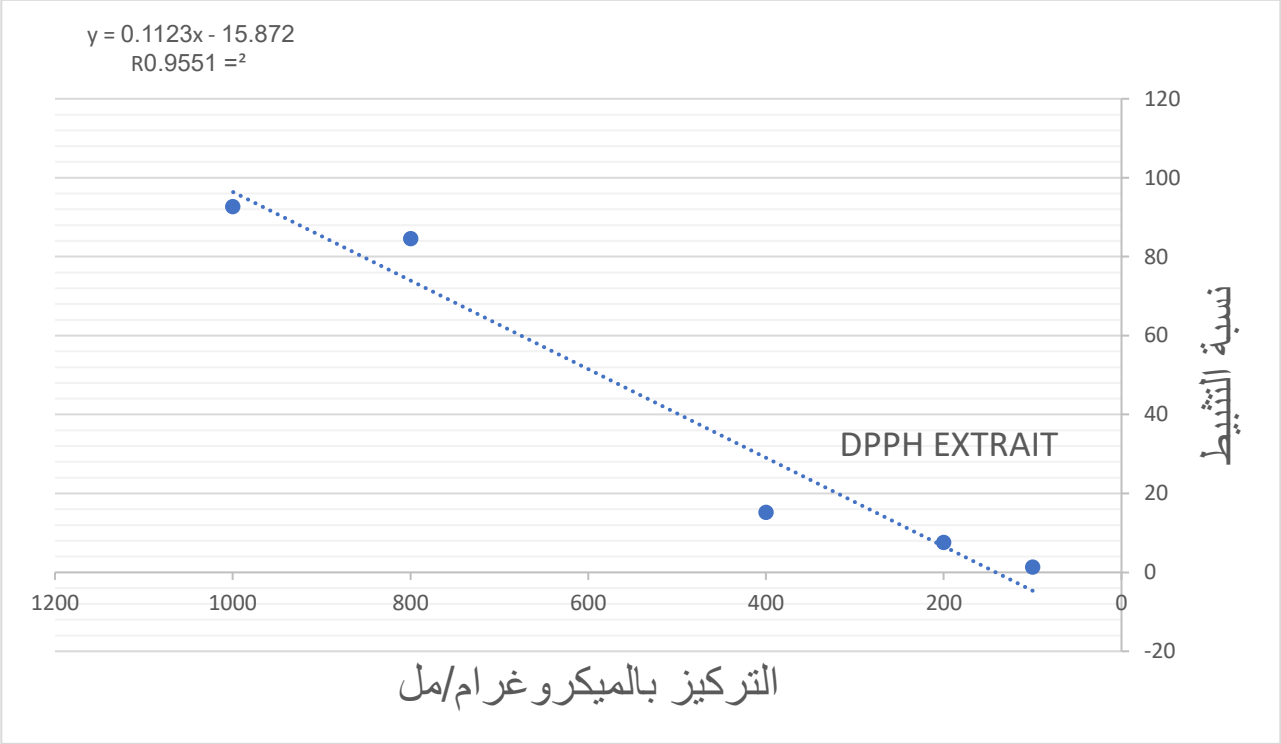
II-1-1- تقييم النشاطية المضادة للأكسدة وفعالية إزالة الجذور الحرة:

II-1-1-1- نشاط إزالة الجذر الحر DPPH :



الوثيقة 9: المنحنى القياسي للفيتامين C في اختبار الDPPH

من خلال منحنيات تقييم النشاطية المضادة للأكسدة ـ ازالة الجذر الحر DPPH ـ والتي من خلالها تحسب قيمة IC_{50} للعينة، مع العلم أن القيمة الأقل لها تعني أفضلية التأثير التثبيطي، أظهرت أن هناك فرقًا واضحًا بين مستخلص مخاط نبات *album*.Z والمرجع الإيجابي Vit C.



الوثيقة 10: نسبة تثبيط جذر للDPPH بواسطة مستخلص مخاط *Z. Album*

حيث سجّل فيتامين C قيمة IC_{50}قدرت بـ(341.08µg/mL) ، ما يدل على قدرة معتبرة في معادلة الجذور الحرة، حيث يكفي تركيز صغير لتحقيق تثبيط بنسبة 50%. ويُفسَّر ذلك بكون حمض الأسكوربيك مركبًا نقيًا ذو قدرة عالية على منح الإلكترونات أو ذرات الهيدروجين، مما يجعله من أقوى مضادات الأكسدة المعروفة.

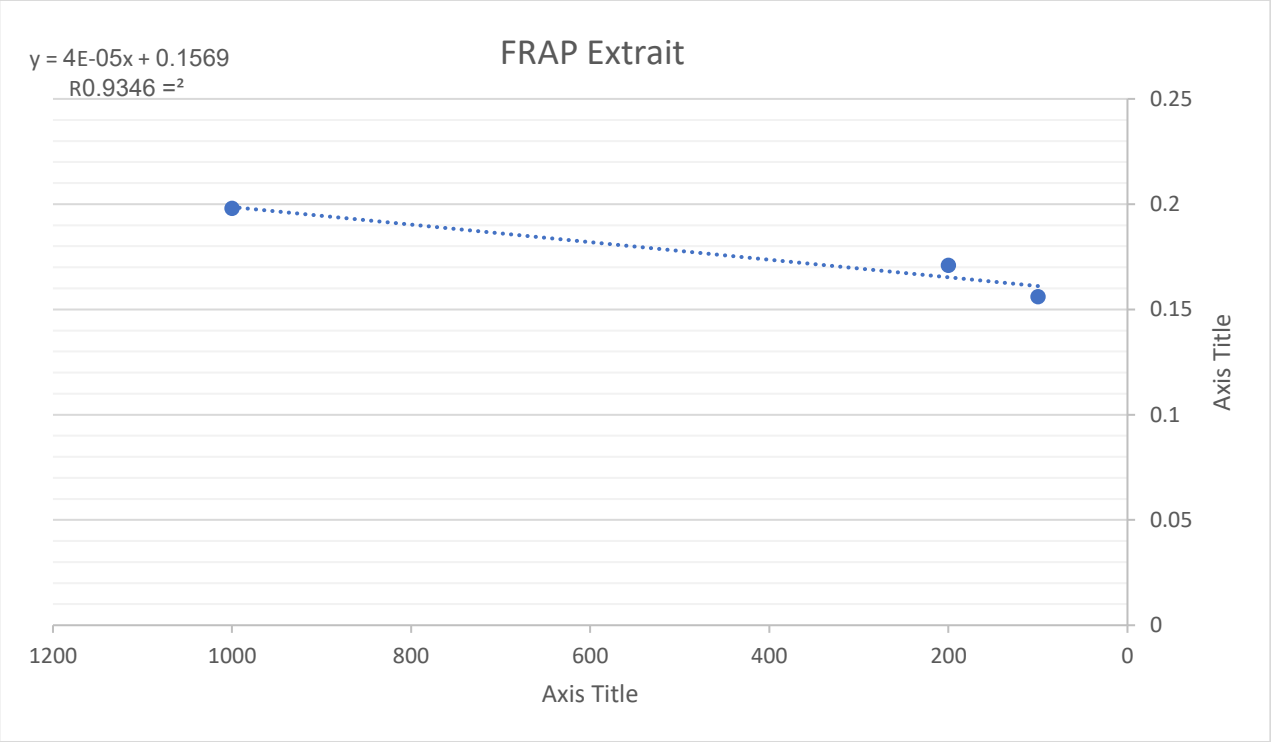
في المقابل، أظهر مستخلص مخاط نبات *Z. album* قيمة IC_{50}مرتفعة(≈ 569.32 µg/mL) ، وهذا يعكس نشاطًا مضادًا للأكسدة معتبر نسبيًا مقارنة بالمرجع القياسي.

الجدول 5: قيم IC50 ميكروغرام/مل لنشاط كسح الجذرDPPH لمستخلص مخاط نبات *Z. album* مقارنةً بحمض الاسكوربيك.

	مستخلص مخاط *Z. album*	حمض الاسكوربيك
IC_{50}ميكروغرام/مل	569.32±15.44	341.08± 9.541

II-1-1-2- اختبار القدرة الإختزالية FRAP :

بينت نتائج اختبار **FRAP** قدرة المركبات الموجودة في المستخلص على **اختزال أيونات الحديديك(Fe^{3+}) إلى الحديدوز(Fe^{2+})** ، وهي آلية مباشرة لتقييم القوة الاختزالية لمضادات الأكسدة .



الوثيقة 11: المنحنى القياسي لل FRAP لمستخلص مخاط *Z. Album*

أظهر المرجع الإيجابي **حمض الأسكوربيك** امتصاصية مرتفعة عبر مختلف التراكيز، مما يدل على فعالية قوية في التفاعل الاختزالي، ويعزى ذلك الى طبيعته كمركب نقي يمتلك قدرة عالية على منح الإلكترونات.في المقابل، سجّل مستخلص *Z. album* امتصاصية أقل، أي قدرة اختزالية محدودة

الجدول 6: قيم ECAbs 0.5 ميكروغرام/مل للقدرة الإرجاعية للحديد لمستخلص مخاط نبات *Z. album* مقارنة مع حمض الأسكوربيك:

	مستخلص المخاط *Z. album*	حمض الاسكوربيك
IC_{50}ميكروغرام/مل	8572.5 ±7.07	303.73 ± 17.55

II-1-1-3- قياس عامل الحماية من الشمس (SPF)باستخدام مطيافية UV-Vis :

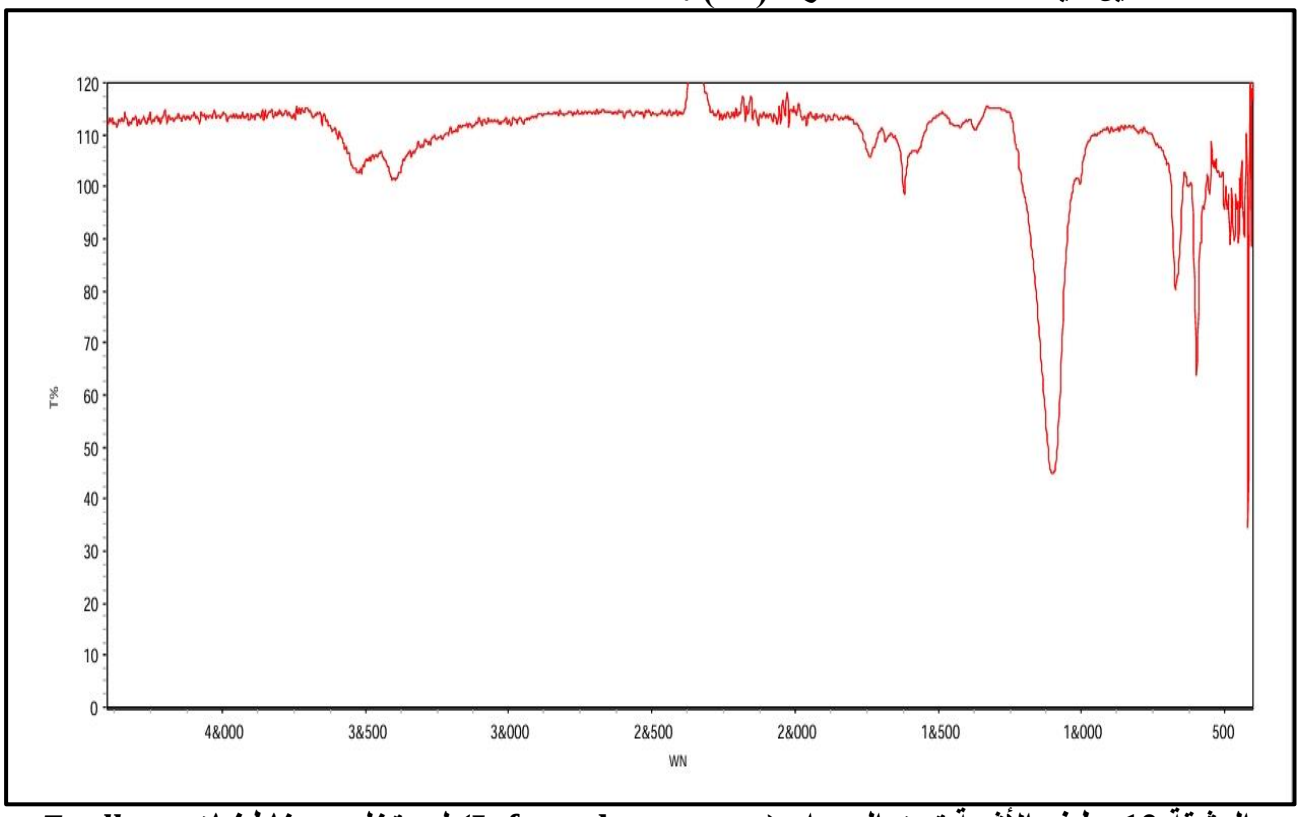
تم قياس فعالية الحماية ضد الشمس في المختبر حيث تحصلنا على القيم الموضحة في الجدول التالي:

الجدول 7: قيم SPF لمستخلص مخاط نبات *Z. album* مقارنة بحمض الأسكوربيك

	مستخلص مخاط *Z.Album*	حمض الاسكوربيك
قيم SPF	81.39 ± 13.46	96.74 ± 6.52

أظهرت نتائج حساب عامل الحماية الشمسية (SPF) أن كلاً من حمض الأسكوربيك ومستخلص مخاط نبات *Z. album* يمتلكان قدرةعالية على امتصاص الأشعة فوق البنفسجية، حيث بلغت القيم (96.74 ± 6.52) و(81.39 ± 13.46) على التوالي. وتشير هذه النتائج إلى فعالية معتبرة للمستخلص، رغم أنها تبقى أقل من المرجع الإيجابي . ويُعزى هذا النشاط إلى وجود مركبات فينولية، قادرة على امتصاص الأشعة فوق البنفسجية. ومن جهة أخرى، تختلف هذه النتائج عن اختبارات النشاط المضاد للأكسدة(FRAP وDPPH)، مما يؤكد أن آلية الحماية من الأشعة فوق البنفسجية تعتمد أساسًا على الامتصاص الطيفي، وليس فقط على القدرة الاختزالية أو تثبيط الجذور الحرة.

II-1-1-4- تحليل طيف الأشعة تحت الحمراء (IR) :



الوثيقة 12: طيف الأشعة تحت الحمراء (Infrared spectrum) لمستخلص مخاط نبات *Z. album*

تم استخدام طيف الأشعة تحت الحمراء بتحويل فورييه (FTIR) لتحديد المجموعات الوظيفية للمركبات الموجودة في مستخلص مخاط نبات *Z. album*

أظهرت النتائج:

- وجود اهتزازات قوية وعريضة عند3400–3500 cm^{-1} ، يعني وجود مجموعات الهيدروكسيل OH-.

- وجود قمم قريبة من 2850–2920 cm^{-1} ، فهي تعود الى روابط C-H الخاصة بمجموعات الميثيل والميثيلين.

وجود قمة واضحة قرب 1600–1650 cm^{-1} ، دليل على وجود مجموعات الكربونيل (C=O) أو مجموعات الكربوكسيل.

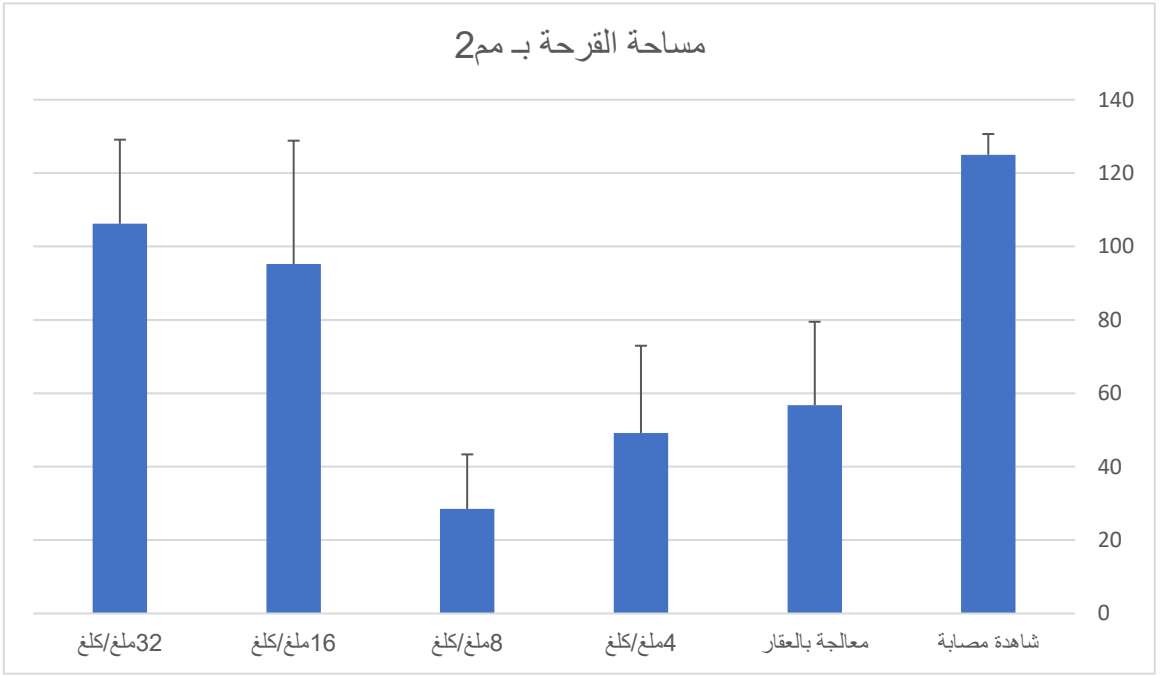
- وجود قمة واضحة عند حوالي 1410–1430 cm^{-1} ، بانحناء روابط C-H أو لمجموعات -COO- التابعة للبقايا الحمضية.
- وجود قمم في المنطقة القوية بين 1000–1200 cm^{-1} ، منطقة البصمة الكربوهيدراتية وهي روابط C-O و C-O-C المميزة للسكريات المتعددة.

بالإضافة الى القمم الموجودة أسفل 900 cm^{-1} والتي تدل على وجود روابط سكرية وتراكيب نقية للكربوهيدرات.

II-2- المعايير المدروسة : (*in vivo*)

III-2-1- نتائج اختبار تثبيط قرحة المعدة :

يوضح الشكل الخاص بمساحة القرحة (مم²) وجود اختلاف واضح بين المجموعات المعاملة بالمستخلص النباتي ومستوى الحماية المعدية الناتج عن مستخلص المخاط النباتي:



الوثيقة 13 : يوضح مساحة القرحة المعدية بمم²

نلاحظ من خلال نتائج اختبار النشاط المضاد للقرحة وجود اختلافات واضحة بين المجموعات المعاملة والمجموعة الشاهدة المصابة حيث:

سجلت المجموعة الشاهدة المصابة (T−) أعلى مساحة قرحة، والتي بلغت حوالي 125 مم²، وهذا يدل على أن محلولHCl / الميثانول أحدث تخريبًا واضحًا في الغشاء المخاطي للمعدة والذي تمثل في حدوث تقرحات ونزيف وتآكل نسيجي.

أما المجموعة المعالجة بالعقار المرجعي أوميبرازول (T+) فقد أظهرت انخفاضًا معتبرًا في مساحة القرحة لتصل إلى حوالي 55 مم²، وهو ما يؤكد فعالية الدواء القياسي في الحد من الضرر المعدي الناتج عن العامل المتسبب في القرحة.

أما بالنسبة للمجموعات المعالجة بمستخلص المخاط النباتي، فقد لوحظ أن التأثير الوقائي يختلف باختلاف الجرعة المستعملة. إذ سجلت المجموعة ذات التركيز8ملغ/كلغ أقل مساحة قرحة مقارنة ببقية المجموعات المعالجة، والتي بلغت حوالي 30 مم²، ما يشير إلى امتلاك هذه الجرعة أعلى فعالية وقائية ضد التقرحات المعدية. كما أظهرت المجموعة ذات التركيز4 ملغ/كلغ انخفاضًا متوسطًا في مساحة القرحة (حوالي 50 مم²)، في حين سجلت المجموعتان ذات التركيز16ملغ/كلغ و32ملغ/كلغ على التوالي مساحات قرحة مرتفعة نسبيًا قاربت قيم المجموعة الشاهدة المصابة، وهذا دليل على أن الجرعات العالية أوالمنخفضة جدًا لم تحقق نفس الكفاءة الوقائية.

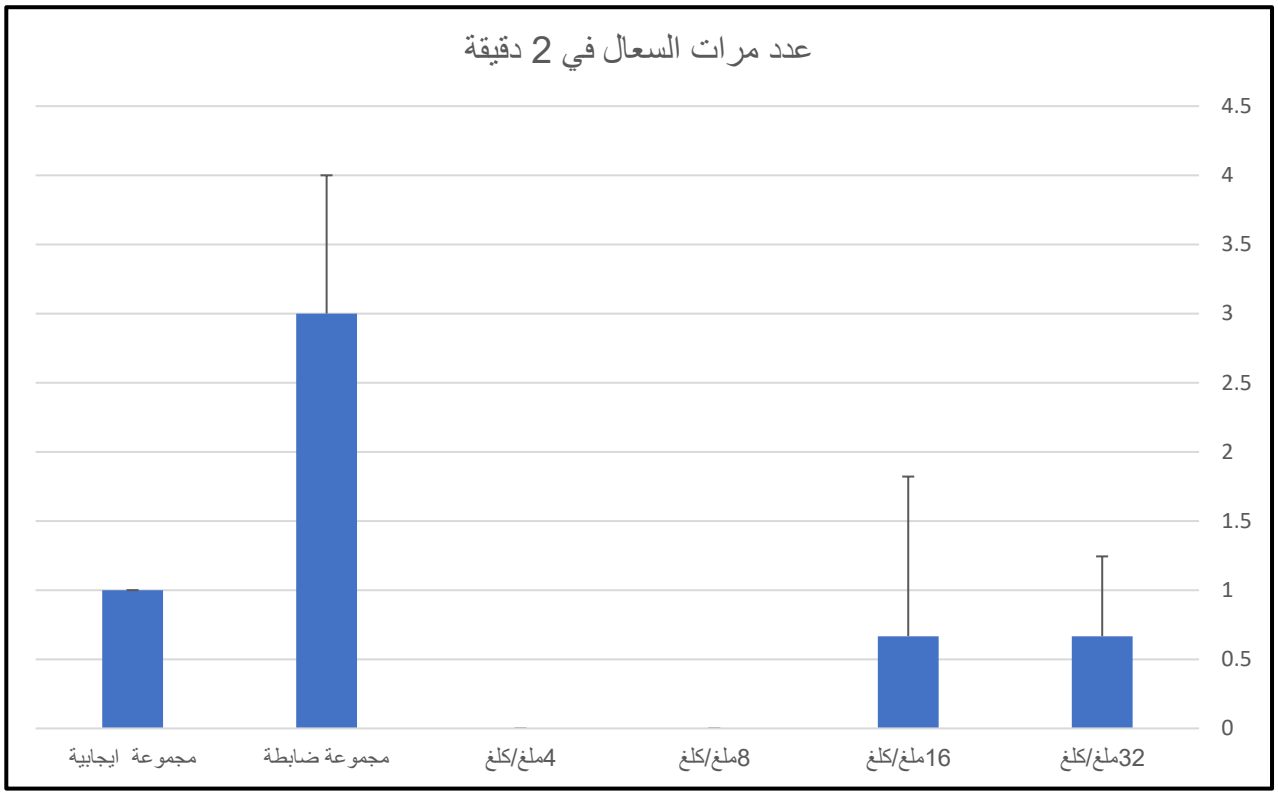
إحصائيا وبعد تحليل الإحصائي ANOVA معامل واحد فقد سجلنا فروق معنوية حيث بلغت قيمة *P-value* =0.019978≤0.05 α.

الجدول 8: القيم الإحصائية لإختبار القرحة .

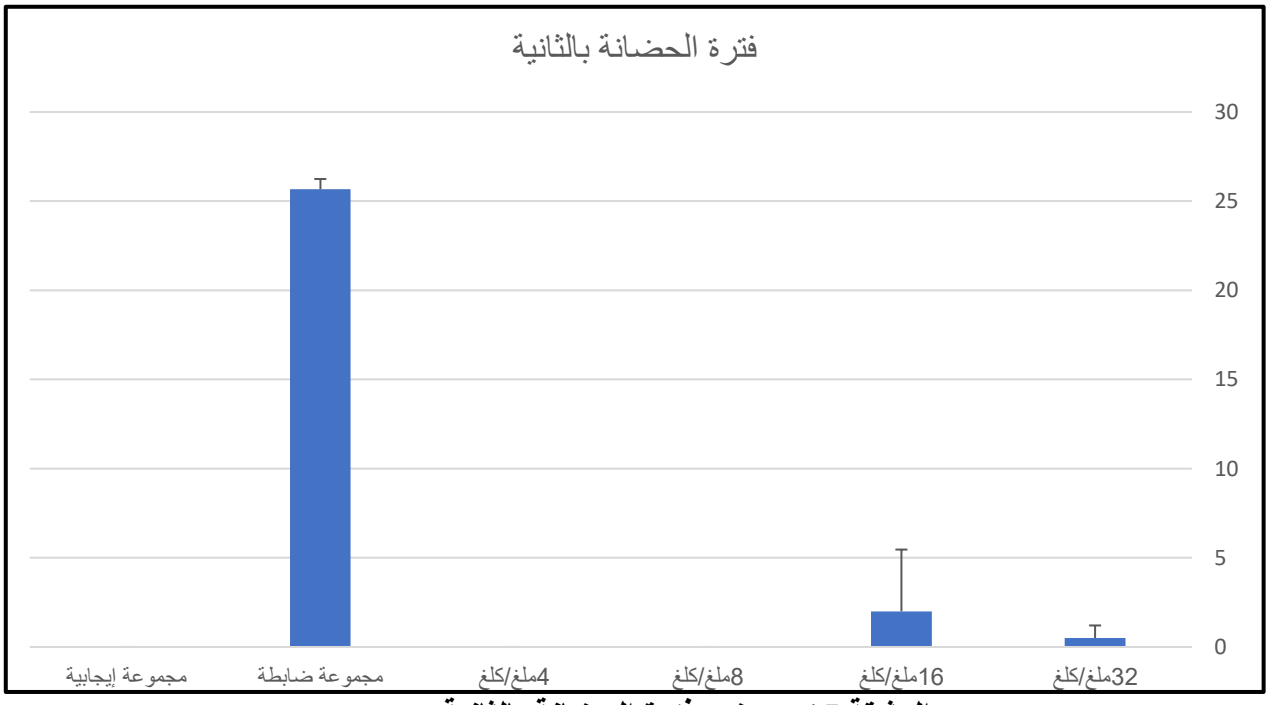
Source of Variation	*SS*	*Df*	*MS*	*F*	*P-value*	*F crit*
Between Groups	14415.45	5	2883.09	5.767128	0.019978	3.971523
Within Groups	3499.425	7	499.9179			
Total	17914.88	12				

III-2-2- نتائج اختبار السعال :

تُظهر الأشكال (14) و(15) نتائج اختبار النشاط المضاد للسعال أن مستخلص المخاط النباتي أظهر تأثيرًا مثبطًا للسعال بدرجات متفاوتة حسب الجرعة المستعملة.



الوثيقة 14: يوضح عدد مرات السعال في 2 د



الوثيقة 15: يوضح فترة الحضانة بالثانية.

بالنسبة لعدد مرات السعال خلال دقيقتين، سجلت المجموعة الضابطة السلبية (AT−) أعلى عدد من نوبات السعال، حيث بلغ حوالي 3 سعلات، مما يدل على فعالية رذاذ الأمونيا في تحفيز السعال وتهييج الجهاز التنفسي. في المقابل، أظهرت المجموعة المعالجة بالديكستروميثورفان (AT+) انخفاضًا واضحًا في عدد مرات السعال ليصل إلى حوالي سعال واحد، مما يؤكد فعالية الدواء المرجعي كمضاد للسعال.

أما المجموعات المعالجة بمستخلص المخاط النباتي، فقد أظهرت الجرعتان 4ملغ/كلغ و8ملغ/كلغ تثبيطًا شبه كامل للسعال، إذ لم تُسجل أي نوبات سعال تقريبًا، وهو ما يشير إلى فعالية مرتفعة للمستخلص عند هاتين الجرعتين. بينما سجلت المجموعتان 16ملغ/كلغ و32ملغ/كلغ انخفاضًا أقل وضوحًا، حيث بقي متوسط عدد السعال قريبًا من سعال واحد، مما يدل على أن التأثير المثبط كان أضعف مقارنة بالجرعات المتوسطة والمنخفضة.

إحصائيا وبعد تحليل الإحصائي ANOVA معامل واحد فقد سجلنا فروق معنوية عالية حيث بلغت قيمة $P\text{-}value = 0.00577 \leq \alpha\ 0.01$.

الجدول 9: القيم الإحصائية لإختبار السعال .(عدد مرات السعال)

Source of Variation	*SS*	*df*	*MS*	*F*	*P-value*	*F crit*
Between Groups	17.60417	5	3.520833	6.601563	0.005775	3.325835
Within Groups	5.333333	10	0.533333			
Total	22.9375	15				

وفيما يخص فترة حضانة السعال، فقد سجلت المجموعة الضابطة السلبية أقصر زمن لظهور أول سعال (حوالي 25 ثانية)، مما يعكس شدة التهيج الناتج عن الأمونيا. في حين أدت المعالجة بالمستخلص، خاصة عند الجرعتين 4ملغ/كلغ و8ملغ/كلغ، إلى زيادة واضحة في فترة الحضانة، حيث تأخر ظهور أول سعال بشكل ملحوظ مقارنة بالمجموعة الضابطة، وهو مؤشر على امتلاك المستخلص تأثيرًا واقيًا ومهدئًا للجهاز التنفسي. كما أظهرت المجموعتان ذات التراكيز16ملغ/كلغ و32ملغ/كلغ زيادة متوسطة في زمن الحضانة لكنها أقل فعالية من الجرعات السابقة.

إحصائيا وبعد تحليل الإحصائي ANOVA معامل واحد فقد سجلنا فروق معنوية جد عالية حيث بلغت قيمة $P\text{-}value = 9.15 \times 10^{-8} \leq \alpha\ 0.001$.

الجدول 10:القيم الإحصائية لإختبار السعال.(فترة حضانة السعال)

F crit	*P-value*	*F*	*MS*	*df*	*SS*	*Source of Variation*
3.481659	9.15E-08	108.6032	303.6867	5	1518.433	Between Groups
			2.796296	9	25.16667	Within Groups
				14	1543.6	Total

II - المناقشة:

حسبGoksen وآخرون (2023)، يُعرَّف المخاط النباتي بأنه مادة لزجة وهلامية تحتوي على العديد من المركبات النشطة بيولوجيًا، وهو ما يتوافق مع هدف دراستنا. فقد وجدنا أن المحتوى الفينولي للمخاط النباتي لنبات *Z.album* بلغ 9.95 ± 0.92 mg EAG/g، وهو يُعد منخفضًا إلى متوسط. وهذا يتعارض مع دراسات سابقة، حيث أشار Gemede وآخرون (2018) إلى أن المحتوى الفينولي لمخاط قرون ثمانية أصناف من البامية تراوح بين49.93 و24.66 mg GAE/g كما أكد Luna-Sosa وآخرون (2022) أن المحتوى الكلي من البوليفينولات في مخاط *Opuntia ficus-indica*تراوح بين 565.76 ± 1.5 و1311.83 mg EAG/g.2.3

وحسب Oh وKim (2022) ، فقد بلغ المحتوى الفينولي لنبات *Corchorus olitorius*قيمة 30.19 ± 0.23 mg EAG/g، وهو ما يُعد مرتفعًا نسبيًا مقارنة بنتائجنا.

وقد أظهر المستخلص أن محتوى الفلافونويدات قُدِّر بـ 7.17 ± 0.27 mg QE/g ex ، وهي قيمة تُعد منخفضة مقارنة بما أشار إليه Gemedeوآخرون (2018)، حيث تراوح محتوى الفلافونويدات في مخاط قرون ثمانية أصناف من نبات البامية بين 18.72و8.18 .mg QE/g ويُظهر هذا اختلافًا واضحًا مقارنة بنتائج دراستنا، وقد يُعزى ذلك إلى اختلاف نوع النبات، أو ظروف الاستخلاص، أو العوامل البيئية المؤثرة في تراكم المركبات الفينولية .(Dai & Mumper, 2010).

II -1- المعايير المدروسة (*in vitro*) :

يُستخدم اختبار تثبيط الجذور الحرة DPPH على نطاق واسع لتحديد القدرة المضادة للأكسدة للمركبات الطبيعية، حيث تشير قيمة الامتصاص المنخفضة إلى قدرة أعلى على تثبيط جذور DPPH الحرة

(Keshani Dokht *et al*, 2018)

أظهرت نتائج النشاط المضاد للأكسدة لمخاط نبات *Z. album*وجود قدرة على تثبيط جذور DPPH الحرة، إلا أن هذه القدرة كانت أقل مقارنة بالمرجع القياسي فيتامين .C حيث سجّل حمض الأسكوربيك قيمةIC_{50} قدرت بـ (341.08 µg/mL) ، ويُفسَّر ذلك بكونه مركبًا نقيًا يمتلك قدرة قوية على منح الإلكترونات أو ذرات الهيدروجين، وبالتالي يُعد من أقوى مضادات الأكسدة المعروفة.

في المقابل، أظهر مستخلص مخاط *Z. album*قيمة IC_{50} أعلى بلغت حوالي(569.32 µg/mL) ، مما يشير إلى نشاط مضاد للأكسدة معتبر لكنه أقل فعالية من فيتامين .C ويُفسَّر هذا الاختلاف بكون المستخلص الخام يحتوي على خليط من المركبات البيولوجية وليس مركبًا نقيًا، مما يقلل من فعاليته في اختزال الجذور الحرة. بينما سجل مخاط نبات *Malva parviflora L.* نشاط مضاد للأكسدة معتبر حيث بلغت قيمة IC_{50} 154.27µg/mL ، (Munir *et al*., 2021)، وهذا ما أثبتته Sardarodiyan وآخرون (2021) عند دراستهم للنشاط المضاد للأكسدة في مخاط بذور Lallemantia royleana ، حيث سجل اختبار DPPH قيمة IC_{50} بلغت

µg/mL528.54 ، كما بين Ohو Kim(2022) في دراسة أجريت على نبات *Corchorus olitorius L* أن النشاط المضاد للأكسدة لمخاط *Corchorus olitorius L* كان أقل من المرجع حمض الأسكوربيك، لكنها تزيد مع زيادة التركيز.

وتتوافق هذه النتائج مع العديد من الدراسات السابقة حول المخاط النباتي، خاصة مخاط البامية (*Abelmoschus esculentus*) الذي أظهر قيم IC_{50} تتراوح بين 3.15 و6.60 mg/m. (Kalaskar & Patil, 2025)

كما نلاحظ من البيانات المقدمة في نتائج اختبار FRAP التي أظهرت أن قيمة EC_{50} بلغت

8572.5 ± 7.07ميكروغرام/مل، وهي قيمة مرتفعة مقارنة بالدراسات السابقة، مما يشير إلى نشاط اختزالي محدود نسبيًا لمستخلص مخاط *album.Z* ، باعتبار أن القيم المرتفعة لـ EC_{50} تعكس قدرة أقل على اختزال المركبات المؤكسدة. في حين سجلت بعض الأنواع النباتية قيمًا أقل بكثير، مثل *Opuntia ficus-indica* التي أظهرت قيم EC_{50} في حدود 153.86 ± 9.79 µg/mL ، مما يشير إلى نشاط اختزالي أقوى مقارنة بالعينة المدروسة.

تم تقييم النشاط الواقي من الأشعة فوق البنفسجية للمخاط النباتي من خلال تحديد عامل الحماية من الشمس(SPF) ، والذي يُستخدم كمؤشر لقياس فعالية المواد الطبيعية في الحماية من التأثيرات الضارة للأشعة فوق البنفسجية ،حيث أظهرت نتائج اختبار SPF أن المخاط النباتي يمتلك قدرة على الحماية من الأشعة فوق البنفسجية قدرت ب 13.46 ± 81.39،

إلا أنها تبقى أقل مقارنةً بحمض الأسكوربيك المستعمل كمرجع قياسي الذي قيمته

96.74 ± 6.52، وتتوافق هذه النتائج جزئيًا مع ما توصل إليه Munir وآخرون (2021)، حيث أظهر مخاط أوراق نبات *Malva parviflora* قيم SPF بلغت 5.56 ± 0.15 و10.93 ± 0.15 عند تركيزي 200 و400 µg/mLعلى التوالي، وقد أرجعت الدراسة هذا النشاط إلى وجود السكريات المتعددة التي تمتلك خصائص واقية من الأشعة فوق البنفسجية. كما أشارت الدراسة إلى أن المركبات الفينولية والفلافونويدات تساهم كذلك في النشاط الواقي الضوئي.

أما بالنسبة لتحليل المخاط النباتي باستخدام تقنية التحليل الطيفي بالأشعة تحت الحمراء بتحويل فوريه (FTIR)الذي يهدف إلى تحديد المجموعات الوظيفية والمكونات الكيميائية المميزة للمستخلص، وذلك من خلال دراسة نطاقات الامتصاص عند أعداد موجية مختلفة فقد وجدنا أن النتائج أظهرت:

وجود حزم عريضة وقوية عند حوالي 3400–3500 cm^{-1} ، بالإضافة الى قمم قريبة من 2850–2920 cm^{-1} ، وظهور قمة واضحة قرب 1600–1650 cm^{-1} ، والقمة عند حوالي 1410–1430 cm^{-1} ، ووجود منطقة قوية بين 1000–1200 cm^{-1} ، بالإضافة الى أن هناك قمم موجودة أسفل 900 cm^{-1} .

وحسب Ohو Kim(2022)، وTosif وآخرون (2021) في دراساتهم فقد بينوأن هذه الحزم تدل على:

وجود اهتزازات قوية وعريضة عند3400–3500 cm^{-1} ، يعني وجود مجموعات الهيدروكسيل OH- أي وجود السكريات المتعددة والرطوبة المرتبطة بالمخاط النباتي. أما القمم القريبة من 2920–2850 cm^{-1} ، فهي تعود الى روابط C-H الخاصة بمجموعات الميثيل والميثيلين، وهو الشائع في المركبات الكربوهيدراتية.

إن ظهور قمة واضحة قرب 1600–1650 cm^{-1} ، دليل على وجود مجموعات الكربونيل (C=O) أو مجموعات الكربوكسيل، وهذا يدل على وجود الأحماض اليورينية التي تدخل في تركيب المخاط، وعند تفاعلها تأثر على اللزوجة وخصائص تكوين الهلام، في حين تدل القمة عند حوالي 1410–1430 cm^{-1} ، بانحناء روابط C-H أو لمجموعات

-COO- التابعة للبقايا الحمضية ،تُعد المنطقة القوية بين 1200–1000 cm^{-1} ،منطقة البصمة الكربوهيدراتية وهي روابط C-Oو C-O-Cالمميزة للسكريات المتعددة. بالإضافة الى القمم الموجودة أسفل 900 cm^{-1} والتي تدل على وجود روابط سكرية وتراكيب حلقية للكربوهيدرات.

تؤكد هذه النتائج أن المستخلص غني بالمركبات السكرية وهو ما يتوافق مع الطبيعة الكيميائية المتوقعة للمخاط.

2-II- المعايير المدروسة : (*in vivo*)

يُعد مؤشر تثبيط القرحة من أهم المعايير المستخدمة لتقييم النشاط المضاد للقرحة ، كونه يعكس مدى قدرة المعالجات على تقليل تلف الغشاء المخاطي وحماية المعدة من العوامل المسببة للقرحة (Sharma *et al*.,2014)، يُؤدي الإيثانول الى حدوث قرحة معدية لأنه يذيب طبقة المخاط ويتغلغل في الغشاء المخاطي للمعدة مما يسمع للHCL بالوصول للغشاء والحاق الضرر به(Altyar *et al*.,2022)، خلال دراستنا تم تقييم التأثير الواقي للمعدة لكل من عقارأوميبرازول و مخاط نبات *Z.album* باستخدام نموذج التقرح المعدي المستحث بالإيثانول لاحظنا وجود اختلاف واضح بين مختلف المجموعات التجريبية ، إذ تجلى الإنخفاض المعنوي في مؤشر القرحة مقارنة بالمجموعة الضابطة في حين وجدنا أن التركيز8ملغ/كلغ سجل أقل مساحة قرحة مقارنة بالعقار المرجعي أوميبرازول و بالمجموعات الباقية وهذا يدل على أن هذا التركيز هو الأمثل ، وهذا ما أكده Sayedوآخرون (2025) في دراستهم حول مخاط نبات البامية حيث بينو أن المخاط له دور فعال في تثبيط القرحة سوآءا بجرعات منخفضة أو عالية ، مشابه لدور العقار المرجعي Oméprazole ، وما يدعم هذه الدارسات ما بينه Sharmaوآخرون(2014) وAltyar وآخرون (2022) في دراساتهم حول مخاط نباتَي *Bryophyllum pinnatum (Lam.) Kurz* و*Malva parviflora* على التوالي حيث بينو أن للمخاط دور فعال في خفض مؤشر القرحة المعدية مقارب للعقار المرجعي. في حين لم تظهر أي فروق في نسبة القرحة مقارنة مع العقار المرجعي.

ويفسر ذلك باحتواء المخاط على عديدات السكاريد، إذ أن العديد من الدراسات السابقة أثبتت أن عديدات السكاريد تمتلك نشاطًا مضادًا للقرحة.(Altyar *et al*.,2022)

أما فيما يتعلق بالنشاط المضاد للسعال، هناك اسباب عديدة للسعال يمكن أن تنتج أي نوع من التهيج في الشعب

أو القصبات الهوائية، يمكن أن تكون بسبب التعرض للضوء والمواد الكيميائية أومسببات الحساسية أو أي جسم غريب، حيث تتنشط الأعصاب الحسية ويزيد إفراز المخاط وإطلاق الوسائط الإلتهابية وتلف الظهارة التنفسية، وتعمل مضادات السعال إما مركزيا عبر تثبيط السعال في الدماغ أوطرفيا كمواد ملطفة أو كمخدرات موضعية (Altyar *et al*.,2022)

في دراستنا استخدمنا الأمونيا كمحفز، والديكستروميثورفان كعقار مرجعي حيث أثبت المخاط النباتي فعالية جيدة في تثبيط السعال مقارنة بالعقار المرجعي، إذ لم تظهر نوبات سعال عند التركيز4ملغ/كلغ و 8ملغ/كلغ وهذا دليل على فعاليته في هذين التركيزين ، بينما كانت فترة الحضانة دليلاً على فعالية التركيزين مقارنة بالعقار المرجعي حيث كانت فقرة الحضانة طويلة مع تأخر ظهور أول سعال بشكل ملحوظ ،وهذا ما أكده Altyar وآخرون (2022) في دراستهم حول مخاط نبات *parviflora Malva* حيث لوحظ أن المخاط قام بعمله بشكل طرفي بسبب خصائصه الملطفة ، ونلاحظ أن دراستنا تدعم التأثير المُلطف للمخاط النباتي علميًا.

خاتمـــة

خاتمة

كانت فكرة هذه الدراسة نابعة من أهمية المخاط النباتي ودوره في العديد من الاستعمالات إذ يعتبر من المواد الطبيعية التي حظيت باهتمام كبير خلال السنوات الأخيرة وهذا عائد لما يمتلكه من خصائص فيزيائية وكيميائية وبيولوجية جعلت له أهمية بالغة في العديد من التطبيقات الصيدلانية والغذائية والطبية وكذا مجال التجميل، وتكمن أهميته في كونه مادة طبيعية آمنة نسبيًا، غني بالسكريات المتعددة والمركبات النشطة بيولوجيا، اضافةً غلى قدرته على تكوين هلام لزج يساعد على الحماية والترطيب والتأثير العلاجي.

خلال هذه الدراسة تناولنا مخاط نبات البوقريبة *Zygophyllum album*، حيث تطرقنا لدراسة وتقييم بعض خصائصه الكيميائية والبيولوجية، وكان هدفنا الأساسي إبراز أهميته كمصدر طبيعي للمركبات الفعالة، وذلك من خلال تقدير بعض مكونات الأيض الثانوي، بالإضافة إلى اختبارات بيولوجية *in vitro* و*in vivo*.

أظهرت النتائج المتحصل عليها أن المخاط النباتي يحتوي على مركبات فينولية وفلافونويدات بنسب معتبرة، وهذا دليل على غناه بالمركبات الحيوية الفعالة.

فبالنسبة للإختبارات البيولوجية بينت نتائج اختبارات *in vitro* قدرة المخاط على تثبيط الجذور الحرة من خلال اختبار DPPH، وتعزيز القدرة الإختزالية FRAP، بالإضافة إلى إختبار فعالية الحماية ضد الشمس SPF، الذي بين أن للمخاط قدرة عالية على امتصاص الأشعة فوق البنفسجية، بالإضافة التي تحليل طيف الأشعة فوق الحمراء

أما تجارب *in vivo* فقد أكدت فعالية المخاط المستخلص من نبات *Z.album*، حيث أظهرت نتائج النشاط المضاد للقرحة قدرة المخاط في حماية الغشاء المخاطي للمعدة والتقليل من حدة التقرحات المعدية ويُعزى ذلك إلى خصائصه الواقية وقدرته على تكوين طبقة هلامية تغطي جدار المعدة، وأكد هذا إختبار السعال الذي بين فعالية المخاط المستخلص من نبات *Z.album* على تثبيط السعال.

ان الخصائص الفيزيائية للمخاط مثل اللزوجة العالية والقدرة على الإحتفاظ بالماء تسمح باستخدامه في العديد من المجالات.

ونستنتج من النتائج المتحصل عليها أن المخاط المستخلص من نبات *Z.album* يُعد مصدرًا واعدًا للمركبات الحيوية ذات النشاطات البيولوجية المتعددة، وهذا يفتح المجال أمام استغلاله في تطوير مستحضرات دوائية وغذائية وتجميلية ذات أصل طبيعي ، لكن تبقى الحاجة قائمة لإجراء المزيد من الدراسات المستقبلية التي تهدف الى عزل وتحديد المركبات الفعالة المسؤولة عن هذه النشاطات بدقة وتقييم فعاليتها البيولوجية من خلال دراسات مخبرية وسريرية موسعة ، وكذلك الاهتمام بدراسة النباتات الصحراوية كمصدر غني بالمركبات الطبيعية ذات القيمة العلاجية وتعزيز البحث العلمي حولها وتشجيع استثمارها وتثمين الموارد النباتية المحلية وتطويرها لتتم الاستفادة منها في المجالات الصحية والصناعية المختلفة.

وعليه نوصي في الأخير ب:

- الاستمرار في دراسة المخاط المستخلص من نبات *Z.album*، بهدف التعرف بدقة على تركيبه الكيميائي والمركبات الفعالة المسؤولة عن نشاطه البيولوجي، ونشاطيته المضادة للأكسدة، والقرحة والسعال باستعمال نماذج تجارب أكثر تنوعاً.
- تشجيع استغلال ودراسة النباتات الصحراوية المحلية باعتبارها بدائل غنية بالمركبات الطبيعية لما لها من أهمية في التقليل من الآثار الجانبية المرتبطة ببعض الأدوية الكيميائية.
- دعم الدراسات المستقبلية التي تهدف لدراسة المخاط النباتي واستخدام تقنيات تحليل حديثة ومتطورة لتحديد بنيته الكيميائية وإمكانية إدخاله ضمن المنتجات العلاجية أو الصحية الطبيعية.

قائمة
المراجع

المراجع باللغة العربية:

1) الحازمي، حسن بن محمد أحمد. (2001). المركبات الفينولية. في المنتجات الطبيعية (ط. 2). دار الخريجي للنشر والتوزيع.

2) الأغواني، وائل محمد. (2024). النباتات الطبية واستخداماتها. دولة الكويت: المركز العربي لتأليف وترجمة العلوم الصحية..

3) حليس، ي .(2024) .*الموسوعة النباتية لمنطقة سوف* (النسخة التفاعلية)، ص. 196–197.

المراجع باللغة الأجنبية:

1) Abd Elhalim, M. E., Abo-Alatta, O. K., Habib, S. A., & Abd Elbar, O. H. (2016). The anatomical features of the desert halophytes *Zygophyllum album* L.F. and *Nitraria retusa* (Forssk.) Asch. *Annals of Agricultural Science, 61*(1), 97–104. https://doi.org/10.1016/j.aoas.2015.12.001

2) Abdel-Hamed, A. R., Wahba, A. S., Khodeer, D. M., Abdel-Kader, M. S., Badr, J. M., Mahgoub, S., & Hal, D. M. (2024). Metabolomic profiling and in vivo antiepileptic effect of *Zygophyllum album* aerial parts and roots crude extracts against pentylenetetrazole-induced kindling in mice. *Metabolites, 14*(6), 1–22. https://doi.org/10.3390/metabo14060316

3) Al-Khayri, J. M., Rashmi, R., Toppo, V., Chole, P. B., Banadka, A., Sudheer, W. N., Nagella, P., Shehata, W. F., Al-Mssallem, M. Q., Alessa, F. M., Almaghasla, M. I., & Rezk, A. A.-S. (2023). Plant secondary metabolites: The weapons for biotic stress management. *Metabolites, 13*(6), 716. https://doi.org/10.3390/metabo13060716

4) Alzahrani, D. A., & Albokhari, E. J. (2017). Systematic studies on the Zygophyllaceae of Saudi Arabia: A new variety and new variety combination in *Tetraena*. *Saudi Journal of Biological Sciences, 24*(6), 1574–1579. https://doi.org/10.1016/j.sjbs.2016.09.019

5) Amarowicz R, Pegg R, Rahimi-Moghaddam P, Barl B, Weil J (2004). Free-radical scavenging capacity and antioxidant activity of selected plant species from the Canadian prairies. Food Chemistry 84:551-562. https://doi.org/10.1016/S0308-8146(03)00278-4

6) Amiri, M. S., Mohammadzadeh, V., Taghavizadeh Yazdi, M. E., Barani, M., Rahdar, A., & Kyzas, G. Z. (2021). *Plant-based gums and mucilages applications in pharmacology and nanomedicine: A review*. Molecules, 26, 1770. https://doi.org/10.3390/molecules26061770

7) Ao C, Li A, Elzaawely A, Xuan T, Tawata S (2008). Evaluation of antioxidant and antibacterial activities of Ficus microcarpa L. fil. Extract. Food Control 19(10):940-948. https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2007.09.007

8) Archana, A., Suman, A., & Singh, V. (2022). An inclusive review on mucilage: Extraction methods, characterization, and its utilization for nanocarriers manufacturing. Journal of Drug Delivery & Therapeutics, 12(1-s), 171–179. https://doi.org/10.22270/jddt.v12i1-s.5210

9) Bahadur, S., Sahu, U. K., Sahu, D., Sahu, G., & Roy, A. (2017). *Review on natural gums and mucilage and their* application as excipient. Journal of Applied

Pharmaceutical Research, 5(4), 13–21. https://doi.org/10.18231/2348-0335.2017.0010

10) Beier, B.-A., Chase, M. W., & Thulin, M. (2003). Phylogenetic relationships and taxonomy of subfamily Zygophylloideae (Zygophyllaceae) based on molecular and morphological data. *Plant Systematics and Evolution, 240*(1–2), 11–39. https://doi.org/10.1007/s00606-003-0007-0

11) Bektas, E., Kaltalioglu, K., Sahin, H., Turkmen, Z., & Kandemir, A. (2018). Analysis of phenolic compounds, antioxidant and antimicrobial properties of some endemic medicinal plants. International Journal of Secondary Metabolite, 5(2), 75–86. https://doi.org/10.21448/ijsm.392354 https://www.google.com/search?q=https://doi.org/10.21448/ijsm.392354

12) Broadhurst, R.B., & Jones, W.T. (1978). Analysis of condensed tannins using acidified vanillin. Journal of the Science of Food and Agriculture, 29(9), 788-794.

13) Calero, M. P. V., Álvarez, A. E., Morales, E. Q., Salas, M. F. R., Chavarría-Rojas, M., & Madrigal Redondo, G. (2022). A look at the role of mucilage at the industrial level. *Pharmacognosy Communications, 12*(1), 7–13

14) Chand, M., Chopra, R., Talwar, B., Homroy, S., Singh, P. K., Dhiman, A., & Payyunn, A. W. (2024). Unveiling the potential of linseed mucilage, its health benefits, and applications in food packaging. Frontiers in Nutrition. https://doi.org/10.3389/fnut.2024.1334247

15) Chouikh, A. (2020). Phytochemical profile, antioxidant, analgesic and hypolipidaemic effects of *Ephedra alata* Decne. female cones extract. *Farmacia, 68*(6), 1011–1020. https://doi.org/10.31925/farmacia.2020.6.7

16) Cosme, F., Aires, A., Pinto, T., Oliveira, I., Vilela, A., & Gonçalves, B. (2025). *A comprehensive review of bioactive tannins in foods and beverages: Functional properties, health benefits, and sensory qualities*. **Molecules, 30**, 800. https://doi.org/10.3390/molecules30040800

17) Crozier, A., Clifford, M. N., & Ashihara, H. (Eds.). (2006). Plant secondary metabolites: Occurrence, structure and role in the human diet. Blackwell Publishing Ltd.

18) Dai, J., & Mumper, R. J. (2010). Plant phenolics: Extraction, analysis and their antioxidant and anticancer properties. Molecules, 15(10), 7313–7352. https://doi.org/10.3390/molecules15107313

19) Dixon, R. A., & Dickinson, A. J. (2024). A century of studying plant secondary metabolism—From "what?" to "where, how, and why?". The Plant Cell, Advance online publication. https://doi.org/10.1093/plcell/koae001 https://www.google.com/search?q=https://doi.org/10.1093/plcell/koae001

20) E.A. Dutra, D.A.G.D.C. Oliveira, E.R.M. Kedor-Hackmann, & M.I.R.M. Santoro. (2004). Determination of sun protection factor (SPF) of sunscreens by ultraviolet spectrophotometry. *Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas, 40*(3), 381–385. https://doi.org/10.1590/S1516-93322004000300014

21) Ekwealor, K. U., Echereme, C. B., Ofobeze, T. N., & Ukpaka, G. C. (2019). Adaptive strategies of desert plants in coping with the harsh conditions of desert environments: A review. *International Journal of Plant & Soil Science, 31*(5), 1–8. https://doi.org/10.9734/ijpss/2019/v31i530249

22) Gemede, H. F., Haki, G. D., Beyene, F., Rakshit, S. K., & Woldegiorgis, A. Z. (2018). *Indigenous Ethiopian okra (Abelmoschus esculentus) mucilage: A novel ingredient with functional and antioxidant properties*. Food Science & Nutrition, 6(3), 1–9. https://doi.org/10.1002/fsn3.596

23) Ghalem, B. R., & Mohamed, B. (2021). Phenolic compounds: Structures and activities. Journal of Medical Cornvus (JMC), 2(5), 6–24. http://gulfpublishers.com/journal

24) Goksen, G., Demir, D., Echegaray, N., Dhama, K., & Lorenzo, J. M. (2023). *Mucilage polysaccharide as a plant secretion: Potential trends in food and biomedical applications*. International Journal of Biological Macromolecules, 230, 123146. https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2023.123146

25) Hanafi, M. T., Amara, D. G., Bounar, R., Mayouf, R., Hachemi, A., & Ouamane, A. T. (2024).Diversity and distribution of spontaneous plant communities and species in the northeast Algerian Sahara. *Agraria Academia*, 7(3), 7–26. https://doi.org/10.32406/v7n3/2024/7-26/agrariacad

26) Harborne, J. B. (1998). *Phytochemical methods: A guide to modern techniques of plant analysis* (3rd ed.). Chapman & Hall

27) Hegde, M. M., & Lakshman, K. (2023). *Role of polyphenols and flavonoids as anti-cancer drug candidates: A review*. **Pharmacognosy Research, 15**(2), 206–216. https://doi.org/10.5530/pres.15.2.022

28) Hussein, S. R., Marzouk, M. M., Ibrahim, L. F., Kawashty, S. A., & Saleh, N. A. M. (2011). Flavonoids of *Zygophyllum album* L.f. and *Zygophyllum simplex* L. (Zygophyllaceae). *Biochemical Systematics and Ecology, 39*(6), 778–780. https://doi.org/10.1016/j.bse.2011.07.009

29) Jafari Lataran, M., Poureini, F., Mohammadi, M., Najafpour, G. D., & Hamedi, S. (2023). Extraction of mucilage from quince (Cydonia oblonga M.) seed and investigation of its biological activities. Biointerface Research in Applied Chemistry, 13(6), 510. https://doi.org/10.33263/BRIAC136.510

30) Kalaskar, M., & Patil, R. (2025). *Plant-derived mucilage: A natural antioxidant with multi-functional applications in food, cosmetics, and health*. Proceedings, 119, 12. https://doi.org/10.3390/proceedings2025119012

31) Kim, D.-Y., & Kim, H. (2023). Effect of mucilage extracted from Corchorus olitorius leaves on bovine serum albumin (BSA)-stabilized oil-in-water emulsions. Polymers, 15(1), 113. https://doi.org/10.3390/polym15010113

32) Kiokias, S., Proestos, C., & Oreopoulou, V. (2020). *Phenolic acids of plant origin—A review on their antioxidant activity in vitro (O/W emulsion systems) along with their in vivo health biochemical properties*. **Foods, 9**(4), 534. https://doi.org/10.3390/foods9040534

33) Kirschner, G. K., Xiao, T. T., & Blilou, I. (2021). Rooting in the desert: A developmental overview on desert plants. *Genes, 12*(5), 709. https://doi.org/10.3390/genes12050709
34) Kumar, N., & Goel, N. (2019). *Phenolic acids: Natural versatile molecules with promising therapeutic applications*. **Biotechnology Reports, 24**, e00370. https://doi.org/10.1016/j.btre.2019.e00370
35) Kuˇcka, M., Ražná, K., Harenˇcár, L., & Kolaroviˇcová, T. (2022). *Plant seed mucilage—Great potential for sticky matter*. Nutraceuticals, 2, 253–269. https://doi.org/10.3390/nutraceuticals2040019
36) Luna-Zapién, E. A., Zegbe, J. A., Meza-Velázquez, J. A., Morales-Martínez, T. K., & Contreras-Esquivel, J. C. (2023). Mucilage yield, composition, and physicochemical properties of cultivated cactus pear varieties as influenced by irrigation. Agronomy, 13, 419. https://doi.org/10.3390/agronomy13020419
37) Malviya, R., Srivastava, P., & Kulkarni, G. T. (2011). Applications of mucilages in drug delivery – A review. Advances in Biological Research, 5(1), 01–07. IDOSI Publications.
38) Matsuura, H. N., & Fett-Neto, A. G. (2015). Plant alkaloids: Main features, toxicity, and mechanisms of action. In Plant toxins. Springer. https://doi.org/10.1007/978-94-007-6728-7_2-1
39) Mbanga, L., Mpiana, P. T., Mbala, M., Ilinga, L., Ngoy, B., Mvingu, K., & Mulenga, M. (2015). Comparative in vitro sun protection factor (SPF) values of some herbal extracts found in Kinshasa by ultraviolet spectrophotometry. *Journal of Physical and Chemical Sciences*, 2, 1–6.
40) Melo, L. F. M., Aquino-Martins, V. G. Q., Silva, A. P., Rocha, H. A. O., & Scortecci, K. C. (2023). *Biological and pharmacological aspects of tannins and potential biotechnological applications*. **Food Chemistry, 414**, 135645. https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2023.135645
41) Mnafgui, K., Hamden, K., Ben Salah, H., Kchaou, M., Nasri, M., Slama, S., Derbali, F., Allouche, N., & Elfeki, A. (2012). Inhibitory activities of *Zygophyllum album*: A natural weight-lowering plant on key enzymes in high-fat diet-fed rats. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine, 2012*, Article 620384, 9 pages. https://doi.org/10.1155/2012/620384
42) Munir, A., Youssef, F. S., Ishtiaq, S., Kamran, S. H., Sirwi, A., Ahmed, S. A., Ashour, M. L., & Elhady, S. S. (2021). Malva parviflora leaves mucilage: An eco-friendly and sustainable biopolymer with antioxidant properties. Polymers, 13(23), 4251. https://doi.org/10.3390/polym13234251
43) Ntie-Kang, F., Njume, L. E., Malange, Y. I., Günther, S., Sippl, W., & Yong, J. N. (2016). The chemistry and biological activities of natural products from Northern African plant families: From Taccaceae to Zygophyllaceae. *Natural Products and Bioprospecting, 6*, 63–96. https://doi.org/10.1007/s13659-016-0091-9

44) Oh, S., & Kim, D.-Y. (2022). Characterization, antioxidant activities, and functional properties of mucilage extracted from Corchorus olitorius L. *Polymers, 14*, 1–16. https://doi.org/10.3390/polym14122488

45) Otálora, M. C., Wilches-Torres, A., & Gómez-Castaño, J. A. (2021). Extraction and physicochemical characterization of dried powder mucilage from Opuntia ficus-indica cladodes and Aloe vera leaves: A comparative study. *Polymers*, *13*, 1–13. https://doi.org/10.3390/polym13111689

46) Ozogul, Y., Kulawik, P., Ucar, Y., Trif, M., Tadesse, E. E., Esatbeyoglu, T., Rathod, N., & Ozogul, F. (2025). *Tannins for food preservation and human health: A review of current knowledge*. **Applied Food Research, 5**, 100738. https://doi.org/10.1016/j.afres.2025.100738

47) Ramawat, K. G., Dass, S., & Mathur, M. (2009). The chemical diversity of bioactive molecules and therapeutic potential of medicinal plants. In K. G. Ramawat (Ed.), Herbal Drugs: Ethnomedicine to Modern Medicine (pp. 7-32). Springer-Verlag. https://doi.org/10.1007/978-3-540-79116-4_2

48) Ramawat, K. G. (Ed.). (2010). *Desert plants: Biology and biotechnology of medicinal plants of the Thar Desert*. Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-642-02550-1

49) Saha, D., & Bhattacharya, S. (2010). Hydrocolloids as thickening and gelling agents in food: A critical review. *Journal of Food Science and Technology*, *47*(6), 587–597. https://doi.org/10.1007/s1319701001626

50) Sahli, F., Gadiri, M. N., & Ayadi, R. (2020). Influence de l'acétosyringone et du glucose sur l'induction des chevelus racinaires par *Agrobacterium rhizogenes* chez *Zygophyllum album* L.: Induction des chevelus racinaires chez *Zygophyllum album* L. *Algerian Annals of Agronomy*, *32*(1–2).

51) Salam, U., Ullah, S., Tang, Z.-H., Elateeq, A. A., Khan, Y., Khan, J., Khan, A., & Ali, S. (2023). Plant metabolomics: *An overview of the role of primary and secondary metabolites against different environmental stress factors*. Life, 13(3), 706. https://doi.org/10.3390/life13030706

52) Sardarodiyan, M., Arianfar, A., Mohamadi Sani, A., & Naji-Tabasi, S. (2019). *Antioxidant and antimicrobial activities of water-soluble polysaccharide isolated from Balangu seed (Lallemantia royleana) gum*. **Journal of Analytical Science and Technology, 10**(17). https://doi.org/10.1186/s40543-019-0174-4

53) Skoog, D. A., Holler, F. J., & Nieman, T. A. (1998). Principles of Instrumental Analysis (5th ed.). Philadelphia: Harcourt Brace

54) Sangwan, Y., Sangwan, S., Sharma, P., & Garg, V. K. (2011). *Mucilages and their pharmaceutical applications: An overview*. *Pharmacologyonline*, *2*, 1265–1271.

55) Souddi, M., & Bouallala, M. (2023). Floristic diversity of *Zygophyllum album* communities associated with water towers in the Algerian Sahara. *Advanced Research in Life Sciences*, *7*, 125–134. https://doi.org/10.2478/arls-2023-0014

56) Swe Swe Aye, S., Thi Khaing Htay, T., & Khin Chaw Win, K. (2019). Isolation and physicochemical characterization of mucilage from *Portulaca oleracea* L. *3rd Myanmar Korea Conference Research Journal*, *3*(3), 836–842

57) Taru, P. P., & Bhavya, E. (2022). *Mucilage containing herbs used in traditional system: An overview*. *GIS Science Journal*, 9(4), 1384–1394.

58) Tigrine-Kordjani, N., Meklati, B. Y., & Chemat, F. (2006). Analysis by gas chromatography–mass spectrometry of the essential oil of *Zygophyllum album* L., an aromatic and medicinal plant growing in Algeria. *International Journal of Aromatherapy*, *16*(3–4), 187–191.

59) Tobar-Espinoza, B. D. (2025). Advances in seed mucilage: Chemical characterization, functional properties, extraction, and applications in edible coatings for meat preservation. Applied Food Research, 5(1), 100886. https://doi.org/10.1016/j.afres.2025.100886

60) Turarug, G. (2023). Medicinal plants in modern healthcare: Bridging the gap between nature and science. *International Research Journal of Plant Science*, 14(3), 1–2. https://doi.org/10.14303/irjps.2023.20

61) Xi, X., Wang, J., Qin, Y., You, Y., Huang, W., & Zhan, J. (2022). The biphasic effect of flavonoids on oxidative stress and cell proliferation in breast cancer cells. Antioxidants, 11(4), 622

62) Zhang, L., Wang, S., Su, C., Harris, A. J., Zhao, L., Su, N., Wang, J.-R., Duan, L., & Chang, Z.-Y. (2021). Comparative chloroplast genomics and phylogenetic analysis of *Zygophyllum* (Zygophyllaceae) of China. *Frontiers in Plant Science*, *12*, 723622. https://doi.org/10.3389/fpls.2021.723622.

61) Zegheb, N. (2013). *L'effet antibactérien de l'extrait flavonoïdique de la plante (Zygophyllum album L.)* (Mémoire de master, Université Mohamed Khider Biskra). Université Mohamed Khider Biskra

الحمد لله رب العالمين

سمية

إبتسام