الجمهورية الجزائرية الديموقراطية الشعبية

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

جامعة الشهيد حمه لخضر بالوادي

كلية العلوم الدقيقة

قسم: الكيمياء

رقم الترتيب.. .....
رقم التسلسل.. .....

مذكرة تخرج مقدمة لنيل شهادة ماستر مهني في الكيمياء

تخصص: كيمياء تحليلية مهني

من إعداد الطالبتين:

عقيب لطيفة _ عقيب هاجر

تحت عنوان:

دراسة مقارنة النباتات الطبية المضادة للسكري المتداولة في الاسوق الجزائرية: تحليل كيميائي _دوائي معير لأنواعها، مصادرها، محتواها الفعال، ومخاطر التداخل الدوائي.

نوقشت يوم: جـــوان 2026

لجنة المناقشة المحترمة:

زبيدي عمار	أستاذ تعليم عالي	رئيسا
شيحي سمية	أستاذ محاضر قسم (أ)	مناقشا
ربيعي عبد الكريم	أستاذ تعليم عالي	مؤطـــرا

السنة الدراسية: 2025م/2026م

الجمهورية الجزائرية الديموقراطية الشعبية

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

جامعة الشهيد حمه لخضر بالوادي

كلية العلوم الدقيقة

قسم: الكيمياء

رقم الترتيب.. .....
رقم التسلسل.. .....

مذكرة تخرج مقدمة لنيل شهادة ماستر مهني في الكيمياء

تخصص: كيمياء تحليلية مهني

من إعداد الطالبتين:

عقيب لطيفة _ عقيب هاجر

تحت عنوان:

دراسة مقارنة النباتات الطبية المضادة للسكري المتداولة في الاسواق الجزائرية: تحليل كيميائي _دوائي معير لأنواعها، مصادرها، محتواها الفعال، ومخاطر التداخل الدوائي.

نوقشت يوم: جـــوان 2026

لجنة المناقشة المحترمة:

زبيدي عمار	أستاذ تعليم عالي	رئيسا
شيحي سمية	أستاذ محاضر قسم (أ)	مناقشا
ربيعي عبد الكريم	أستاذ تعليم عالي	مؤطـــرا

السنة الدراسية: 2025م/2026م

بِسْمِ ٱللَّهِ ٱلرَّحْمَٰنِ ٱلرَّحِيمِ

إهداء

إلى أبي وأمي الغاليين...

وأنتما اليوم في أظهر بقاع الأرض، في ضيافة الرحمن
ببيت الله الحرام، أهدي إليكما ثمرة سنوات من الجدّ والاجتهاد.
وإن حالت المسافات بيننا في لحظة هذا الإنجاز، فإن دعواتكما الصادقة
رافقتني في كل خطوة، وكانت أعظم سند وأقوى دافع لي لبلوغ هذه اللحظة.

فلكما مني كل الحب والامتنان والعرفان بالجميل، وأسأل الله أن يتقبل منكما صالح الأعمال، وأن يديم عليكما نعمة الصحة والعافية، وأن يجعل فرحتي بهذا النجاح جزءًا من فرحتكما، وثمرةً من ثمار عطائكما الذي لا ينضب.

إلى زوجي العزيز...

شريك دربي وسندي في مسيرتي العلمية، الذي كان خير معين لي
بتشجيعه وصبره ودعمه المتواصل، فله مني كل الشكر والتقدير والامتنان.
إلى من كان عونًا لي في كل خطوة، أهدي هذا العمل بكل حب وتقدير.

إلى إخوتي وأخواتي الأعزاء...

رفقاء الدرب وسند الحياة، شكرًا لمحبتكم الصادقة ودعمكم الدائم
وتشجيعكم المستمر. أهديكم ثمرة هذا الجهد تقديرًا وامتنانًا لكم،
وأسأل الله أن يديم بيننا المودة والمحبة وأن يوفقكم لكل خير.

عَقِيب هَاجِر

بكل الحب والاعتزاز

إهداءُ

إلى من أحمل اسمهُم بفخرٍ، وتنبض روحي بوجودهم...

❤ إلى والديَّ العزيزين:

إلى النبع الذي لا ينضب من العطاء، والدعم، والدعوات الصادقة.
إلى من زرعا فيَّ حَب العلم والصبر، وكانوا لي السنَد الأقوى
في كل خطوة. إليكما ثمرة هذا الجهد تعبيراً
عن امتناني العظيم.

❤ إلى زوجي ورفيق دربي:

إلى من شاركني الطموح، وتحمَّل معي مشاق الطريق،
وكان لي الملاذ الأمن والدافع الدائم للاستمرار والنجاح.
شكرًا لأنك كنت بجانبي خطوة بخطوة.

❤ إلى عائلتي الغالية:

إلى كل أفراد عائلتي الذين غمروني بالحَب والتشجيع،
وكانوا لي خيَر عون طوال مسيَرتي الدراسية.

❤ إلى نبض قلبي الصغير... ابنتي الحبيبة "ليليان":

إلى مَن رافقتني سرًا وجهرًا، وكانت تكبرَ في أحشائي
وتشاركني تعب السهر، والبحث، والخطوات...
إليكِ يا صغيرتي التي كنت في بطني وقت الدراسة،
وصار وجودكِ اليوم بملأ دنياي فرحاً.
أهديكِ هذا النجاح لتكبري وتفتخري بأمك.
وجعل الله هذا العلم منفعة
لك ولمجتمكِ.

2026

وَكَانَ فَضْلُ اللَّهِ عَلَيْكَ عَظِيمًا

اسم الطالبة:

عقيب لطيفة

شكر وعرفان

الحمد لله العليّ القدير الذي وفقنا بفضله وكرمه لإتمام هذا العمل، والحمد لله الذي أنار لنا درب العلم ومنحنا الصبر والقوة لتجاوز كل الصعاب.

بمشاعر ملؤها الامتنان والتقدير، نتقدم بجزيل شكرنا وعظيم امتنانا إلى:

- **الأستاذة المشرف الفاضل: والدكتور المحترم عبد الكريم الربيعي،** الذي غمرنا بنبل أخلاقه، ولم بيخل علينا بتوجيهاته القيّمة، ونصائحه السديدة، وصبره الطويل طوال فترة إعداد هذا البحث، فجزاه الله عنا خير الجزاء.
- **الأساتذة الأفاضل أعضاء لجنة المناقشة:** الذين تكرّموا بقبول قراءة هذه المذكرة وتقييمها، والذين ستُثري ملاحظاتهُم الدقيقة وقيمهم العلمية هذا العمل وتصحح مساره.
- **كل أساتذة الكلية:** الذين نهلنا من علمهم طوال مسيرتنا الجامعية، وكانوا نبراسًا يضيء طريقنا.

إليكم جميعًا، نرفع أسمى آيات الشكر والتقدير والاحترام

من الطالبتين:

عقيب لطيفة

عقيب هاجر

الملخص

تهدف هذه الدراسة إلى التقييم الكيميائي والبيولوجي لخمسة نباتات طبية (أوراق الزيتون، الأجزاء الهوائية للشيح، الجيمنيما، ثمار البرباريس، وتوت الغوجي) ذات الاستخدام الواسع في إدارة داء السكري. تم تحضير المستخلصات النباتية باستخدام مذيبات قطبية (الإيثانول والأسيتون)، وحُللت طيفياً بتقنيتي **(UV-Vis)** والأشعة تحت الحمراء **(FTIR)** لتأكيد غناها بالمركبات الفعالة كالفينولات والقلويات. أظهرت النتائج الكمية أن مستخلص أوراق الزيتون يمتلك أعلى محتوى من البوليفينولات الكلية**(144.05 mg GAE/g)** ، بينما سجل مستخلص الشيح أعلى نسبة من الفلافونويدات **(42.40 mg QE/g)**. وفي التقييم البيولوجي المخبري**(In vitro)** ، أبدى مستخلص الجيمنيما أقوى فعالية تثبيطية لإنزيم ألفا–أميلاز المعوي بقيمة**(IC50 = 0.95 mg/mL)** . من جهة أخرى، تميزت ثمار البرباريس وتوت الغوجي بقدرة استثنائية على تحفيز امتصاص الغلوكوز في نموذج خلايا الخميرة. وتخلص الدراسة إلى أن هذه المستخلصات تمتلك إمكانات واعدة كبدائل علاجية طبيعية لداء السكري، مع التشديد على ضرورة الحذر من التداخلات الدوائية–العشبية الخطيرة عند دمجها مع الأدوية الكيميائية الحديثة .

الكلمات المفتاحية: داء السكري، النباتات الطبية، التحليل الكيميائي النباتي، نواتج الأيض الثانوي، تثبيط $\-**alpha$**
أميلاز ، امتصاص الغلوكوز ، التداخلات الدوائية.

Abstract

This study aims to perform a comprehensive phytochemical and biological evaluation of five medicinal plants (Olea europaea, Artemisia herba-alba, Gymnema sylvestre, Berberis vulgaris, and Lycium barbarum) traditionally utilized in diabetes management. Extracts were prepared using ethanol and acetone, then structurally characterized via UV-Vis and FTIR spectroscopy to confirm the presence of bioactive functional groups. Quantitative analysis revealed that olive leaves possessed the highest total phenolic content (144.05 mg GAE/g), whereas Artemisia exhibited the highest total flavonoid content (42.40 mg QE/g). In vitro biological assays demonstrated that the Gymnema sylvestre extract had the most potent α-amylase inhibitory activity (IC50 = 0.95 mg/mL). Furthermore, Berberis and Goji berries showed remarkable efficacy in enhancing glucose uptake in the Saccharomyces cerevisiae yeast cell model. The study concludes that these plant extracts offer promising therapeutic potential as natural antidiabetic agents. However, strict clinical caution is advised regarding potential pharmacokinetic and pharmacodynamic drug interactions when co-administered with conventional allopathic treatments.

Keywords : Diabetes Mellitus, Medicinal Plants, Phytochemical Analysis, Secondary Metabolites, α-Amylase Inhibition, Glucose Uptake, Drug Interactions.

فهرس المحتويات

الملخص..... VIII

فهرس المحتويات IX

فهرس الجداول..... XIII

فهرس الأشكال..... XIV

قائمة الإختصارات:..... XVII

المقدمة العامة..... 1

الجزء النظـــري

الفصل الأول: عموميات داء السكري

1-لمحة تاريخية عن داء السكري:..... 7

2-تعريف داء السكري: 8

3-أنواع داء السكري:..... 9

5-مسببات داء السكري:..... 10

6-اعراض داء السكري:..... 13

7-مضاعفات داء السكري:..... 13

8-طرق علاج داء السكري: 15

مراجع الفصل الأول:..... 19

الفصل الثاني: النباتات الطبية ونواتج الأيض الثانوي

1-لمحة تاريخية عن النباتات الطبية:..... 22

2-تعريف النباتات الطبية المضادة للسكري (Expanded Definition):..... 22

3-أهمية النباتات الطبية في إدارة داء السكري واليات عملها: 23

4-عرض اهم النباتات المدروسة:..... 25

4-1-اوارق الزيتون *olea* europaea:..... 25

4-2-نبات الشيح Artemisia:..... 28

4-3-الجيمنيما (Gymnema sylvestre):..... 32

4-4-البرباريس (Berberis):..... 36

4-5-التوت الغوجي (.Lycium barbarum L):..... 39

7-نواتج الايض الثانوي:..... 44

ا-تعريف نواتج الأيض الثانوي (Plant Secondary Metabolites) 44

ب-اصنافها:..... 44

ج-آليات التأثير الجزيئية لأصناف نواتج الأيض الثانوي على داء السكري: 45

6-عرض اهم النباتات المضادة لداء السكري المدروسة سابقا: 49

مراجع الفصل الثاني:..... 57

الجزء التطبيقي

الفصل الثالث: المواد وطرق العمل

1-المواد وطرق العمل (Matériels et Méthodes) 62

2. المواد النباتية المدروسة (Matériel végétal)..... 63

3-تحضير المادة النباتية: 63

2. بروتوكول الاستخلاص (Protocole d'extraction) [1]. 64

1-2. الاستخلاص بالإيثانول (Extraction éthanolique):..... 64

2.2 الاستخلاص بالأسيتون (للاجزاء الهوائية للشيح): 65

مراحل الاستخلاص:..... 65

3. الترشيح والتبخير 66

4-التحليل الطيفي بالأشعة فوق البنفسجية والمرئية (Spectroscopie UV-Visible)..... 67

5-التحليل الطيفي بالأشعة تحت الحمراء (Analyse par Spectroscopie Infrarouge – FTIR-ATR) 69

6-التقدير الكمي للفلافونويدات الكلية (Total Flavonoids Content)..... 70

7 -التقدير الكمي للفينولات:..... 72

8-تثبيط إنزيم ألفا أميلاز باستعمال طريقة Lugol's solution..... 74

9-تقييم النشاط المضاد للسكري من خلال امتصاص الغلوكوز في خلايا الخميرة: 75

مراجع الفصل الثالث:..... 78

الفصل الرابع: النتائج والمناقشة

1. حساب مردودية النباتات المدروسة:..... 81

2-التقدير الكمي للمركبات الفينولية والفلافونيدية للمستخلصات بواسطة مطيافية الاشعة فوق البنفسجية_المرئيةUV_Visible..... 83

2.1: مطيافية الاشعة فوق البنفسجية_ المرئية UV_ Visible 83

3-مطيافية الاشعة تحت الحمراء:..... 87

4: التحليل الكمي للمركبات الفينولية والفلافونويدية:..... 102

4.1: التقدير الكمي للفينولات:..... 102

4.2: التقدير الكمي للفلافونويدات:..... 103

6-المقارنة بعض الدراسات السابقة: 107

7-الفعالية التثبيطية لإنزيم ألفا-أميلاز للمستخلصات النباتية..... 110

8 -النشاط المضاد للسكري من خلال امتصاص الغلوكوز في خلايا الخميرة..... 114

9-التداخلات الدوائية مع النباتات الطبية المدروسة..... 119

مراجع الفصل الرابع:..... 124

خاتمة عامة..... 126

الملاحق 129

فهرس الجداول

العنوان	رقم الصفحة
الجدول 1.1: مقارنة منهجية بين النوعين الأول والثاني لداء السكري	12
الجدول (1): التصنيف النظامي لنبات الزيتون	27
الجدول (2): التصنيف النظامي لنبات الشيح	31
الجدول (3): التصنيف النظامي لنبات الجيمنيما	34
الجدول (4): التصنيف النظامي لنبات البرباريس	38
الجدول (5): التصنيف النظامي لنبات التوت الغوجي	41
الجدول 3.1: ملخص استخلاص النباتات المدروسة	68
الجدول 4.1: مردود الاستخلاص للعينات النباتية	82
جدول4.2: تحليل طيف FT-IR لمستخلص أوراق الزيتون	89
جدول 4.3: تحليل طيف FT-IR لمستخلص نبات الشيح	92
جدول4.4: تحليل طيف FT-IR لمستخلص نبات الجيمنيما	95
جدول 4.5: تحليل طيف FT-IR لمستخلص ثمار البرباريس	98
جدول4.6: تحليل طيف FT-IR لمستخلص ثمار التوت الغوجي	101
الجدول 4.7: المحتوى الفينولي (المتوسط ± الانحراف المعياري)	105
الجدول 4.8: محتوى الفلافونويدات (المتوسط ± الانحراف المعياري)	105
الجدول 4.9: مقارنة لتثبيط انزيم ألفا–أميلاز (α-amylase) للعينات المدروسة	112
الجدول 4.10: تركيز الغلوكوز خلال فترة التحضين الأولى T30 (30 دقيقة)	116
الجدول 4.11: تركيز الغلوكوز خلال فترة التحضين الثانية T120 (120دقيقة)	116

فهرس الأشكال

العنوان	رقم الصفحة
الشكل 1.1: تاريخ داء السكري	9
الشكل 1.2: الاضطرابات المزمنة لداء السكري	10
الشكل 1.3: انماط داء السكري	11
الشكل 1.4: مسببات داء السكري	13
الشكل 1.5: أعراض داء السكري [6]	15
الشكل 1.6: مضاعفات داء السكري	16
الشكل 1.7: طرق علاج داء السكري	17
الشكل 1.8: التداخلات الدوائية	19
الشكل 2:1: الية تأثير أوراق الزيتون	28
الشكل 2.2: صورة نبات الزيتون	29
الشكل 2.3: الية تأثير بنات الشيح	32
الشكل 2.4: صورة نبات الشيح	33
الشكل 2.5: الية تأثير نبات الجيمنيما	35
الشكل 2.6: صورة نبات الجيمنيما	36
الشكل 2.7: الية تأثير ثمار البرباريس	39
الشكل 2.8: صورة ثمار البرباريس	40
الشكل 2.9: الية تأثير التوت الغوجي	42
الشكل 2.10: صورة نبات التوت الغوجي	44
الشكل 2.11: نواتج الايض الثانوي	44
الشكل 3.1: تجفيف أوراق الزيتون	65

الشكل 3.2: طحن وغربلة كل من أوراق الزيتون ونبات الشيح	65
الشكل 3.3: عملية النقع	66
الشكل 3.4: منقوع نبات الشيح	67
الشكل 3.5: ترشيح وتبخير منقوع أوراق الزيتون	68
الشكل 3.6: البروتوكول التجريبي لاختبار الخميرة	77
الشكل 3.7: يمثل المنحنى العياري لتقدير تركيز الغلوكوز	78
الشكل 4.1: اطياف الاشعة فوق البنفسجية للمستخلصات النباتية المدروسة	84
الشكل 4.2: طيف الاشعة تحت الحمراء لمستخلص أوراق الزيتون.	88
الشكل 4.3: طيف الاشعة تحت الحمراء لمستخلص القسم الهوائي للشيح.	91
الشكل 4.4: طيف الاشعة تحت الحمراء لمستخلص أوراق الجيمنيما.	94
الشكل 4.5: طيف الاشعة تحت الحمراء لمستخلص ثمار البرباريس.	97
الشكل 4.6: طيف الاشعة تحت الحمراء لمستخلص ثمار التوت الغوجي.	100
الشكل 4.7: المنحنى العياري لحمض الغاليك لتقدير الفينولات للمستخلصات	103
الشكل 4.8: المنحنى العياري لحمض الكيرستين لتقدير الفلافونويدات للمستخلصات.	104
الشكل 4.9: مقارنة للمحتوى الفينولي و الفلافونويدي للعينات المدروسة.	106

الشكل 4.10: مقارنة لمنحنيات التثبيط انزيم ألفا–أميلاز (α-amylase)للعينات المدروسة.	**111**
الشكل 4.11: مقارنة لقيم التثبيط انزيم ألفا–أميلاز (α-amylase)للعينات المدروسة.	**112**
الشكل 4.12: مقارنة لنموذجي الية عمل مستخلص اوراق الزيتون كمضاد للسكري.	**117**
الشكل 4.13: تأثير التراكيز العالية سلبًا على أيض الخميرة أو كفاءة النقل الغشائي.	**118**
الشكل 4.14: مصفوفة المأمونية الدوائية للمستخلصات النباتية المدروسة.	**120**

قائمة الإختصارات:

الاختصار	الاسم الكامل بالإنجليزية	الترجمة العربية / الشرح
T1DM	**Type 1 Diabetes Mellitus**	داء السكري من النوع الأول
Anti-GAD	**Anti-Glutamic Acid Decarboxylase**	الأجسام المضادة لحمض الغلوتاميك ديكاربوكسيليز، وتُستخدم لتأكيد الإصابة بالسكري من النوع الأول
T2DM	**Type 2 Diabetes Mellitus**	داء السكري من النوع الثاني
MDS	**Metabolic Dysfunction Syndrome**	متلازمة الاختلال الوظيفي الأيضي
GDM	**Gestational Diabetes Mellitus**	سكري الحمل
MODY	**Maturity Onset Diabetes of the Young**	سكري الشبان الناضجين
HNF-1α	**Hepatocyte Nuclear Factor-1 Alpha**	العامل النووي المبدئ لخلية الكبد 1-ألفا، وهو الجين المسؤول عن أحد أشهر أنواع سكري الشبان أحادي الجين
GLP-1	**Glucagon-Like Peptide-1**	الببتيد الشبيه بالغلوكاغون-1، هرمون معوي يحفز إفراز الأنسولين
GIP	**Gastric Inhibitory Polypeptide / Glucose-dependent Insulinotropic Polypeptide**	الببتيد الموجه لامتصاص الغلوكوز المعتمد على الأنسولين، يعمل بالتكامل مع **GLP-1**
α-Amylase	**Alpha-Amylase**	إنزيم ألفا-أميلاز المسؤول عن بدء تكسير الكربوهيدرات المعقدة
α-Glucosidase	**Alpha-Glucosidase**	إنزيم ألفا-غلوكوسيداز المسؤول عن تحويل السكريات الثنائية إلى غلوكوز
GLUT4	**Glucose Transporter Type 4**	ناقل الغلوكوز النوع الرابع المسؤول عن إدخال الغلوكوز إلى الخلايا العضلية والدهنية
ROS	**Reactive Oxygen Species**	أنواع الأكسجين التفاعلية (الجذور الحرة) المسببة للإجهاد التأكسدي
TNF-α	**Tumor Necrosis Factor-Alpha**	عامل نخر الأورام-ألفا، أحد السيتوكينات الالتهابية

إنترلوكين-6، سيتوكين مرتبط بالالتهاب ومقاومة الأنسولين	**Interleukin-6**	**IL-6**
بروتين كينيز المنشط بالـ **AMP** ، ويُنظم استقلاب الغلوكوز والدهون	**AMP-Activated Protein Kinase**	**AMPK**
مسار فوسفاتيديل إينوزيتول 3- كينيز/بروتين كينيز ب، مسار رئيسي لنقل إشارات الأنسولين	**Phosphoinositide 3-Kinase / Protein Kinase B Signaling Pathway**	**PI3K-AKT**
دراسة فعالية وسلامة مستخلص أوراق الزيتون في السكري	**Efficacy and Safety of Olive Leaf Extract in Diabetes**	**ESOLED**
إنزيم كبدي مسؤول عن استقلاب عدد كبير من الأدوية	**Cytochrome P450 3A4**	**CYP3A4**
السكريات المتعددة لتوت الغوجي، وهي المركبات الفعالة الرئيسية المستخلصة منه	**Lycium Barbarum Polysaccharides**	**LBPs**
جزء مُنقى ومعزول من السكريات المتعددة لتوت الغوجي	**Lycium Barbarum Polysaccharide Fraction X**	**LBP-X**
حمض 3،5-ثنائي نترو الساليسيليك	**3,5-Dinitrosalicylic Acid**	**DNSA**
مطيافية الأشعة تحت الحمراء بتحويل فورييه	**Fourier-Transform Infrared Spectroscopy**	**FTIR**
التركيز التثبيطي النصفي	**Half Maximal Inhibitory Concentration**	**IC_{50}**
جزء عالي النقاء من السكريات المتعددة لتوت الغوجي	**Lycium Barbarum Polysaccharide Fraction 3b**	**LBP3b**
مطيافية الأشعة فوق البنفسجية والمرئية	**Ultraviolet-Visible Spectroscopy**	**UV-Vis**
المحتوى الفينولي الكلي	**Total Phenolic Content**	**TPC**
معامل التحديد، ويستخدم لتقييم دقة المنحنى القياسي ومدى ملاءمة نموذج الانحدار للبيانات	**Coefficient of Determination**	**R^2**

المقدمـــــة العامـــة

المقدمة العامة

يُعد داء السكري **(Diabetes Mellitus)** من أكثر الأمراض الأيضية المزمنة انتشاراً في العالم، ويتميز بارتفاع مستمر في مستوى الغلوكوز في الدم نتيجة نقص إفراز الإنسولين أو ضعف استجابة الأنسجة له [1]. ويظهر المرض أساساً في شكلين رئيسيين: السكري من النمط الأول الناتج عن التدمير المناعي الذاتي لخلايا بيتا البنكرياسية، والسكري من النمط الثاني المرتبط بمقاومة الإنسولين، والذي يمثل الشكل الأكثر شيوعاً [1]. وقد ساهمت التغيرات الحديثة في نمط الحياة، مثل قلة النشاط البدني والاعتماد على الأغذية الغنية بالسكريات والدهون، في الارتفاع المستمر لمعدلات الإصابة بهذا المرض على المستوى العالمي.

ولا تقتصر خطورة داء السكري على اضطراب توازن الغلوكوز في الدم، بل تتعدى ذلك إلى حدوث مضاعفات مزمنة وخطيرة تشمل اعتلال الكلى والشبكية والأعصاب الطرفية، إضافة إلى ارتفاع خطر الإصابة بأمراض القلب والأوعية الدموية وتصلب الشرايين [2]. وتمثل هذه المضاعفات عبئاً صحياً واقتصادياً كبيراً على المرضى وأنظمة الرعاية الصحية، خاصة في الدول النامية.

ورغم التطور الكبير في مجال العلاجات الدوائية وتوفر العديد من الأدوية الخافضة للسكر، مثل الإنسولين والميتفورمين والسلفونيل يوريا ومثبطات ألفا–غلوكوزيداز [1]، فإن هذه العلاجات لا تخلو من بعض القيود، منها الحاجة إلى الاستعمال المستمر، وارتفاع التكلفة، وظهور آثار جانبية متنوعة مثل نقص سكر الدم والاضطرابات الهضمية وزيادة الوزن، إضافة إلى احتمالية حدوث تأثيرات سلبية على بعض الأعضاء الحيوية عند الاستخدام طويل الأمد [2]. لذلك برز اهتمام متزايد بالبحث عن بدائل علاجية طبيعية تكون أكثر أماناً وأقل تكلفة وأكثر قدرة على الحد من مضاعفات المرض.

في هذا السياق، حظيت النباتات الطبية باهتمام علمي متزايد باعتبارها مصدراً غنياً بالمركبات الحيوية الفعالة، حيث تشير التقديرات إلى أن ما يقارب 80% من سكان العالم يعتمدون عليها كلياً أو جزئياً في الرعاية الصحية التقليدية [3]. وتكتسب هذه النباتات أهمية خاصة في الجزائر نظراً لما تتميز به من تنوع نباتي كبير ناتج عن اختلاف الظروف المناخية والبيئية، الأمر الذي أدى إلى انتشار العديد من الأنواع النباتية المستخدمة في الطب الشعبي لعلاج الأمراض المختلفة، ومنها داء السكري**.[3]**

وتعود الفعالية العلاجية للنباتات الطبية إلى احتوائها على نواتج الأيض الثانوي، مثل الفينولات والفلافونويدات والقلويدات والتربينات والصابونينات [4]. وتتميز هذه المركبات بقدرتها على التأثير في عدة مسارات حيوية مرتبطة بالسكري، حيث تساهم في تثبيط الإنزيمات المسؤولة عن هضم الكربوهيدرات وامتصاص الغلوكوز، وتحفيز إفراز الإنسولين وتحسين حساسية الأنسجة له، فضلاً عن خصائصها المضادة للأكسدة والالتهابات التي تحد من الإجهاد التأكسدي المرتبط بتطور مضاعفات المرض**3] ،.[4**

انطلاقاً من هذه المعطيات، تهدف هذه الدراسة إلى التقييم الكيميائي النباتي والفعالية البيولوجية المضادة لداء السكري لخمسة نباتات طبية ذات أهمية علاجية، وهي: أوراق الزيتون **(*Olea europaea* L.)** الغنية بمركب الأوليوروبين [5]، والشيح **(*Artemisia herba-alba*)** المعروف بمحتواه من المركبات التربينية والفلافونويدية، والجيمنيما **(*Gymnema sylvestre*)** الغنية بأحماض الجيمنيميك، والبرباريس **(*Berberis vulgaris*)** المحتوي على البربرين، والتوت الغوجي **(*Lycium barbarum*)** الغني بالسكريات المتعددة ذات النشاط البيولوجي.

تعتمد الدراسة على استخلاص المركبات النشطة من النباتات المختارة باستعمال مذيبات مناسبة مثل الإيثانول 96% والأسيتون، مع تطبيق تقنيات استخلاص مختلفة تشمل النقع والتحريك والأمواج فوق الصوتية. كما يتم توصيف المستخلصات باستخدام مطيافية الأشعة فوق البنفسجية والمرئية-**UV)**

(Visومطيافية الأشعة تحت الحمراء بتحويل فورييه**(FTIR-ATR)** ، إضافة إلى التقدير الكمي للفينولات الكلية **(TPC)** والفلافونويدات الكلية **(TFC)** لتقييم محتواها من المركبات المضادة للأكسدة.

أما التقييم البيولوجي فيتم من خلال اختبار النشاط المضاد للسكري في الأوساط المخبرية **(In vitro)**، وذلك عبر دراسة القدرة التثبيطية للمستخلصات تجاه إنزيم ألفا–أميلاز وتحديد قيمة**IC50** ، إلى جانب تقييم تأثيرها على امتصاص الغلوكوز باستعمال نموذج خلايا الخميرة ***Saccharomyces cerevisiae*)**. كما تتناول الدراسة الجوانب المتعلقة بمأمونية هذه النباتات وإمكانية حدوث تداخلات دوائية عند استخدامها بالتزامن مع العلاجات التقليدية.

ولتحقيق أهداف البحث، تم تقسيم المذكرة إلى أربعة فصول مترابطة؛ يتناول الأول الجوانب النظرية المتعلقة بداء السكري، بينما يعرض الثاني النباتات الطبية المدروسة ومكوناتها الكيميائية وآليات تأثيرها. ويخصص الفصل الثالث للمواد والطرق التجريبية المعتمدة، في حين يتناول الفصل الرابع عرض النتائج ومناقشتها ومقارنتها بالدراسات السابقة، لتنتهي المذكرة بخاتمة عامة تتضمن أهم النتائج والاستنتاجات العلمية المتوصل إليها.

المراجع

[1] Patil MS, Mane P, Datkhile KD, Garud A, Kale SR, Patil SS, et al. Diabetes Mellitus: Classification, Pathophysiology, Risk Factors, Diagnostic Criteria and Advances in Management. African Journal of Biomedical Research. 2024; 27(4s):6383-6396.

[2] Yameny AA. Diabetes Mellitus: Comprehensive Review of Types, Pathophysiology, Complications, and Standards of Care in Diabetes 2025. Journal of Medical and Life Science. 2025; 7(1):134-141.

[3] Chahrour JA, Abdel Baki Z, El Badan D, Nasser G, Maresca M, Hijazi A. Herbal medicines in the management of diabetes mellitus: Plants, bioactive compounds, and mechanisms of action. Biomolecules. 2025; 15(12):1674.

[4] Shehadeh MB, Suaifan GARY, Abu-Odeh AM. Plants secondary metabolites as blood glucose-lowering molecules. Molecules. 2021; 26(14):4333.

[5] Elhrech H, Aguerd O, El Kourchi C, Gallo M, Naviglio D, Chamkhi I, et al. Comprehensive Review of Olea europaea: A Holistic Exploration into Its Botanical Marvels, Phytochemical Riches, Therapeutic Potentials, and Safety Profile. Biomolecules. 2024 ; 14(6) :722.

الجزء النظـــري

الفصل الأول: عموميات داء السكري

1-لمحة تاريخية عن داء السكري:

يُصنف مرض السكري كأحد أقدم الأدواء التي عرفتها البشرية؛ فقد وثّق المصريون القدماء خصائصه منذ ما يقرب من 2000 عام قبل الميلاد، واصفين بدقة ظهور السكر في البول. كما عرفه الصينيون القدماء وأشاروا إلى أعراضه المتمثلة في الإفراط في التبول، العطش الشديد، والجوع المستمر.

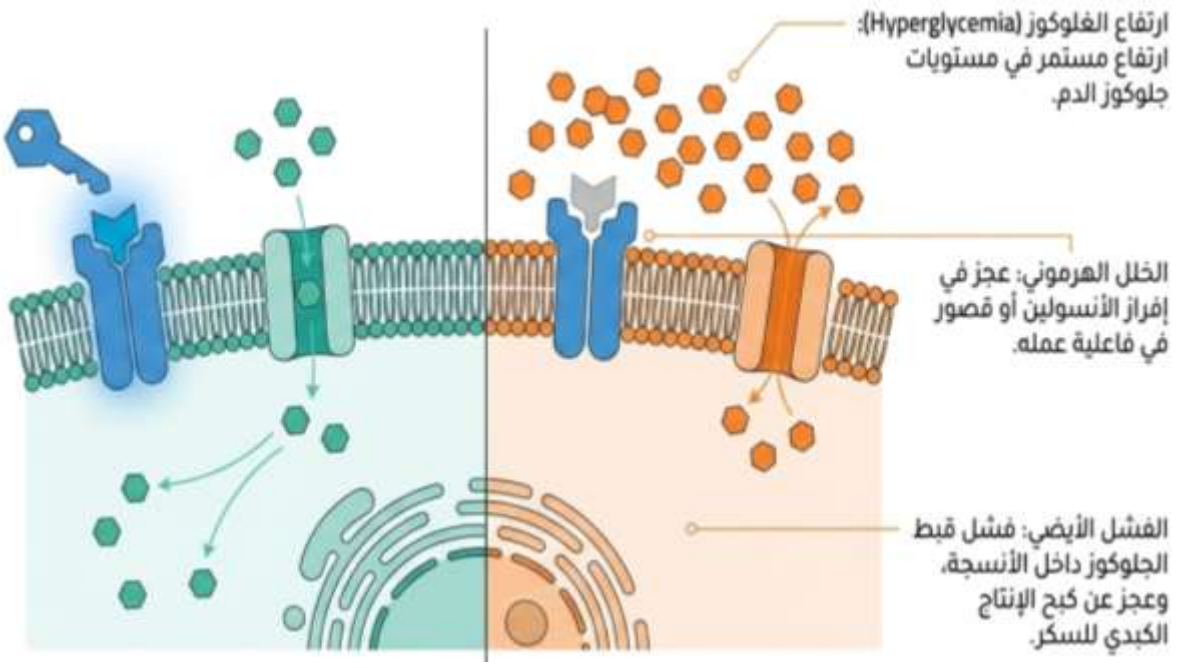
الشكل 1.1: تاريخ داء السكري

وفي القرن الأول الميلادي، قدم الطبيب اليوناني "أريتيوس" وصفاً مجازياً للمرض، حيث اعتبره حالة من "ذوبان لحم الجسم والأطراف" وخروجه عبر البول، وهو أول من أطلق عليه مصطلح "ديابيتس" **(Diabetes)**، والتي تعني باليونانية "الماء الجاري" أو "السيفون". أما في عام 1000 ميلادي، فقد نجح العالم "ابن سينا" في الربط بين مرض السكري وظهور "الغرغرينا" في الأطراف، موضحاً أنها إحدى التبعات الناتجة عن الإصابة بهذا المرض.

وفي العصر الحديث، وتحديداً خلال القرون الثامن عشر والتاسع عشر والعشرين، تسارعت وتيرة الدراسات والاكتشافات العلمية بشكل غير مسبوق، مما مكن العلماء من فك شفرات هذا المرض والإلمام بأدق تفاصيله الفيزيولوجية، ولا يزال البحث العلمي في هذا المجال مستمراً ومتطوراً حتى يومنا هذا [1].

2-تعريف داء السكري:

يُعرَّف داء السكري **(Diabetes Mellitus)** بأنه اضطراب أيضي مزمن ومعقد يتسم بارتفاع مستمر في مستويات جلوكوز الدم **(Hyperglycemia)**، ناتج بشكل أساسي عن وجود خلل في إفراز هرمون الأنسولين، أو قصور في فاعلية عمله الحيوي على الخلايا، أو تضافر كلا العيبين معاً.

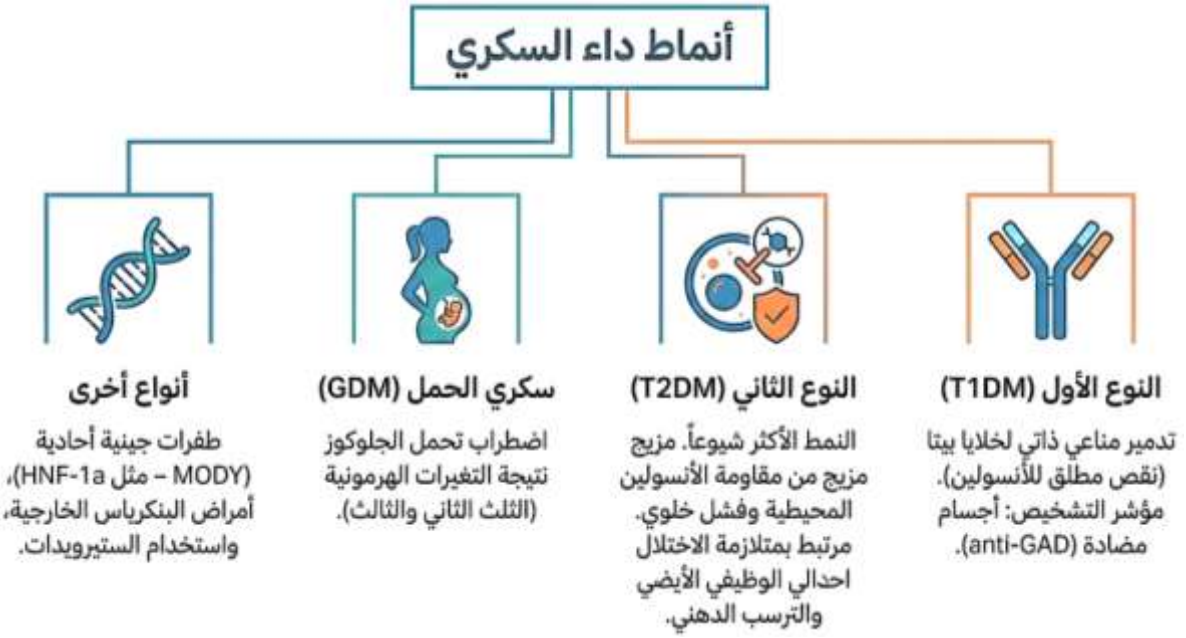


الشكل 1.2: الاضطرابات المزمنة لداء السكري

وتتجلى الآلية المرضية في عجز الجسم عن تنظيم "قبط الجلوكوز" **(Glucose Uptake)** بكفاءة داخل الأنسجة العضلية والدهنية وفشله في كبح الإنتاج الكبدي للسكر، وهو ما يجعل هذا المرض ظاهرة صحية متعددة الأوجه تتأثر بتداخلات وثيقة بين العوامل الوراثية، والظروف البيئية، وأنماط الحياة السلوكية [2].

3-أنواع داء السكري :

تتنوع. أنماط داء السكري وفقاً لمسبباتها الفيزيولوجية الكامنة، ويعد التحديد الدقيق للنمط المرضي حجر الزاوية في رسم استراتيجيات الإدارة السريرية [3].



الشكل 1.3: انماط داء السكري

النوع الأول**(T1DM)** : ينجم عن تدمير مناعي ذاتي لخلايا بيتا البنكرياسية، مما يقود إلى نقص مطلق في الأنسولين. ويستدل عليه بوجود أجسام مضادة مثل**(anti-GAD)** ، ويتطلب تدخلاً علاجياً بالأنسولين للبقاء على قيد الحياة**[4,3]** .

النوع الثاني**(T2DM)** : هو النمط الأكثر شيوعاً، ويتميز بمزيج من مقاومة الأنسولين المحيطية وفشل تدريجي في وظيفة خلايا بيتا. ويرتبط هذا النوع ارتباطاً وثيقاً بمتلازمة الاختلال الوظيفي الأيضي **(MDS)**والترسب الدهني المنتبذ[3].

سكري الحمل**(GDM)** : اضطراب في تحمل الجلوكوز يُشخص خلال فترة الحمل، نتيجة التغيرات الهرمونية في الثلثين الثاني والثالث التي ترفع من مقاومة الأنسولين لتأمين تغذية الجنين [3].

الأنواع الأخرى **:**تشمل الأشكال أحادية الجين مثل سكري الشبان الناضجين **(MODY)** الناتج عن طفرات جينية مثل**(HNF-1a)** ، والأنواع الثانوية الناتجة عن أمراض البنكرياس الخارجية أو استخدام الستيرويدات [3].

الجدول 1.1: مقارنة منهجية بين النوعين الأول والثاني لداء السكري

وجه المقارنة	النوع الأول (T1DM)	النوع الثاني (T2DM)
الآلية الفيزيولوجية	تدمير مناعي ذاتي لخلايا بيتا	مقاومة الأنسولين وفشل خلوي تدريجي
القدرة على إنتاج الأنسولين	نقص مطلق (غياب الإفراز)	نقص نسبي أو خلل في الفعالية
الفئة العمرية الشائعة	الأطفال والشباب غالباً	التصنيف البالغون وكبار السن غالباً
المسببات الرئيسية	عوامل وراثية ومحفزات بيئية	السمنة، الخمول البدني، والوراثة

5-مسببات داء السكري:

على الرغم من أن المسببات الجوهرية للإصابة بمرض السكري لا تزال غير محددة بدقة، إلا أن هناك مجموعة من العوامل التي تساهم بشكل مباشر في ظهوره، ومن أبرزها:

الشكل 1.4: مسببات داء السكري

العامل الوراثي:

يلعب التاريخ العائلي دوراً محورياً؛ فإصابة أحد الأبوين أو كليهما بالسكري من "النوع الثاني" يرفع احتمالية انتقال المرض للأبناء أو الأحفاد. وتبرز قوة هذا العامل في التوائم المتماثلة، حيث تصل نسبة احتمالية الإصابة للتوأم الآخر إلى 30–50% في حال إصابة الأول بالنوع الأول، بينما تقفز هذه النسبة لتصل إلى 75–90% في حالات السكري من النوع الثاني.

السمنة المفرطة:

تؤكد البيانات الإحصائية وجود ارتباط وثيق بين زيادة الوزن ومرض السكري؛ إذ تبين أن ثلث الأشخاص الذين يعانون من السمنة مصابون بالمرض، كما أن 80% من مرضى السكري (النوع الثاني) هم من فئة البدناء. ويعزى ذلك إلى أن السمنة تسبب "مقاومة الأنسولين"، حيث لا تستجيب الخلايا له بشكل فعال. ويمكن كسر هذه الحلقة وتقليل المخاطر عبر إنقاص الوزن والوصول إلى المعدلات الطبيعية.

العوامل النفسية:

مثل التوتر المزمن والقلق؛ وبالرغم من أنهما لا يعدان مسببات مباشرة، إلا أنهما يعملان كـ "محفزات" تسرع من ظهور الأعراض السريرية للمرض.

الالتهابات:

إصابة البنكرياس بالالتهابات الحادة أو المزمنة تؤدي إلى تضرر وظائفه، مما يمهد لظهور أعراض السكري.

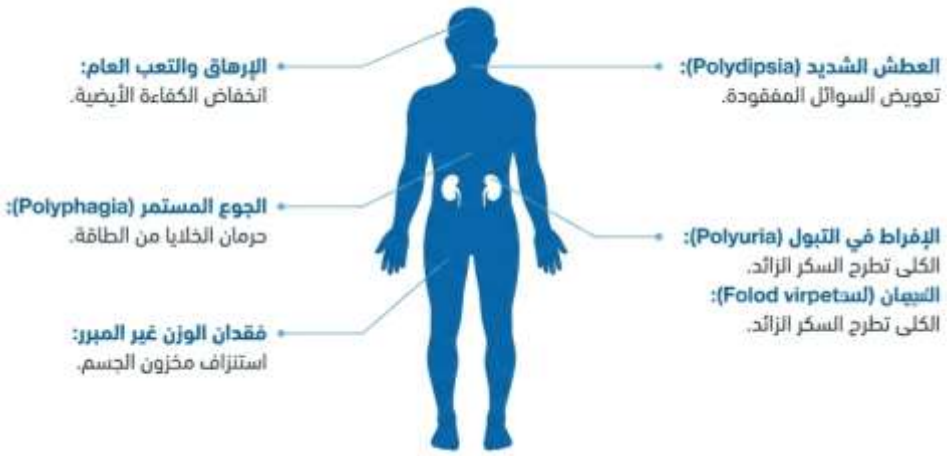
الأدوية:

قد يتسبب الاستخدام المستمر لبعض العقاقير الطبية في تحفيز المرض، ومن أمثلتها "الكورتيزون" وحبوب منع الحمل.

تعاطي الكحول:

تؤدي المشروبات الكحولية إلى تلف تدريجي في غدة البنكرياس، مما يرفع احتمالية الإصابة بالمرض بشكل كبير [5].

6-اعراض داء السكري:

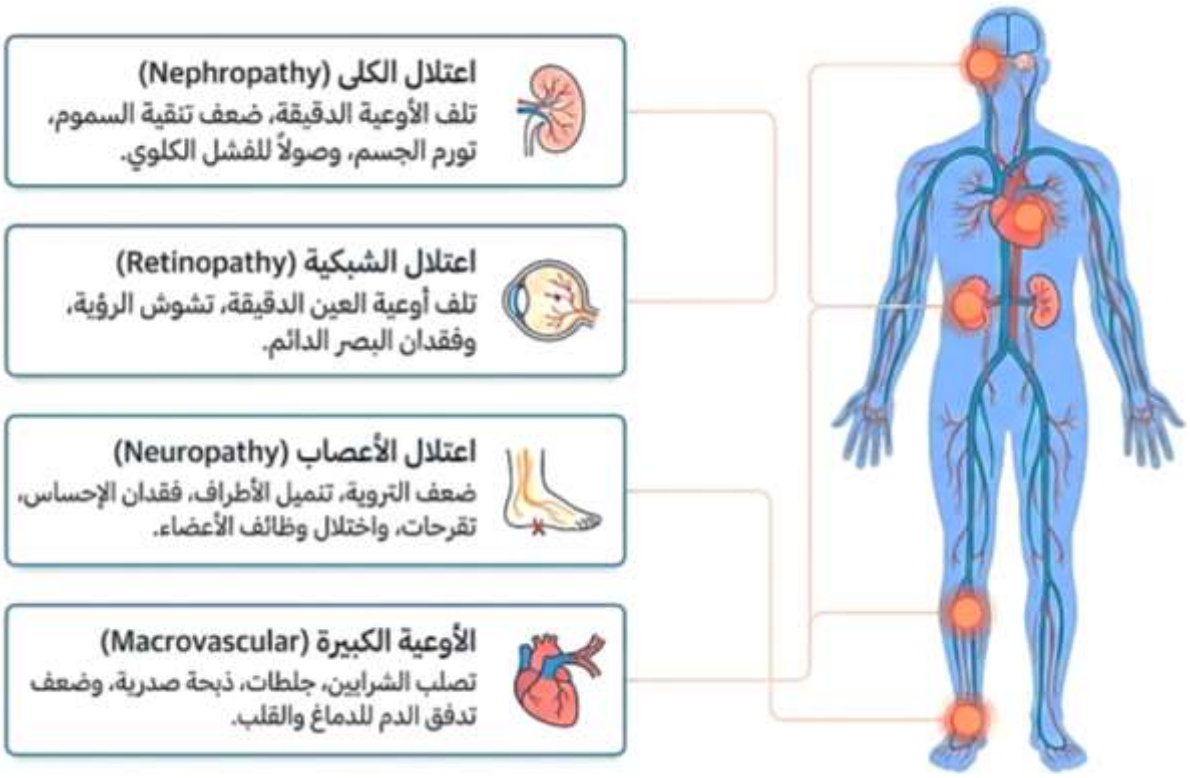


الشكل 1.5: أعراض داء السكري [6]

7-مضاعفات داء السكري:

اعتلال الكلى السكري:

يُعد اعتلال الكلى السكري من أخطر المضاعفات المزمنة لمرض السكري، حيث يحدث نتيجة الارتفاع المستمر في مستوى السكر في الدم، مما يؤدي إلى تلف الأوعية الدموية الدقيقة داخل الكلى. هذا التلف يضعف قدرة الكلى على تنقية الدم من الفضلات والسموم بشكل تدريجي، وقد لا تظهر الأعراض في المراحل المبكرة، لكن مع تطور الحالة قد يعاني المريض من تورم في الجسم وارتفاع ضغط الدم. وفي الحالات المتقدمة، قد يصل الأمر إلى الفشل الكلوي، ما يستدعي اللجوء إلى الغسيل الكلوي أو زراعة الكلى.



الشكل 1.6: مضاعفات داء السكري

مضاعفات الأوعية الدموية الكبيرة:

يؤدي مرض السكري إلى زيادة خطر الإصابة بأمراض الأوعية الدموية الكبيرة، مثل أمراض القلب والجلطات وتصلب الشرايين. ويرجع ذلك إلى تأثير ارتفاع السكر على جدران الأوعية الدموية، مما يجعلها أكثر عرضة للتصلب والانغلاق. كما يساهم ارتفاع الكوليسترول في الدم في تفاقم هذه الحالة، الأمر الذي قد يؤدي إلى ضعف تدفق الدم إلى الأعضاء الحيوية، خاصة القلب والدماغ والأطراف، وقد تظهر مضاعفات مثل الذبحة الصدرية أو السكتة الدماغية أو تقرحات القدم.

اعتلال الشبكية السكري:

يحدث اعتلال الشبكية نتيجة تلف الأوعية الدموية الدقيقة في شبكية العين بسبب ارتفاع السكر المزمن في الدم. تبدأ الحالة غالبًا دون أعراض واضحة، لكن مع مرور الوقت قد يلاحظ المريض تشوشًا

في الرؤية أو ضعفًا تدريجيًا في البصر. وفي حال عدم العلاج، قد تتطور الحالة إلى فقدان دائم للرؤية. لذلك يُنصح مرضى السكري بإجراء فحوصات دورية للعين للكشف المبكر عن أي تغيرات.

اعتلال الأعصاب السكري:

يعد اعتلال الأعصاب من المضاعفات الشائعة لمرض السكري، وينتج عن تلف الأعصاب بسبب ضعف التروية الدموية وارتفاع مستوى السكر. تظهر أعراضه على شكل تنميل أو وخز أو ألم في الأطراف، وقد يفقد المريض الإحساس تدريجيًا، مما يجعله عرضة للإصابات دون أن يشعر بها. كما قد يؤثر على وظائف أخرى مثل الجهاز الهضمي أو المثانة أو القدرة الجنسية، مما يؤثر بشكل كبير على حياة المريض اليومية **[7]**.

8-طرق علاج داء السكري:

تستعرض الدراسات السابقة مقاربة شاملة لإدارة داء السكري، تتراوح بين التعديلات السلوكية والتدخلات الدوائية الكلاسيكية وصولاً إلى الأهداف العلاجية الناشئة، ويمكن تلخيص هذه المقاربات في المحاور الآتية:

الشكل 1.7: طرق علاج داء السكري

أولاً: تعديل نمط الحياة **(Lifestyle Modification)**

تُعد التعديلات السلوكية حجر الزاوية في البروتوكول العلاجي لكلا النوعين، وتشمل:

الإدارة الغذائية: التركيز على الأغذية ذات المؤشر الغلايسيمي المنخفض **(Low Glycemic Index)**، وزيادة الحصة اليومية من الألياف الغذائية والحبوب الكاملة لتحسين الاستجابة الأيضية.

النشاط البدني: توصي الدراسات بممارسة النشاط البدني المعتدل لمدة لا تقل عن 150 دقيقة أسبوعياً، أو 75 دقيقة من النشاط المكثف، لتعزيز حساسية الأنسولين وتنشيط عملية الأيض.

التحكم في الوزن: تهدف الاستراتيجيات العلاجية إلى خفض الوزن بنسبة تقارن بـ 7% من إجمالي كتلة الجسم، مما يساهم بشكل مباشر في ضبط مستويات غلوكوز الدم والحد من مضاعفات القلب والأوعية الدموية.

ثانياً: التدخلات الدوائية الراهنة **(Current Pharmacological Management)**

تتنوع الخيارات الدوائية بناءً على الحالة الفسيولوجية للمريض ونوع الاضطراب الأيضي:

العلاج بالأنسولين **(Insulin Therapy)**: يمثل العلاج الحيوي والوحيد لمرضى النوع الأول **(T1DM)**. أما في النوع الثاني **(T2DM)**، فيتم اللجوء إليه في حالات الفشل الكلوي أو الكبدي، أثناء فترة الحمل، أو عند تعذر ضبط مستويات السكر بالأدوية الفموية.

الشكل 1.8: التداخلات الدوائية

البايغوانيدات **(Biguanides)**: ويأتي "الميتفورمين" **(Metformin)** كخط علاج أول لقدرته العالية على تثبيط إنتاج الغلوكوز الكبدي وتعزيز الحساسية الطرفية للأنسولين.

محفزات إفراز الأنسولين: وتشمل "السلفونيل يوريا" **(Sulfonylureas)** و"الميغليتينيد" **(Meglitinides)**، والتي تعمل على تحفيز خلايا بيتا البنكرياسية لإفراز الأنسولين.

مثبطات ألفا غلوكوزيداز **(α-Glucosidase Inhibitors)**: تعمل كيميائياً على تأخير امتصاص الكربوهيدرات في الجهاز الهضمي، مما يقلل من ذروة الغلوكوز بعد الوجبات.

ثالثاً: الآفاق العلاجية الحديثة والناشئة (Novel Therapeutic Targets)

تبرز الدراسات السابقة توجهات بحثية مبتكرة تهدف إلى تقديم حلول أكثر استدامة، منها:

المعززات الحيوية **(Probiotics)**: لدورها في تعديل ميكروبيوم الأمعاء، مما ينعكس إيجاباً على تقليل الالتهاب الجهازي وتحسين الأيض.

العلاجات النباتية (Phytomedicine): استكشاف الفعالية البيولوجية لبعض المستخلصات النباتية (مثل الصبار والجينسينج) كعلاجات تكميلية واعدة.

التقنيات الحيوية المتقدمة: وتشمل العلاج الجيني (**Gene Therapy**)، واستخدام الخلايا الجذعية لتجديد خلايا بيتا، بالإضافة إلى الملحمات المزدوجة لمستقبلات **GLP-1** و**GIP** (مثل **Tirzepatide**

هذا طرق علاج داء السكري من النوع الأول والثاني [6].

مراجع الفصل الأول:

المراجع باللغة العربية:

[2] عباس غ، غولة ر **.(2022)** .دراسة نظرية لبعض النباتات المستعملة في معالجة داء السكري [مذكرة ماستر]. جامعة قاصدي مرباح، ورقلة.

[8] زغب أيمن، بن ناصر حورية، شيتان منى .(2023) .*دراسة الفعالية البيولوجية والنشاطية المضادة للسكري لنبتتين من منطقة وادي سوف* [مذكرة ماستر]. قسم البيولوجيا، كلية علوم الطبيعة والحياة، جامعة الشهيد حمه لخضر.

المراجع بالغة الأجنبية:

[1] Hamada Saoud Djamila. (2019). Biological activities of extracts and metabolites isolated from Anvillea radiate Coss. & Dur. (Asteraceae). South African Journal of Botany**121** ،: 386-393.

[3] Patil MS ،Mane P ،Datkhile KD ،Garud A ،Kale SR ،Patil SS ،Patil SR. (2024). Diabetes Mellitus: Classification, Pathophysiology, Risk Factors, Diagnostic Criteria and Advances in Management. African Journal of Biomedical Research**27** ،(4s): 6383-6396.

[4] Ahmed Abdelhalim Yameny. (2025). Diabetes Mellitus: Comprehensive Review of Types, Pathophysiology, Complications, and Standards of Care in Diabetes 2025. Journal of Medical and Life Science**7** ،(1): 134-141.

[5] Roshan Kumar **وآخرون**. (2020). A Review on Diabetes Mellitus: Type 1 & Type 2. World Journal of Pharmacy and Pharmaceutical Sciences**9** ،(10): 838.

[6] Yadav A ،Yadav A ،Yadav AK ،Tiwari DK. (2025). A review on diabetes mellitus. International Journal of Pharmaceutical Research and Applications ، **10**(2): 2273–2280. DOI: 10.35629/4494-100222732280.

الفصل الثاني: النباتات الطبية ونواتج الأيض الثانوي

1-لمحة تاريخية عن النباتات الطبية:

استُخدمت النباتات الطبية منذ آلاف السنين في الأنظمة العلاجية التقليدية لعلاج العديد من الأمراض، بما في ذلك داء السكري. فقد اعتمدت الحضارات القديمة، مثل الطب التقليدي في الصين والهند والشرق الأوسط، على مستخلصات النباتات والأعشاب لتنظيم مستوى السكر في الدم من خلال استهداف عدة مسارات حيوية في الجسم. ومع تطور المعرفة الطبية، استمر استخدام هذه النباتات نظرًا لفعاليتها وتوافرها، حيث كانت تُحضّر في أشكال مختلفة مثل المغلي، والمساحيق، والمستخلصات النباتية. وقد ساهم هذا الاستخدام التقليدي في توجيه الأبحاث الحديثة نحو دراسة المركبات الحيوية الفعالة الموجودة في هذه النباتات وفهم آليات عملها بشكل علمي. وفي العقود الأخيرة، ازداد الاهتمام العالمي بالطب العشبي كعلاج مكمل أو بديل، خاصة مع ارتفاع تكاليف الأدوية الاصطناعية وآثارها الجانبية. وتشير الدراسات الحديثة إلى أن حوالي 80% من سكان العالم لا يزالون يعتمدون جزئيًا على النباتات الطبية في الرعاية الصحية، مما يعكس استمرارية هذا الإرث العلاجي عبر التاريخ. وبالتالي، فإن الاستخدام التقليدي للنباتات الطبية شكّل الأساس العلمي للأبحاث الحديثة التي تسعى إلى تطوير علاجات طبيعية فعالة وآمنة لمرض السكري **[1]**.

2-تعريف النباتات الطبية المضادة للسكري (Expanded Definition):

تُعرَّف النباتات الطبية المضادة للسكري بأنها مجموعة من النباتات الطبيعية التي تحتوي على مركبات كيميائية نشطة حيويًا، مثل الفلافونويدات (**Flavonoids**)، القلويدات (**Alkaloids**)، التربينات (**Terpenoids**)، والبوليفينولات (**Polyphenols**)، والتي تمتلك تأثيرات علاجية مثبتة في تنظيم مستويات الغلوكوز في الدم. وتكمن فعاليتها في قدرتها على التدخل في عدة مسارات فسيولوجية مرتبطة بمرض السكري، حيث تعمل على تحفيز إفراز هرمون الإنسولين من خلايا بيتا في البنكرياس،

وتحسين حساسية الأنسجة الطرفية له، إضافة إلى تثبيط إنزيمات هضم الكربوهيدرات مثل **α-amylase** و**α-glucosidase**، مما يؤدي إلى تقليل امتصاص الغلوكوز في الأمعاء. كما تساهم بعض هذه النباتات في تقليل الإجهاد التأكسدي والالتهابات المصاحبة لمرض السكري، وهو ما يساعد على الوقاية من المضاعفات المزمنة للمرض. لذلك تُعد هذه النباتات خيارًا تكميليًا واعدًا يمكن استخدامه بجانب العلاجات الدوائية التقليدية في ادارة داء السكري [2].

3-أهمية النباتات الطبية في إدارة داء السكري واليات عملها:

تكتسب النباتات الطبية أهمية متزايدة كخيارات علاجية بديلة أو تكميلية في مواجهة داء السكري، خاصة في ظل التحديات المرتبطة بالأدوية الاصطناعية من حيث التكلفة العالية والآثار الجانبية المتعددة. وتستمد هذه النباتات قيمتها العلاجية من محتواها الغني بالمركبات الثانوية النشطة حيوياً، مثل القلويدات، والفينولات، والفلافونويدات، والتربينات، والتي أثبتت الدراسات فعاليتها في الوقاية من الأمراض المزمنة وإدارتها ويمكن تلخيص الدور المحوري للنباتات الطبية في علاج السكري وآليات عملها البيولوجية في النقاط التالية:

تعدد المسارات العلاجية **(Multi-tasking Approach)**: تتميز النباتات الطبية بقدرتها على استهداف مسارات بيولوجية متعددة في آن واحد للتحكم في توازن الجلوكوز، بما يشمل تنظيم إفراز الأنسولين، وتعزيز امتصاص الجلوكوز، وتقليل الإجهاد التأكسد بتنظيم استقلاب الجلوكوز في الأعضاء الحيوية: تعمل المستخلصات النباتية عبر آليات متكاملة تشمل:

الأمعاء: تثبيط امتصاص الجلوكوز عبر منع عمل الإنزيمات الهاضمة للكربوهيدرات مثل "ألفا أميلاز" و"ألفا جلوكوسيداز".

الكبد: تثبيط عملية إنتاج الجلوكوز داخل خلايا الكبد.

الأنسجة المحيطية (العضلات والدهون): تعزيز كفاءة امتصاص الجلوكوز الخلوي عبر تحفيز ناقلات الجلوكوز (مثل **GLUT4**).

البنكرياس: تحفيز خلايا بيتا على إفراز الأنسولين وتعزيز بقائها.

الحماية من الإجهاد التأكسدي والالتهاب: تلعب مضادات الأكسدة المشتقة من النباتات دوراً حيوياً في خفض مستويات أنواع الأكسجين التفاعلية (**ROS**) وتثبيط السيتوكينات المسببة للالتهابات (مثل **TNF-α** و**IL-6**)، مما يساهم في حماية خلايا بيتا البنكرياسية من الموت المبرمج (**Apoptosis**).

تتميز النباتات الطبية بعدة مزايا اقتصادية وصحية جعلتها تحظى باهتمام متزايد في مجال تدبير داء السكري، خاصة في المجتمعات ذات الموارد المحدودة. فمن الناحية الاقتصادية، تُعد النباتات الطبية أقل تكلفة مقارنة بالأدوية الاصطناعية الحديثة، إذ يمكن الحصول عليها بسهولة من البيئة المحلية أو زراعتها محلياً، مما يخفف من الأعباء المالية المرتبطة بالعلاج طويل الأمد لمرض السكري. كما أن اعتماد المستحضرات النباتية يساهم في تقليل تكاليف الرعاية الصحية المرتبطة بالمضاعفات المزمنة للمرض، مثل أمراض الكلى والأعصاب والقلب والأوعية الدموية، من خلال دورها الوقائي والعلاجي المتكامل.

أما من الناحية الصحية، فتتميز النباتات الطبية باحتوائها على طيف واسع من المركبات النشطة بيولوجياً التي تعمل بآليات متعددة ومتزامنة، وهو ما يمنحها قدرة علاجية شمولية مقارنة ببعض الأدوية الكيميائية التي تستهدف مساراً واحداً فقط. كما أن العديد من المستخلصات النباتية تُظهر آثاراً جانبية أقل عند استعمالها بجرعات مدروسة، إضافة إلى امتلاكها خصائص مضادة للأكسدة ومضادة للالتهاب تساعد في الحد من الإجهاد التأكسدي المرتبط بتطور داء السكري ومضاعفاته. وتُسهم هذه الخصائص أيضاً في تحسين حساسية الأنسولين، ودعم وظائف البنكرياس، وتعزيز التوازن الأيضي لدى المرضى.

علاوة على ذلك، تمثل النباتات الطبية خياراً علاجياً مهماً في الدول النامية والمناطق الريفية التي تعاني من محدودية الوصول إلى الأدوية الحديثة والخدمات الصحية المتخصصة، حيث توفر بديلاً علاجياً متاحاً ومتوافقاً مع الممارسات العلاجية التقليدية المتوارثة. كما أدى التوجه العالمي نحو الطب التكميلي والبحث عن علاجات طبيعية أكثر أماناً إلى زيادة الاهتمام العلمي بدراسة النباتات الطبية وتطويرها كمصادر محتملة لإنتاج أدوية مضادة للسكري ذات فعالية عالية وتكلفة أقل.

توفر النباتات الطبية "حدوداً واعدة" في رعاية مرضى السكري، حيث تساهم بفاعلية في خفض مستويات سكر الدم الصيامي، وتحسين كفاءة الأنسولين، والحد من المضاعفات المزمنة المرتبطة بالمرض [1].

4-عرض اهم النباتات المدروسة:

4-1-اوارق الزيتون *olea europaea*:

أ-الوصف المورفولوجي:

تُصنف أوراق شجرة الزيتون (***Olea europaea L***) ضمن الأوراق دائمة الخضرة، وتظهر بشكل رمحي (**lanceolate**) إلى بيضوي مستطيل، وتمتاز بنهايات مستدقة وطول يتراوح عادة ما بين 5 إلى 10 سم. من الناحية الملمسية، للأوراق قوام جلدي (**leathery**) متين، وهي ناعمة السطح. أما من حيث اللون، فتتمتع بمظهر ثنائي اللون؛ حيث يكون سطحها العلوي أخضر داكناً، بينما يكتسي السطح السفلي بلون أبيض فضي نتيجة وجود شعيرات دقيقة. وترتبط الورقة بالغصن عن طريق سويقة قصيرة، ويصل عرض نصل الورقة في الغالب إلى ما بين 1 و3 سم [3].

ب-التصنيف النظامي:

تم تصنيف النوع النباتي في نظام النباتي على النحو التالي الجدول (1):

الجدول (1): التصنيف النظامي لنبات الزيتون [3].

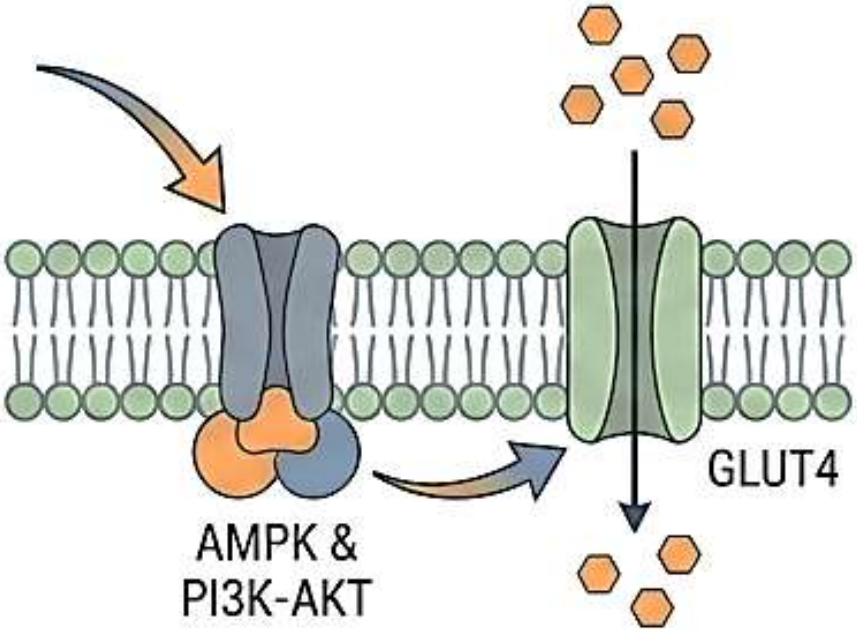
Taxonomic Rank	THE NAME	الاسم	المرتبة التصنيفية
Kingdom	**Viridiplantae**	النباتات الخضراء	المملكة
Division	**Magnoliophyta/ Magnoliopsida**	مغطاة البذور	القسم
Subclass	**Asteridae**	النجميات	تحت الطائفة
Order	**Lamiales**	الشفويات	الرتبة
Family	**Oleaceae**	الزيتونية	الفصيلة
Genus	**Olea**	الزيتون	الجنس
Species	**Olea europaea**	زيتون أوروبي	النوع

ج-التركيبة الكيمائية:

تحتوي أوراق الزيتون على مجموعة من المركبات الكيميائية النشطة بيولوجيًا، أهمها الأوليوروبين باعتباره المركب الفينولي الرئيسي، بالإضافة إلى الهيدروكسي تيروزول والفلافونويدات. كما تضم التريتربينات مثل حمض الأوليانوليك وحمض الماسلينيك، إلى جانب التانينات، والتي تساهم جميعها في إظهار النشاط المضاد للأكسدة والمضاد للسكر [4].

د-الية تأثيرها:

تُظهر أوراق الزيتون نشاطًا مضادًا للسكري من خلال تداخلها مع عدة مسارات فسيولوجية وبيوكيميائية معقدة. تعمل المركبات الفينولية وخاصة الأوليوروبين والهيدروكسي تيروزول على تحفيز خلايا **β** في البنكرياس، مما يؤدي إلى زيادة إفراز الإنسولين وتحسين استجابة الجسم له.



الشكل 2:1: الية تأثير أوراق الزيتون

كما تساهم في تنشيط مسارات الإشارة الخلوية **AMPK** و**PI3K-AKT**، وهي مسارات أساسية في تنظيم استقلاب الغلوكوز، حيث تؤدي إلى زيادة دخول الغلوكوز إلى الخلايا العضلية والدهون.

بالإضافة إلى ذلك، تمتلك خصائص قوية مضادة للأكسدة تقلل من الإجهاد التأكسدي (**Oxidative stress**)، مما يحمي خلايا البنكرياس من التلف الناتج عن فرط الغلوكوز.

كما أظهرت الدراسات السابقة أن مستخلصات الزيتون يمكن أن تقلل من نشاط ناقلات الغلوكوز في الأمعاء، مما يحد من امتصاص السكر بعد الوجبات [4].

ذ-الاثار الجانبية:

مستخلص اورق الزيتون (***Olea europaea L***.)

يُصنف مستخلص ورق الزيتون ضمن المكملات العشبية ذات المأمونية العالية، حيث أكدت الدراسات السريرية الحديثة (مثل دراسة **ESOLED**) عدم وجود سمية حادة مرتبطة باستخدامه بجرعات معتدلة. ومع ذلك، قد تظهر بعض الأعراض الهضمية الطفيفة لدى نسبة ضئيلة من المستخدمين، مثل الغثيان، آلام البطن، أو ليونة البراز، وهي أعراض غالباً ما تكون مؤقتة وتزول مع استمرار الاستخدام. من الناحية الفسيولوجية، قد يسبب التركيز العالي للمركبات الفينولية (مثل الأولوروبين) تغيراً في لون البراز ليصبح داكناً. كما يجب الحذر عند استخدامه مع أدوية الضغط أو السكري الكيميائية لتجنب الانخفاض الحاد المفاجئ في مستويات الضغط أو السكر (**Potentiation effect**)[5].

الشكل 2.2: صورة نبات الزيتون

2-4-نبات الشيح *Artemisia*:

أ-الوصف المورفولوجي لنبات الشيح (*Artemisia*)

ينتمي نبات الشيح إلى جنس **Artemisia** من الفصيلة النجمية (**Asteraceae**)، ويتميّز بصفات مورفولوجية متنوّعة تسمح بتكيفه مع البيئات الجافة وشبه الجافة.

يكون النبات غالبًا عشبيًا أو شجيريًا صغير الحجم، حيث يتراوح ارتفاعه بين بضعة سنتيمترات إلى حوالي متر، حسب النوع والظروف البيئية. يتميز الساق بكونه متفرعًا ومغطى بطبقة من الشعيرات الدقيقة التي تعطيه مظهرًا رماديًا مائلًا إلى الفضي.

أما الأوراق فهي متبادلة الترتيب (**alternate**) على الساق، وتكون غالبًا مفصصه أو مقسمة بشكل عميق (**pinnatifid**)، مما يمنحها شكلاً ريشيًا مميزًا. كما تتغطى الأوراق بشعيرات كثيفة تقلل من فقدان الماء، وهو تكيف مهم مع المناخات الجافة.

تكون النورات على شكل رؤوس زهرية صغيرة (**capitula**)، وهي سمة مميزة للفصيلة النجمية، حيث تتجمع الأزهار في تراكيب كثيفة. غالبًا ما تكون الأزهار صفراء أو خضراء مائلة للاصفرار، وصغيرة الحجم، وتنتظم في عناقيد أو نورات عنقودية.

الثمار من نوع أكنة (**achene**) صغيرة الحجم، تحتوي على بذرة واحدة، وتكون خالية من الزغب في معظم الأنواع.

ينتشر نبات الشيح في المناطق المعتدلة وشبه الجافة، ويُظهر تكيفات مورفولوجية واضحة مثل صغر حجم الأوراق وكثافة الشعيرات، مما يساعده على مقاومة الجفاف والظروف البيئية القاسية [6].

ب-التصنيف النظامي:

تم تصنيف النوع النباتي في نظام النباتي على النحو التالي الجدول (2):

الجدول (2): التصنيف النظامي لنبات الشيح [6].

TAXONOMIC RANK	THE NAME	الاسم	المرتبة التصنيفية
Kingdom	**Plantae**	النباتات	المملكة
Division	**Magnoliophyta**	كاسيات البذور	الشعبة
Class	**Magnoliopsida**	ثنائيات الفلقة	الطائفة
Order	**Asterales**	النجميات	الرتبة
Family	**Asteraceae**	النجمية	الفصيلة
Genus	**Artemisia**	الشيح	الجنس

ج-التركيبة الكيمائية:

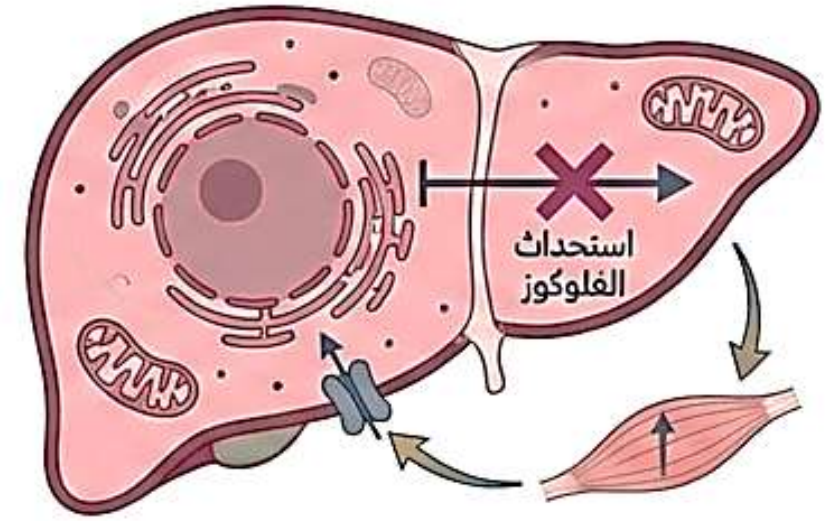
يتميز الشيح الأبيض بتركيب كيميائي غني بالزيوت الطيارة مثل الثوجون والكامفور، إضافة إلى التربينويدات والفلافونويدات. وتلعب هذه المركبات دورًا مهمًا في خفض مستوى سكر الدم وتحسين عمليات الاستقلاب [4].

د-الية تاثيره:

يعمل الشيح الأبيض عبر آليات متعددة مرتبطة بتنظيم التوازن السكري في الجسم.

إحدى أهم هذه الآليات هي زيادة استهلاك الغلوكوز في الأنسجة المحيطية مثل العضلات، مما يساعد على خفض تركيزه في الدم.

كما يساهم في تقليل إنتاج الغلوكوز في الكبد **(Gluconeogenesis)**، وهو مصدر رئيسي لارتفاع السكر في حالات السكر.



الشكل 2.3: الية تأثير بنات الشيح

وتشير الدراسات إلى أن المركبات الفعالة في الشيح الأبيض تُحسن من حساسية الإنسولين عبر تقليل الالتهابات الخلوية والإجهاد التأكسدي، مما يعيد استجابة الخلايا لهرمون الإنسولين بشكل أفضل. كما يمتلك تأثيرًا مثبطًا خفيفًا على إنزيمات هضم الكربوهيدرات، مما يساهم في تقليل الارتفاع السريع لسكر الدم بعد تناول الطعام [4].

ذ-اثاره الجانبية:

يُعدّ نبات الشيح **(Artemisia absinthium)** من النباتات الطبية المعروفة بخصائصه العلاجية المتعددة، خاصة كمضاد ميكروبي ومساعد للهضم، إلا أن استخدامه قد يرتبط ببعض الآثار الجانبية عند الاستهلاك المفرط أو عند استخدام زيته العطري أو مستخلصاته المركزة. تعزى هذه التأثيرات بشكل رئيسي إلى احتوائه على مركب الثوجون **(Thujone)**، وهو مركب مونوتربيني قد يُظهر سمّية عصبية عند الجرعات المرتفعة. وتشير الدراسات الحديثة إلى أن الاستعمال الطويل أو غير المنضبط للشيح قد يؤدي إلى أعراض عصبية مثل الدوخة، الأرق، التشنجات، وفي الحالات الشديدة قد تظهر

اضطرابات عصبية وسلوكية نتيجة التأثير السام على الجهاز العصبي المركزي. كما قد يسبب اضطرابات هضمية مثل الغثيان وتقلصات المعدة، إضافة إلى تهيج الكبد عند الاستخدام المفرط. لذلك يُوصى باستخدامه بحذر وتجنب الجرعات العالية أو الاستخدام الطويل دون إشراف مختص، خصوصًا لدى الفئات الحساسة مثل الحوامل والمرضى الذين يعانون من أمراض عصبية أو كبدية [7].

الشكل 2.4: صورة نبات الشيح

3-4-الجيمنيما (*Gymnema sylvestre*):

أ-الوصف المورفولوجي:

يُعد نبات الجيمنيما (***Gymnema sylvestre***)، الذي ينتمي إلى الفصيلة الدفلية (**Apocynaceae**)، من النباتات المتسلقة الخشبية المعمرة والبطيئة النمو. يتميز النبات من الناحية المورفولوجية بنظام جذري وتدي، وسيقان أسطوانية صلبة ومتفرعة ومتسلقة، يتراوح طول سلامياتها بين 0.7 و17.2 سم بقطر يتراوح من 2 إلى 10 ملم. أما الأوراق فهي بسيطة ومرتبة بنمط متقابل، وتتخذ شكلاً بيضاوياً أو إهليلجياً بطول 2.5 إلى 6 سم، وتتميز بقمة حادة وقاعدة مستديرة، مع وجود زغب كثيف وناعم على سطحها السفلي. أزهار النبات صغيرة الحجم وصفراء اللون، وتترتب في نورات خيمية جانبية أو إبطية، ولها كؤوس مكونة من 5 فصوص مهدبة وتويج ناقوسي الشكل. ثمار النبات عبارة

عن جريبات رمحية الشكل يصل طولها إلى 3 بوصات، تحتوي على بذور مسطحة بطول 1.3 سم ذات أجنحة هامشية رقيقة وشكل بويضي متطاول [8].

ب-التصنيف النظامي:

تم تصنيف النوع في نظام النباتي على النحو التالي الجدول (3)

الجدول (3): التصنيف النظامي لنبات الجيمنيما [8]

Taxonomic rank	The name	الاسم	المرتبة التصنيفية
Kingdom	**Plantae**	النباتات	المملكة
Under the kingdom	**Tracheobionta**	النباتات الوعائية	تحت المملكة
Above the section	**Spermatophyta**	النباتات البذرية	فوق القسم
Section	**Magnoliophyta**	النباتات المزهرة	القسم
Class	**Magnoliopsida**	ثنائيات الفلقة	الطائفة
Under the sect	**Asteridae**	النجميات	تحت الطائفة
Order	**Gentianales**	الجنطيانيات	الرتبة
Family	**Apocynaceae**	الدفلية	الفصيلة
Subspecies	**Asclepiadaceae**	الصقلاباوات)	تحت الفصيلة
Genus	**Gymnema**	جيمينميا	الجنس
Type	**Gymnema sylvestre (retz.) R.br. Ex sm.**		النوع

ج-التركيبة الكيمائية:

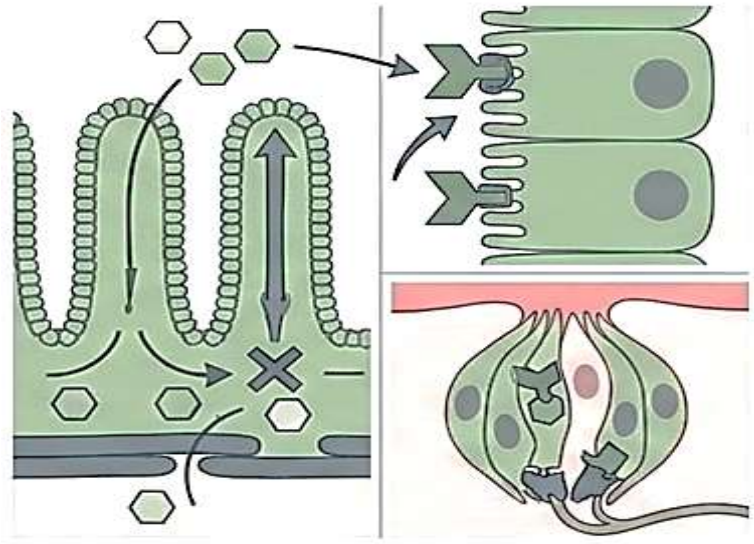
تحتوي الجيمينميا على مركبات فعالة أبرزها حمض الجيمينيك الذي يعد المسؤول الرئيسي عن النشاط المضاد للسكري، بالإضافة إلى الصابونينات والفلافونويدات والتانينات، والتي تساهم في تقليل امتصاص الغلوكوز وتنظيم مستواه في الدم [4].

د-الية تأثيرها:

تُعتبر الجيميميا من أكثر النباتات فعالية في التحكم في سكر الدم، وتعود فعاليتها إلى مركباتها الرئيسية مثل **Gymnemic acids**.

تعمل هذه المركبات على تقليل امتصاص الغلوكوز في الأمعاء من خلال التفاعل مع مستقبلات السكر في الغشاء المخاطي، مما يقلل دخول الجلوكوز إلى الدورة الدموية.

كما تساهم في تحفيز تجدد خلايا **β** في البنكرياس، مما قد يؤدي إلى تحسين القدرة على إفراز الإنسولين على المدى الطويل.



الشكل 2.5: الية تأثير نبات الجيمنيما

ومن الخصائص المميزة أيضًا أنها تثبط الإحساس بالطعم الحلو عبر التأثير على مستقبلات التذوق، مما يؤدي إلى تقليل استهلاك السكريات الغذائية. إضافة إلى ذلك، تشير بعض الدراسات إلى دورها في تحسين استقلاب الدهون، مما يساعد في تقليل المضاعفات المرتبطة بالسكري [4].

ذ-اثارها الجانبية:

يُعد نبات جيمنيما (***Gymnema sylvestre***) من النباتات الطبية التي تمتلك خصائص واعدة في تنظيم مستوى السكر في الدم، إلا أن استخدامه ليس خاليًا من الآثار الجانبية. تشير الدراسة إلى أن أغلب هذه التأثيرات تكون خفيفة إلى متوسطة وتظهر غالبًا عند تناول جرعات مرتفعة أو عند الاستعمال غير المنتظم. من أبرزها الاضطرابات الهضمية مثل الغثيان، الشعور بعدم الارتياح في المعدة، الانتفاخ أو الإسهال، وهي أعراض قد ترتبط بتأثير المركبات النباتية النشطة على الجهاز الهضمي. كما قد يؤدي الجيمنيما إلى انخفاض مفرط في سكر الدم (**hypoglycemia**)، وهو أثر مهم سريريًا خاصة عند دمجه مع أدوية خافضة للسكر، مما قد يزيد من خطر حدوث دوخة، تعب، أو تعرق نتيجة هبوط السكر. وتشير المراجعة أيضًا إلى أن البيانات المتعلقة بالسلامة طويلة المدى ما تزال محدودة، ولم يتم بعد تحديد تأثيراته بشكل كامل عند الاستخدام المزمن، خاصة على الكبد أو التفاعلات الدوائية المحتملة. لذلك توصي الدراسة بالحذر عند استعماله، خصوصًا لدى مرضى السكري أو الأشخاص الذين يتناولون أدوية متعددة، مع ضرورة مراقبة مستوى السكر لتجنب أي مضاعفات محتملة [8].

الشكل 2.6: صورة نبات الجيمنيما

4-4-البرباريس (*Berberis*):

أ-الوصف المورفولوجي لثمار *Berberis*:

تتميّز ثمار جنس ***Berberis*** بكونها ثمارًا لحمية من نوع العِنبة (**Berry**)، وهي من الخصائص المورفولوجية المميزة لهذا الجنس ضمن الفصيلة البرباريسية (**Berberidaceae**). تكون الثمار غالبًا صغيرة الحجم، ممدودة أو بيضوية الشكل، وقد تميل في بعض الأنواع إلى الشكل شبه الكروي.

يتراوح طول الثمار عادة بين بضعة مليمترات إلى حوالي سنتيمتر واحد، حسب النوع، وتتميّز بسطح أملس ولامع. يتدرج لونها خلال مراحل النضج من الأخضر إلى الأحمر القاني أو الأرجواني الداكن عند اكتمال النضج.

تحتوي الثمرة على عدد محدود من البذور (عادة 1–3 بذور)، تكون مغمورة داخل لب عصيري. كما تُظهر الثمار تباينًا مورفولوجيًا ملحوظًا من حيث الحجم والشكل واللون، وهي صفات تُستغل في الدراسات التصنيفية للتمييز بين الأنواع المختلفة داخل الجنس.

تنمو الثمار عادة في عناقيد صغيرة ناتجة عن النورات الزهرية، وتُعد من الأجزاء المهمة في التعرف على النبات، إضافةً إلى أهميتها البيئية والغذائية [9].

ب-التصنيف النظامي:

تم تصنيف النوع النباتي في نظام النباتي على النحو التالي الجدول (4):

الجدول (4): التصنيف النظامي لنبات البرباريس [10].

TAXONOMIC RANK	THE NAME	الاسم	المرتبة التصنيفية
Kingdom	**Plantae**	النباتات	المملكة
Phylum	**Tracheophyta**	حقيقيات الأوراق نباتات وعائية	الشعبة
Class	**Magnoliopsidales**	ثنائيات الفلقة	الطائفة
Order	**Ranunculales**	حوذانيات	الرتبة
Family	**Berberidaceae**	العائلة البربرية	الفصيلة
Genus	**Berberis L**	بربريس	الجنس

ج-التركيبة الكيمائية:

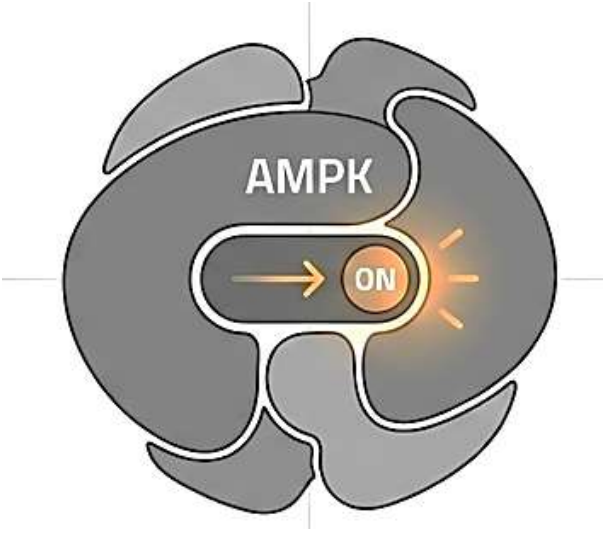
تتميز نباتات البرباريس بوجود البربرين كمركب أساسي فعال، إلى جانب مجموعة من الألكالويدات الإيزوكينولينية والفينولات والفلافونويدات. ويعد البربرين من أهم المركبات ذات التأثير القوي في خفض سكر الدم وتحسين حساسية الإنسولين [4].

د-الية تأثيره:

يُعد البربرين المركب الأساسي الفعال في البرباريس، وهو من أقوى المركبات الطبيعية المضادة للسكري، يعمل البربرين بشكل رئيسي عبر تنشيط إنزيم **AMPK**، الذي يُعتبر "مفتاح الطاقة الخلوية"، حيث ينظم امتصاص واستهلاك الغلوكوز في الكبد والعضلات.

كما يؤدي إلى تقليل إنتاج الغلوكوز الكبدي (**Hepatic gluconeogenesis**)، مما يساهم بشكل مباشر في خفض مستوى السكر الصائم.

بالإضافة إلى ذلك، يحسن البربرين من حساسية الإنسولين في الأنسجة الطرفية، مما يعزز دخول الغلوكوز إلى الخلايا.



الشكل 2.7: الية تأثير ثمار البرباريس

كما يمتلك تأثيرًا مثبطًا قويًا على إنزيمات **α-amylase** و**α-glucosidase**، مما يؤدي إلى إبطاء هضم الكربوهيدرات وتقليل ارتفاع السكر بعد الوجبات.

وأخيرًا، يساهم في تقليل الالتهابات والإجهاد التأكسدي، مما يحسن من الوظيفة العامة للتمثيل الغذائي [4].

ذ-الآثار الجانبية لنبات البرباريس (*Berberis / Berberine*)

يعتبر مركب البربرين (***Berberine***)، وهو القلوي الرئيسي المستخلص من نبات البرباريس، فعالاً في إدارة سكر الدم من النوع الثاني، إلا أن استخدامه السريري قد يصاحبه بعض الآثار الجانبية التي

تتركز غالباً في الجهاز الهضمي. وتتمثل هذه الأعراض في الإمساك، أو الإسهال، أو انتفاخ البطن، وهي أعراض غالباً ما تكون طفيفة وتتلاشى مع تعديل الجرعة. ومن الناحية الاستقلابية، يجب توخي الحذر عند دمج البربرين مع أدوية أخرى، نظراً لقدرته على تثبيط بعض إنزيمات الكبد (مثل **CYP3A4**)، مما قد يرفع من مستويات الأدوية الأخرى في الدم. كما يُمنع استخدامه لدى المواليد والنساء الحوامل لتجنب خطر الإصابة باليرقان (**Kernicterus**) الناتج عن إزاحة البيليروبين[11].

الشكل 2.8: صورة ثمار البرباريس

5-4-التوت الغوجي (*Lycium barbarum L*.):

أ-الوصف المورفولوجي لثمار التوت الغوجي (*Lycium barbarum L*.):

تُعد ثمار توت الغوجي عنبات (**Berries**) ثنائية الحجرات، وتظهر تباينًا مورفولوجياً ملحوظاً في الشكل والحجم خلال مراحل نضجها. وفقاً للدراسة، تتخذ الثمار أشكالاً هندسية تتراوح بين البيضاوي (**Oblong**) وهو الأكثر شيوعاً بنسبة 35%، والبيضي (**Ovoid**)، والمستدير، بالإضافة إلى أشكال أقل شيوعاً ذات قمة مسطحة أو مستطيلة. من الناحية الكمية، يبلغ متوسط طول الثمرة الناضجة حوالي 14.36 ملم وعرضها 9.76 ملم، بوزن متوسط يصل إلى 0.575 جرام عند النضج الكامل. يتغير لون الثمرة تدريجياً عبر أربع مراحل نضج (**S1-S4**) ليبدأ من الأخضر ويستقر عند الأحمر الزاهي أو البرتقالي المحمر. داخلياً، تحتوي الثمرة على بذور كلوية الشكل يتراوح عددها غالباً بين 4 إلى 20 بذرة لكل ثمرة، وتتميز بقطر يقارب 2 ملم ولون بني مائل للصفرة. وتشير الدراسة إلى أن الخصائص

المورفولوجية للثمار، وخاصة معامل الاستدارة (**Circularity**) ومعايير الشكل، تُعد واصفات ثابتة وراثياً ولا تتأثر بشكل كبير بالعوامل البيئية، مما يجعلها معايير أساسية في توصيف وتصنيف الأصناف المزروعة [12].

ب-التصنيف النظامي:

تم تصنيف النوع النباتي في نظام النباتي على النحو التالي الجدول (5):

الجدول (5): التصنيف النظامي لنبات التوت الغوجي [12].

TAXONOMIC RANK	THE NAME	الاسم	المرتبة التصنيفية
Kingdom	Plantae	النباتات	المملكة
Family	Solanaceae	الباذنجانية	العائلة (الفصيلة)
Genus	Lycium L	ليسيوم	الجنس
TYPE	Lycium barbarum L	ليسيوم باربارم	النوع

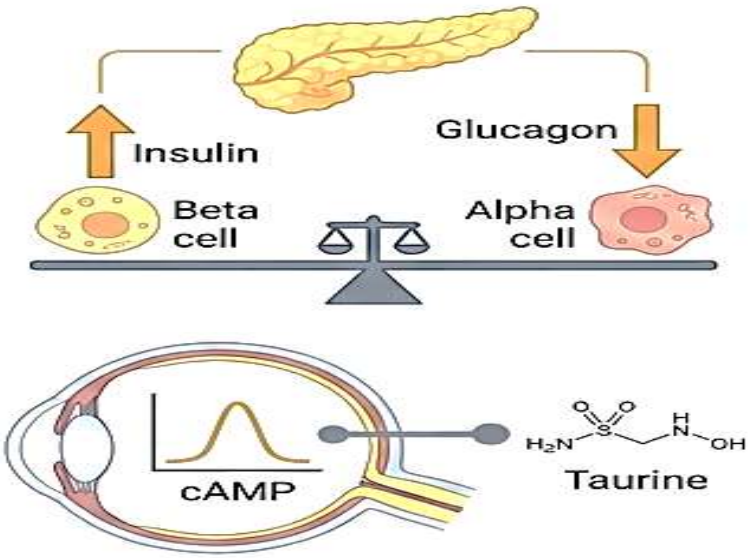
ج-التركيبة الكيميائية:

تُعد السكريات المتعددة (**Polysaccharides**) المستخلصة من نبات توت الغوجي (**Lycium barbarum**)، والمعروفة اختصاراً بـ (**LBPs**)، الفئة الأهم من المركبات الكيميائية التي تمتلك خصائص حيوية قوية مضادة لمرض السكري. وتعمل هذه المركبات، وتحديداً الأجزاء المنقاة منها مثل **LBP-X** و**LBP3b**، على خفض مستويات الجلوكوز في الدم من خلال آليات متعددة تشمل تحسين الحساسية للأنسولين، وتقليل امتصاص الجلوكوز في الأمعاء، وتحفيز إفراز الأنسولين من خلايا بيتا في البنكرياس، بالإضافة إلى تقليل إنتاج الغلوكاجون. وإلى جانب السكريات، توجد مركبات أخرى تدعم صحة مرضى السكري، مثل حمض التورين (**Taurine**) الذي يتواجد بتركيز عالٍ ويساهم في الوقاية

من اعتلال الشبكية السكري، والكاروتينات مثل الزياكسانثين **(Zeaxanthin)** التي تحمي الرؤية من الأضرار الناتجة عن ارتفاع السكر المزمن [13].

د-الية تأثيره:

تتجلى آلية التأثير المضادة للسكري لثمار توت الغوجي من خلال أدوار مركبة تلعبها مكوناتها الحيوية، وعلى رأسها السكريات المتعددة **(Polysaccharides)**، حيث تعمل هذه المركبات على تحفيز البنكرياس لزيادة إفراز الأنسولين من خلايا بيتا **(β-cells)**، وبالتوازي مع ذلك، تساهم في تثبيط إنتاج هرمون الغلوكاجون من خلايا ألفا **(α-cells)**، مما يحد من ارتفاع مستويات السكر. كما تبرز فاعلية هذه السكريات في تحسين حساسية الخلايا للأنسولين، مما يعزز قدرة الجسم على استهلاك الجلوكوز بكفاءة، علاوة على دورها في تقليل الامتصاص المعوي للجلوكوز، وهو ما يضمن استقرار مستوياته في الدم ومنع الطفرات المفاجئة بعد الوجبات.



الشكل 2.9: الية تأثير التوت الغوجي

ومن جانب آخر، يوفر النبات حماية عصبية ووقاية من مضاعفات المرض بفضل احتوائه على حمض التورين (**Taurine**)، الذي يعمل على حماية الشبكية من الاعتلال السكري عبر رفع مستويات الأدينوزين أحادي الفوسفات الدوري (**cAMP**) داخل خلاياها، مما يجعل من هذه الثمار منظومة متكاملة لدعم الأيض والحماية من آثار السكري المزمنة [13].

ذ-اثارها الجانبية:

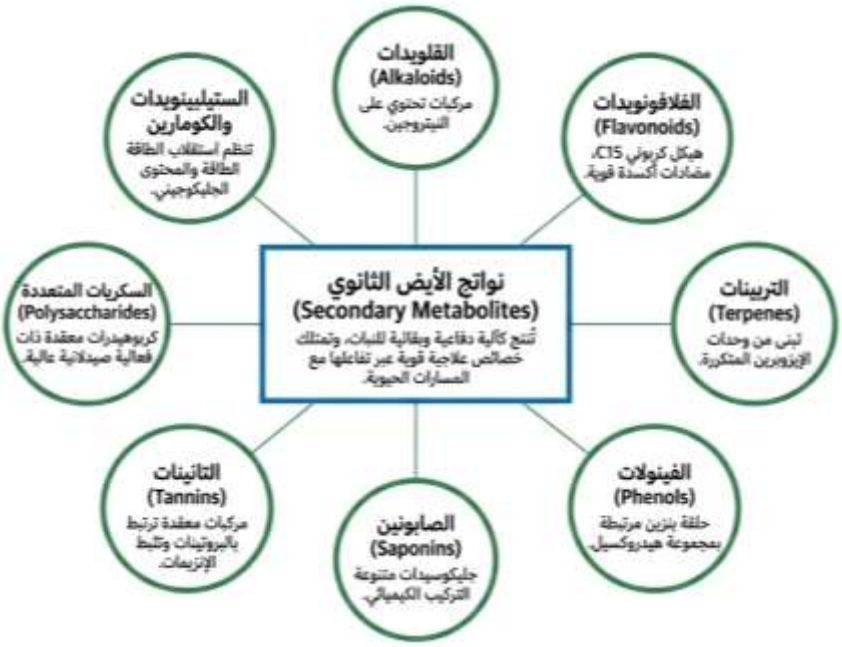
يُعدّ توت الغوجي (***Lycium barbarum***) من النباتات الطبية والغذائية التي تحظى باهتمام واسع نظرًا لاحتوائه على مركبات نشطة بيولوجيًا مثل البوليساكاريدات والكاروتينويدات والفلافونويدات، والتي ترتبط بتأثيراته المضادة للأكسدة والمضادة للسكري. وبالرغم من اعتباره آمنًا نسبيًا عند استهلاكه بكميات غذائية عادية، إلا أن الدراسات الحديثة تشير إلى إمكانية ظهور بعض الآثار الجانبية عند تناوله بجرعات مرتفعة أو على شكل مكملات غذائية مركزة. تشمل هذه الآثار اضطرابات هضمية خفيفة مثل الغثيان، آلام المعدة أو الإسهال، والتي قد تكون مرتبطة بزيادة التحسس المعوي لبعض مكوناته النشطة. كما تم الإبلاغ عن حالات تحسس نادرة تتمثل في طفح جلدي أو حكة لدى الأشخاص ذوي الحساسية النباتية.

ومن الناحية الدوائية، يُعد التداخل مع الأدوية من أهم الجوانب التي تستدعي الانتباه، حيث تشير تقارير سريرية إلى احتمال حدوث تفاعل بين توت الغوجي ومضادات التخثر مثل الوارفارين، مما قد يؤدي إلى زيادة خطر النزيف نتيجة تعزيز التأثير المضاد لتخثر الدم. كما يُحتمل أن يؤثر على استقلاب بعض الأدوية عبر إنزيمات الكبد، مما يستوجب الحذر لدى المرضى الذين يتناولون علاجات مزمنة أو متعددة. لذلك، يُوصى بالاستخدام المعتدل وتحت إشراف طبي خاصة في الفئات الحساسة أو المرضى الذين يعانون من أمراض مزمنة، وذلك لتفادي أي تأثيرات غير مرغوبة[14].

الشكل 2.10: صورة نبات التوت الغوجي

6-المحتوى الكيميائي والفعالية الحيوية (Phytochemistry and Bioactivity):

تُعزى الفعالية العلاجية للنباتات الطبية المضادة للسكري إلى محتواها الغني بنواتج الأيض الثانوي **(Secondary Metabolites)**. وتتميز هذه المركبات بتنوع بنيوي كيميائي يمنحها القدرة على التفاعل مع المسارات الحيوية في الجسم [15].



الشكل 2.11: نواتج الايض الثانوي

7-نواتج الايض الثانوي:

ا-تعريف نواتج الأيض الثانوي (Plant Secondary Metabolites)

تُعرف نواتج الأيض الثانوي بأنها مركبات عضوية تُنتجها الكائنات الحية (مثل النباتات، والحيوانات، والكائنات الدقيقة) والتي تمتلك أنشطة بيولوجية (**Bioactivities**) متنوعة ومحددة. وفي السياق النباتي، لا تُعد هذه المركبات ضرورية لعمليات النمو والتطور الأساسية للنبات، بل يتم تصنيعها كآلية دفاعية وبقائية لتعزيز قدرة النبات على التكيف والاستمرارية في بيئته [15].

ب-اصنافها:

القلويدات (Alkaloids): هي مجموعة شديدة التنوع من المركبات المحتوية على النيتروجين، وتنتشر بشكل محدود في المملكة النباتية (خاصة في كاسيات البذور). وتتميز بوجود ذرة نيتروجين واحدة أو أكثر، غالباً ما تكون ضمن حلقة غير متجانسة (**Heterocyclic ring**).

الفلافونويدات (Flavonoids): هي مركبات بوليفينولية واسعة الانتشار، تم تحديد حوالي 8000 مركب منها. تشترك جميعها في هيكل كربوني مكون من 15 ذرة (**C15 skeleton**)، وتصنف إلى ست مجموعات فرعية، وتلعب أدواراً جوهرية في نمو النبات ودفاعه.

التربينات (Terpenes/Terpenoids): هي نواتج أيض تُبنى من وحدات متكررة من "الإيزوبرين" (**Isoprene units**). وتتميز بتنوع بنيوي هائل وتصنف بناءً على عدد هذه الوحدات (أحادية، ثنائية، ثلاثية... إلخ).

الفينولات (Phenols): جزيئات طبيعية متعددة الاستخدامات، وتعتبر من أبسط المركبات الفينولية التي تمتلك تطبيقات علاجية واعدة، وتتميز بوجود حلقة بنزين مرتبطة بمجموعة هيدروكسيل واحدة أو أكثر.

الصابونين (Saponins): هي مركبات "جليكوسيدية" (تتكون من جزء سكري وجزء غير سكري)، ويؤدي تنوع تركيبها الكيميائي، خاصة عند الذرة **C-23** و**C-3**، إلى اختلاف نشاطها الحيوي في خفض سكر الدم.

التانينات (Tannins): مركبات بوليفينولية معقدة، تبرز كعوامل قوية مضادة للأكسدة وللسكري، وتمتاز بقدرتها على الارتباط بالبروتينات وترسيبها.

الكومارين (Coumarins): هي مركبات عطرية تنتمي كيميائياً إلى عائلة "البنزوبيرونات" **(Benzopyrones)**، وتوجد في العديد من النباتات الطبية.

الستيلبينويدات (Stilbenoids): هي مركبات دفاعية يتم إنتاجها "من جديد" **(de novo)** لحماية النبات من العدوى الفطرية، وتمتاز بهيكل كربوني من نوع **(C6-C3-C6)**.

العديد السكري (Polysaccharides): كربوهيدرات معقدة صالحة للأكل، تُستخلص من مصادر نباتية وفطرية متنوعة، وتعرف بفعاليتها الصيدلانية العالية وانخفاض سميتها.

الأنثوسيانين (Anthocyanins): هي أصباغ نباتية تنتمي لعائلة الفلافونيدات، وتعد مواداً فعالة بيولوجياً تستهدف المسارات الجزيئية المرتبطة باستقلاب الكربوهيدرات [15].

ج-آليات التأثير الجزيئية لأصناف نواتج الأيض الثانوي على داء السكري:

تتنوع آليات التأثير الحيوية لنواتج الأيض الثانوي بتنوع بنيتها الكيميائية، حيث يستهدف كل صنف مسارات محددة لتنظيم توازن الجلوكوز في الجسم:

القلويدات (Alkaloids): تعمل بشكل رئيسي كمثبطات قوية لإنزيمات الأمعاء (**alpha-amylase**\ و **alpha-glucosidase**\) مما يؤخر هضم الكربوهيدرات، بالإضافة إلى قدرتها على تثبيط إنزيم (**PTP1B**) الذي يعزز من حساسية مستقبلات الإنسولين.

الفلافونويدات (Flavonoids): تمتاز بتأثيرها المزدوج؛ فهي تحمي خلايا بيتا البنكرياسية من التلف الإجهادي بفضل خصائصها المضادة للأكسدة، وتعمل على المستوى الكبدي لتثبيط إنزيمات استحداث الجلوكوز (مثل **G6Pase**) وتحفيز نقل الجلوكوز عبر ناقلات (**GLUT4**).

التربينات (Terpenes): تؤثر بشكل مباشر على إفراز الإنسولين عبر تعديل نشاط قنوات البوتاسيوم الحساسة لـ **ATP** في البنكرياس، كما تعمل كمحاكيات للإنسولين (**Insulin mimetics**) لتنشيط مسارات نقل الإشارة الخلوية.

الصابونين (Saponins): تساهم في تقليل امتصاص الجلوكوز عبر تثبيط ناقلاته في الأمعاء (**SGLT-1**)، وتعمل في الكبد على زيادة نشاط إنزيم "بيروفات كينيز" الذي يعزز من أكسدة الجلوكوز واستهلاكه.

المركبات الفينولية (Phenolic Compounds): تركز فعاليتها على تحسين حساسية الإنسولين في الأنسجة الطرفية وزيادة إفراز هرمون "الأدي بونكتين"، مما يؤدي إلى خفض مقاومة الإنسولين بشكل ملحوظ.

الكومارين (Coumarins): تعمل على تنظيم المحتوى الجليكوجيني في الكبد وتحفيز التعبير الجيني لبروتينات (**GLUT2**)، مما يساعد في توازن مستويات السكر بين الدم والكبد.

الأنثوسيانين (Anthocyanins):

تعمل هذه الأصناف (وهي نوع من الفلافونويدات الملونة) على تقليل الإجهاد التأكسدي بشكل مكثف، وتساهم في تحسين حساسية الإنسولين عبر تنشيط مسارات (**AMPK**). كما أثبت قدرتها على تقليل الالتهابات المزمنة في الأنسجة الدهنية، مما يخفف من مقاومة الإنسولين.

الستيلبينويدات (**Stilbenoids**): تعمل كمنشطات لبروتين (**SIRT1**)، وهو بروتين يلعب دوراً مركزياً في تنظيم استقلاب الطاقة. يؤدي تنشيط هذا المسار إلى زيادة أكسدة الأحماض الدهنية وتحسين كفاءة الميتوكوندريا في حرق الجلوكوز.

التانينات أو العفص (Tannins):

تعمل بشكل أساسي في الجهاز الهضمي؛ حيث ترتبط بالبروتينات والإنزيمات الهاضمة (مثل ألفا–أميلاز) فتعطل عملها، مما يقلل بشكل كبير من كمية السكريات الممتصة من الوجبات. كما تمتلك خصائص تحمي خلايا بيتا من الموت المبرمج.

السكريات المتعددة (Polysaccharides):

بالإضافة إلى دورها في تأخير امتصاص الجلوكوز عبر زيادة لزوجة المحتوى المعوي، تعزز من نمو البكتيريا النافعة (**Probiotics**) في الأمعاء، والتي بدورها تنتج أحماضاً دهنية قصيرة السلسلة تحسن من توازن الجلوكوز الكلي.

الأحماض الفينولية (Phenolic Acids):

تعمل مركبات مثل **(Caffeic acid)** و **(Chlorogenic acid)** على تقليل إنتاج الجلوكوز في الكبد عن طريق تثبيط إنزيم **(Glucose-6-phosphatase)**، كما تزيد من التقاط الجلوكوز في العضلات الهيكلية.

الستيرويدات النباتية (Phytosterols):

تساهم في تنظيم مستويات الدهون المرتبطة بالسكري، وتعمل على تحسين إشارات الإنسولين داخل الخلايا الكبدية، مما يقلل من تراكم الدهون الذي يفاقم مرض السكري [15].

6-عرض اهم النباتات المضادة لداء السكري المدروسة سابقا:

الاسم العلمي للنبات	الفصيلة النباتية	الاسم المحلي الجزائري	الجزء المستخدم	طريقة التحضير التقليدية	الاستخدامات التقليدية الأخرى	النشاط الدوائي المثبت (Inferred)
Nigella sativa L.	**Ranunculaceae**	سانوج**(Sanouj)** ، حبة سوداء **(Habba sawda)**	بذور	مسحوق، مغلي، نقع **(Powder, Decoction, Infusion)**	مضاد للأكسدة، خافض للضغط، علاج أمراض الجهاز التنفسي	أظهر المستخلص الميثانولي للبذور والزيت التجاري انخفاضاً ملحوظاً في سكر الدم بنسبة 73% بعد 25 يوماً من العلاج.
Anabasis articulata (Forssk.) Moq.	**Amaranthaceae**	بغويل**(Baguel)** ، ارجم **(Arjem)**	الأجزاء الهوائية، الأوراق	مغلي**(Decoction)**	الأمراض الجلدية مثل الأكزيما، الحكة، الحمى، الصداع، القمل	أظهرت الدراسات أن مستخلصه المائي والسابونين يقللان من نسبة السكر في الدم بنسبة تصل إلى 74% في الفئران المصابة بالسكري.
Anacyclus pyrethrum (L.) Lag.	**Asteraceae**	تاغندست **(Tagandass)**	جذور، أوراق	مغلي، نقع **(Decoction, Infusion)**	حماية الكبد، تحفيز المناعة، مضاد للميكروبات، مضاد للالتهابات	أدى مستخلص الجذور المائي إلى خفض سكر الدم بنسبة 62% وتحسين تركيز الأنسولين في الجرذان المصابة بالسكري.

Atriplex halimus L.	**Amaranthaceae**	قطف**(Gtaf)**	أوراق	مغلي، نقع **(Decoction, Infusion)**	الروماتيزم، تضخم الغدة الدرقية، الكوليسترول، أكياس المبيض، فقر الدم	أدى المستخلص المائي للأوراق إلى خفض سكر الدم بنسبة 54% في الفئران المصابة بالسكري خلال 30 يوماً.
Trigonella foenum-graecum L.	**Fabaceae**	حلبة**(Helba)**	البذور، الأجزاء الهوائية	مغلي، نقع، مسحوق **(Decoction, Maceration, Powder)**	مقوي، منشط، تنقية الدم، خفقان القلب، آلام المعدة، تساقط الشعر، تعزيز الحليب للمرضعات	أثبتت الدراسات قدرته على خفض مستويات السكر والأنسولين ومقاومة الأنسولين في نماذج الفئران المصابة بالسكري من النوع الثاني.
Centaurium erythraea Rafn	**Gentianaceae**	مرارة الحنش **(Mrart el hench)**	الأجزاء الهوائية	نقع، مغلي **(Infusion, Decoction)**	واقي للمعدة، مضاد للقرحة، مضاد للأكسدة، مضاد للالتهابات، مدر للبول، خفض ضغط الدم	أثبتت الدراسات المخبرية فعاليته في خفض سكر الدم وتقليل مقاومة الأنسولين وتقليل تراكم الدهون في الكبد.
Artemisia herba-alba Asso	**Asteraceae**	شيح**(Chih)**	الأجزاء الهوائية، الأوراق، الأزهار، السيقان	مغلي، نقع، مسحوق، مضغ **(Decoction, Infusion, Powder)**	مضاد للتشنج، طارد للديدان، آلام البطن، الأكزيما، آلام الثدي، السعال	أثبتت الدراسات أن المستخلص الهيدروكحولي يقلل بشكل ملحوظ من سكر الدم والدهون الثلاثية ومقاومة الأنسولين.

Marrubium vulgare L.	**Lamiaceae**	مريوت **(Mariwat)** ، تمريوت **(Temeriout)**	الأوراق، الأجزاء الهوائية، الأزهار	نقع، مسحوق، مغلي **(Infusion, Powder, Decoction)**	اضطرابات الجهاز الهضمي، مسكن لآلام الأسنان، مدر للطمث، مضاد للالتهابات، خافض للضغط	أظهرت الدراسات المخبرية تأثيراً خافضاً للسكر يعتمد على الجرعة، كما يساهم في زيادة محتوى الجليكوجين في الكبد والعضلات.
Citrullus colocynthis (L.) Schrad.	**Cucurbitaceae**	الحنظل **(Handal)** ، حدج **(Hadej)**	الثمار، البذور، الأجزاء الهوائية	نقع، مغلي، دهان، حمام للقدمين **(Infusion, Decoction, Ointment)**	آلام الروماتيزم، مدر للبول، اليرقان، الأكزيما، لدغة العقرب، الأمراض الجلدية	أكدت الدراسات قدرة مستخلص البذور على تجديد خلايا بيتا في البنكرياس وتحسين مستويات السكر في الدم بشكل ملحوظ.
Ajuga iva (L.) Schreb.	**Lamiaceae**	شندقورة **(Chendgoura)**، توتولبة **(Toutoulba)**	رؤوس مزهرة، أوراق، نبات كامل	مغلي، مسحوق **(Decoction, Powder)**	مضاد للالتهابات، مضاد للفطريات، مدر للبول، خافض للدهون، اضطرابات الجهاز الهضمي	أظهرت الدراسات أن المستخلص المائي للأجزاء الهوائية يقلل من جلوكوز الدم والدهون الثلاثية والكوليسترول الكلي.
Olea europaea L.	**Oleaceae**	زيتون **(Zitoun)** ، زبوج **(Zebouj)**	الأوراق، الثمار، البذور	مغلي، نقع، زيت **(Decoction, Infusion, Oil)**	خافض لضغط الدم، أمراض اللثة، مدر للبول، أمراض القلب والأوعية الدموية، علاج الجلد	تثبط مستخلصات الزيتون إنزيمات ألفا–أميليز وألفا–جلوكوزيداز، مما يقلل من امتصاص الجلوكوز

						ويحسن الاستجابة السكرية.
Pistacia lentiscus L.	**Anacardiaceae**	ضرو **(Drou)**	أوراق	مغلي **(Decoction)**	علاج الحروق، أمراض الجلد، التهاب الحلق، مضاد للميكروبات والأكسدة	أظهر المستخلص الميثانولي للأوراق تأثيراً خافضاً للسكر بنسبة 36% وزيادة في تركيز الأنسولين في الفئران المخبرية.
Anvillea radiata Coss. & Durieu	**Asteraceae**	نقود الحور **(Ngoud L'hoor)**، خرف **(Horf)**	الأجزاء الهوائية، ثمار، سيقان	نقع، استهلاك مباشر **(Infusion, Consumption)**	أمراض المعدة والكبد، رعاية ما بعد الولادة، منشط، مضاد للالتهابات	أظهرت المستخلصات المائية والبيوتانولية تأثيراً خافضاً للسكر والدهون وحماية لخلايا بيتا في البنكرياس.
Globularia alypum L.	**Plantaginaceae**	تصلغة **(Tasselgha)**، شيبرة **(Chebra)**	الأجزاء الهوائية، أوراق، رؤوس مزهرة	مغلي، نقع، كمادات **(Decoction, Infusion, Cataplasm)**	الإمساك، الحمى، اضطرابات الجهاز الهضمي، الأكزيما، تنقية الدم	مستخدم بكثرة في الطب التقليدي الجزائري كخافض للسكر، وأكدت الدراسات دوره في تثبيط الإنزيمات الهاضمة للسكريات.
Salsola baryosma (Schult.) Dandy	**Amaranthaceae**	غير مذكور في المصدر **(Not in source)**	الأجزاء الهوائية	مستخلص فينولي **(Phenolic extract)**	غير مذكور في المصدر	أظهرت الدراسات المخبرية **(In vitro)** تثبيطاً قوياً لإنزيمات ألفا–جلوكوزيداز وألفا–أميليز

						المسؤولة عن تحلل السكريات.
Helianthemum kahiricum Delile	**Cistaceae**	غير مذكور في المصدر **(Not in source)**	الأجزاء الهوائية	مستخلص فينولي **(Phenolic extract)**	غير مذكور في المصدر	أثبتت الدراسات المخبرية فعاليته في تثطبيط إنزيمات ألفا–أميليز وألفا–جلوكوزيداز بشكل ملحوظ.
Aerva javanica (Burm.f.) Juss. ex Schult.	**Amaranthaceae**	مخميلة **(Makhmila)**	الأجزاء الهوائية	مغلي**(Decoction)**	السعال، الصداع، أمراض الكلى، حصى الكلى، آلام البطن، اليرقان	يحتوي على مركبات كيميائية قد تساهم في خفض السكر، ولكن الأدلة المخبرية المباشرة محدودة مقارنة بالأنواع الأخرى.

يمثل الجدول المراجعة الخاص بالنباتات الطبية الجزائرية حصيلة هامة وشاملة للاستخدامات الشعبية (الإثنوفارماكولوجية) في علاج مرض السكري. وتحليلياً مفصلاً لأهم ما يمكن استخلاصه من هذا الجدول:

1. تنوع نباتي هائل يعكس الغنى الطبيعي **:**يوثق الجدول استخدام **171**نوعاً نباتياً تنتمي إلى 58 فصيلة مختلفة، مما يعكس الثراء الكبير للغطاء النباتي في الجزائر والتنوع المناخي الواسع بين مناطق الشمال، وجبال الأطلس، والصحراء في الجنوب.

2. هيمنة فصائل نباتية محددة **:**هناك أربع فصائل رئيسية تستحوذ على أغلب الوصفات التقليدية المستخدمة، وهي:

- الفصيلة الشفوية **(Lamiaceae)** بنسبة 27.36% (مثل الجعدة والمريمية).
- الفصيلة النجمية **(Asteraceae)** بنسبة 26.76% (مثل الشيح).
- الفصيلة الخيمية **(Apiaceae)** بنسبة 12.77**%.**
- الفصيلة البقولية **(Fabaceae)** بنسبة 11.06% (مثل الحلبة).

3. النباتات الأكثر شعبية واعتماداً لدى المرضى**:** رغم تنوع القائمة، تبرز مجموعة من النباتات كخيارات مفضلة وأكثر شيوعاً بين المرضى والمعالجين التقليديين، وعلى رأسها: الحلبة **(Trigonella foenum-graecum)**، الحنظل **(Citrullus colocynthis)**، الشيح-**(Artemisia herba alba)**، القرمل/القرنفل**(Zygophyllum album)** ، الجعدة**(Ajuga iva)** ، والمريمية **(Salvia officinalis).** كما كشف الجدول عن استخدام بعض النباتات في علاج السكري لأول مرة ولم تكن موثقة سابقاً.

4. مشكلة السمية وخطورة بعض الممارسات الشعبية **:**من أهم الملاحظات النقدية المستخلصة من الجداول هو لجوء بعض المرضى لاستخدام نباتات معروفة بسميتها الشديدة؛ مثل: الدفلى **(Nerium oleander)**، الخروع**(Ricinus communis)** ، بوفاس**(Thapsia garganica)** ، وبزرة الفجل **(Aristolochia longa).**وقد يعود ذلك إما لجهل المرضى بخطورة هذه النباتات أو لاكتفائهم باستخدامها بجرعات منخفضة جداً، مما يؤكد أن "العلاج الطبيعي" لا يعني بالضرورة أنه "آمن**."**

5. فجوة كبيرة بين الطب الشعبي والبحث العلمي **:**يوضح الجدول والمراجعة المرافقة له ضعفاً منهجياً كبيراً في تقييم هذه النباتات علمياً**:**

- غياب الدراسات السريرية **:**لم يتم العثور على أي دراسة سريرية (مطبقة على البشر) تؤكد فعالية هذه النباتات في الجزائر.
- قصور الدراسات الحيوانية **:**معظم الدراسات الدوائية المتوفرة (الجدول الثاني) هي دراسات قصيرة الأمد (من 10 إلى 21 يوماً) وتمت على عينات صغيرة من الحيوانات.
- استخدام نماذج غير دقيقة **:**اعتمدت أغلب الدراسات المخبرية على نماذج حيوانية تم تدمير خلايا البنكرياس لديها كيميائياً (باستخدام الألوكسان أو الستربتوزوتوسين)، وهي نماذج تحاكي السكري من النوع الأول)غياب الأنسولين)، بينما المرضى الذين يتناولون هذه النباتات يعانون غالباً من السكري من النوع الثاني)الذي يتميز بمقاومة الأنسولين)، مما يجعل النتائج غير قابلة للتطبيق بشكل دقيق على البشر.

6. الحاجة إلى فهم آليات العمل: تقتصر أغلب الدراسات المخبرية الحالية (في المختبر) على فحص قدرة المستخلصات النباتية على تثبيط إنزيمات هضم الكربوهيدرات (مثل **α−amylase** و **α−glucosidase**)، في حين تفتقر الأبحاث لتحديد "المركبات النشطة" بدقة واستكشاف آليات عملها

الدقيقة داخل الجسم، حيث يميل الباحثون لاقتراح فرضيات بناءً على الأدبيات بدلاً من اختبار المادة الفعالة فعلياً.

خلاصة هذا الجدول يمثل قاعدة بيانات تراثية قيمة توثق مدى تمسك المجتمع الجزائري بالتداوي بالأعشاب، ولكنه في نفس الوقت يُعد "جرس إنذار" يطالب بتوجيه الجهود العلمية لفحص سمّية هذه الأعشاب، وتحديد الجرعات الآمنة منها، وإجراء تجارب سريرية منهجية قبل التوصية باستخدامها أو تحويل الواعد منها إلى أدوية معتمدة [16].

مراجع الفصل الثاني:

[1] Chahrour, J. A., Abdel Baki, Z., El Badan, D., Nasser, G., Maresca, M., & Hijazi, A. (2025). Herbal medicines in the management of diabetes mellitus: Plants, bioactive compounds, and mechanisms of action. Biomolecules, 15(12), 1674.

[2] Fakhrozi, N. F., Mohd Jofrry, S., Ming, L. C., & Choo, C. Y. (2026). Mechanisms of antidiabetic effects of medicinal plants: A systematic review. Current Traditional Medicine, 12, e22150838239961.

[3] Elhrech, H., Aguerd, O., El Kourchi, C., Gallo, M., Naviglio, D., Chamkhi, I., & Bouyahya, A. (2024). Comprehensive Review of Olea europaea: A Holistic Exploration into Its Botanical Marvels, Phytochemical Riches, Therapeutic Potentials, and Safety Profile. Biomolecules, 14(6), 722.

[4] Saad, B., Kmail, A., & Haq, S. Z. H. (2022). Anti-diabesity Middle Eastern medicinal plants and their action mechanisms. Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine, 2022, Article 2276094.

[5] Leach, M. J., & Breakspear, I. (2025). Efficacy and safety of olive leaf extract (Olea europaea L.) for glycaemic control in adults with type 2 diabetes mellitus (ESOLED): A pilot randomised controlled trial. Complementary Therapies in Clinical Practice, 59, 101949.

[6] Fares, N., Abdallah, L., & Boucelha, C. (2025). Evaluation of the toxicity of a Bioinsecticide Formulation based on Essential Oils of Artemisia Absinthium L. and Artemisia Herba Alba on the Beetle Pest "Tribolium Castaneum" [Master’s dissertation, University of Blida 1].

[7] Batiha, G. E. S., Olatunde, A., El-Mleeh, A., Hetta, H. F., Al-Rejaie, S., Alghamdi, S., Zahoor, M., Beshbishy, A. M., Murata, T., Zaragoza-Bastida, A., & Rivero-Perez, N. (2020). Bioactive compounds, pharmacological actions, and pharmacokinetics of wormwood (Artemisia absinthium). Antibiotics, 9(6), 353.

[8] Khan, F., Sarker, M. M. R., Ming, L. C., Mohamed, I. N., Zhao, C., Sheikh, B. Y., Tsong, H. F., & Rashid, M. A. (2019). Comprehensive review on phytochemicals, pharmacological and clinical potentials of Gymnema sylvestre. Frontiers in Pharmacology, 10, 1223.

[9] Yaman, M., Sun, M., Sümbül, A., Demirel, F., Tunç, Y., Khadivi, A., & Yılmaz, K. U. (2024). Multivariate analysis of morphological variation, biochemical content, antioxidant activity, and molecular characteristics of autochthonous Berberis crataegina DC. genotypes in Central Türkiye. BMC Plant Biology, 24(1), 1155.

[10] Li, Y. K., Harber, J., Peng, C., Du, Z. Q., Xing, Y. W., & Yu, C. C. (2022). Taxonomic synopsis of Berberis (Berberidaceae) from the northern Hengduan Mountains region in China, with descriptions of seven new species. Plant Diversity, 44(6), 505–517.

[11] Ye, Y., Liu, X., Wu, N., Han, Y., Wang, J., Yu, Y., & Chen, Q. (2021). Efficacy and safety of berberine alone for several metabolic disorders: A systematic review and meta-analysis of randomized clinical trials. Frontiers in Pharmacology, 12, 653887.

[12] Poggioni, L., Cantini, C., Cai, G., Romi, M., & Piccini, C. (2025). Identification of morphological and phenological traits for the characterization of cultivated Lycium barbarum L. plants. South African Journal of Botany, 186, 380-390.

[13] Noreen, S., Niazi, M. K., Arshad, M. T., Ikram, A., & Gnedeka, K. T. (2025). Goji berries: A review of their bioactive components and health-promoting properties. International Journal of Food Science and Technology, 60(2).

[14] Zhang, J., Tian, L., & Xie, B. (2015). Bleeding due to a probable interaction between warfarin and Gouqizi (Lycium Barbarum L.). Toxicology Reports, 2, 1209-1212.

[15] Shehadeh, M. B., Suaifan, G. A. R. Y., & Abu-Odeh, A. M. (2021). Plants secondary metabolites as blood glucose-lowering molecules. Molecules, 26(14), 4333.

[16] Hamza N, Berke B, Umar A, Cheze C, Gin H, Moore N. A review of Algerian medicinal plants used in the treatment of diabetes. J Ethnopharmacol. 2019;238:111841.

الجزء التطبيقي

الفصل الثالث: المواد وطرق العمل

1-المواد وطرق العمل (Matériels et Méthodes)

1. الكواشف والمذيبات الكيميائية

جُميع المواد الكيميائية المستعملة ذات درجة نقاء تحليلية، وشملت:

- إيثانول**(Ethanol)**
- أسيتون**(Acetone)**
- حمض الأسيتيك**(Acetic acid)**
- كاشف فولين-سيوكالتو**(Folin–Ciocalteu reagent)**
- حمض الغاليك **(Gallic acid)** القياسي
- كربونات الصوديوم**(Na_2CO_3)**
- ثلاثي كلوريد الألومنيوم**($AlCl_3$)**
- الكيرسيتين **(Quercetin)** القياسي

2. الأدوات والزجاجيات

- مقص، أكياس ورقية، قطعة قماش
- مطحنة تقليدية، مطحنة كهربائية
- بيشر (كأس زجاجي)، دوارق زجاجية**(Erlenmeyer)**
- قمع زجاجي، ورق ترشيح
- أنابيب اختبار، حاملة أنابيب
- ماصات دقيقة (ميكروبيبيت)
- قوارير تخزين محكمة الإغلاق

3. الأجهزة العلمية

- ميزان حساس **(0.0001)**.
- جهاز المبخر الدوار **(Rotary Evaporator)**
- مضخة تفريغ
- جهاز الامواج فوق الصوتية.
- جهاز مطيافية الاشعة تحت الحمراء **(FTIR-ATR)**
- جهاز المطياف الضوئي للأشعة فوق البنفسجية والمرئية**(UV-Vis Spectrophotometer)**

2. المواد النباتية المدروسة (Matériel végétal)

شملت الدراسة خمسة أنواع من النباتات الطبية المختارة بناءً على فاعليتها البيولوجية واستخداماتها التقليدية في الجزائر، وهي:

- أوراق الزيتون (***Olea europaea L***.).
- أوراق الجيمنيما (***Gymnema sylvestre***).
- ثمار توت الغوجي (***Lycium barbarum***).
- ثمار البرباريس (***Berberis vulgaris***).
- الأجزاء الهوائية للشيح (***Artemisia herba-alba***).

3-تحضير المادة النباتية:

تم تحضير المواد النباتية قبل عملية الاستخلاص وفق خطوات مناسبة لكل نبات. تم شراء كل من نبات الجمينيما والاجزاء الهوائية للشيح وجُمعت أوراق الزيتون، ثم نُظفت وجُففت في درجة حرارة الغرفة بعيداً عن أشعة الشمس المباشرة، وبعد ذلك طُحنت وغُربلت للحصول على مسحوق نباتي

متجانس. أما ثمار توت الغوجي والبرباريس فقد تم تنظيفها وتقطيعها إلى أجزاء صغيرة ثم تجفيفها وتحضيرها مباشرة لعملية الاستخلاص.

الشكل 3.1: تجفيف أوراق الزيتون

الشكل 3.2: طحن وغربلة كل من أوراق الزيتون ونبات الشيح

2. بروتوكول الاستخلاص (Protocole d'extraction) [1].

2-1. الاستخلاص بالإيثانول (Extraction éthanolique):

استُخدم الإيثانول بتركيز (96%) كمذيب أساسي لاستخلاص المواد الفعالة من نباتات (الزيتون، الجمينيما، ثمار توت الغوجي، وثمار البرباريس).

تحضير العينات وكميات المذيب:

أوراق الزيتون والجمينيما: تم نقع 50 غ من مسحوق كل منهما في 500 مل من الإيثانول 96%.

ثمار توت الغوجي: تم نقع 50 غ من المسحوق في 500 مل من الإيثانول 96%، مع إضافة قطرات من حمض الأسيتيك **(Acetic Acid)** لتعزيز عملية الاستخلاص.

ثمار البرباريس: تم نقع 20 غ من المسحوق في 200 مل من الإيثانول 96%، مع إضافة قطرات من حمض الأسيتيك **(Acetic Acid)** أيضاً.

2.2 الاستخلاص بالأسيتون (للاجزاء الهوائية للشيح):

بالنسبة لنبات الشيح، نقع 20غ من مسحوق في 200 مل من الأسيتون كمذيب للاستخلاص، مع اتباع نفس الخطوات التقنية (التحريك، الأمواج فوق الصوتية، ثم النقع الساكن).

منقوع أوراق الزيتون | منقوع ثمار البرباريس وثمار التوت الغوجي

الشكل 3.3: عملية النقع

مراحل الاستخلاص:

التحريك الميكانيكي: خضعت العينات لتحريك سريع بمعدل 300 دورة في الدقيقة **(rpm)** لمدة 30 دقيقة.

الاستخلاص بالأمواج فوق الصوتية: نُقلت المخاليط إلى حمام الأمواج فوق الصوتية لمدة 20 دقيقة عند درجة حرارة 37 درجة مئوية.

النقع الساكن: تلت ذلك مرحلة نقع ساكن لمدة 24 ساعة في درجة حرارة الغرفة.

الشكل 3.4: منقوع نبات الشيح

3. الترشيح والتبخير

بعد انتهاء فترة النقع، تمت العمليات التالية للحصول على المستخلص الخام:

الترشيح تحت الفراغ: تم ترشيح المستخلصات باستخدام نظام الترشيح تحت الفراغ لضمان سرعة ونقاء العملية وفصل البقايا النباتية بدقة.

التركيز: تم تبخير المذيبات (الإيثانول/الأسيتون) باستخدام المبخر الدوار **(Rotary Evaporator)** عند درجة حرارة لا تتجاوز 40 درجة مئوية تحت ضغط منخفض، حتى الحصول على مستخلصات خام مركزة جُففت وحُفظت في درجة حرارة 4 مئوية لحين الاستخدام.

الشكل 3.5: ترشيح وتبخير منقوع أوراق الزيتون

الجدول 3.1: ملخص استخلاص النباتات المدروسة

النبات المدروس	وزن العينة (غ)	حجم المذيب (مل)	نوع المذيب	حمض الأسيتيك المضاف
أوراق الزيتون	**50**	**500**	إيثانول	لا
أوراق الجيمينميا	**50**	**500**	إيثانول	لا
توت الغوجي	50	**500**	إيثانول	نعم
ثمار البرباريس	**20**	**200**	إيثانول	نعم
الشيح	20	**200**	أسيتون	لا

4-التحليل الطيفي بالأشعة فوق البنفسجية والمرئية (Spectroscopie UV-Visible)

بعد الحصول على المستخلصات النباتية الخام لكل من (الزيتون، الشيح، الجيمينيما، البرباريس، وتوت الغوجي)، تم إخضاعها للتحليل الطيفي باستخدام تقنية الأشعة فوق البنفسجية والمرئية (**UV-Vis**)، وذلك بهدف الكشف الأولي عن المركبات الكيميائية وتحديد خصائص امتصاصها الطيفي.

4-1. مبدأ التقنية:

تعتمد هذه التقنية على قدرة الجزيئات العضوية، وخاصة تلك التي تحتوي على روابط مضاعفة مترافقة **(Conjugated double bonds)** أو حلقات عطريّة، على امتصاص الإشعاع الكهرومغناطيسي في مجال الأشعة فوق البنفسجية (200–400 **nm**) والمرئية (400–800 **nm**). يؤدي هذا الامتصاص إلى انتقال الإلكترونات من مستويات طاقة أدنى إلى مستويات طاقة أعلى، مما يسمح بتحديد وجود مجموعات "الكروموفور" المميزة للمركبات الثانوية.

4-2. تحضير العينات (Préparation des échantillons):

تم تحضير العينات الموجهة للمسح الطيفي وفق الخطوات التالية:

تم أخذ كمية صغيرة ومعلومة من كل مستخلص نباتي خام.

أذيبت العينات باستخدام الإيثانول بتركيز 96% كمذيب عضوي، لضمان ذوبان طيف واسع من المركبات الفعالة.

وضعت المحاليل المحضرة في خلايا القياس **(Cuves)** الخاصة بالجهاز والمصنوعة من الكوارتز لضمان نفاذية الأشعة.

تم استخدام الإيثانول (96%) كشاهد **(Blank)** لتصفير الجهاز قبل إجراء عملية القياس.

4-3. ظروف القياس:

تم تسجيل الأطياف تحت الظروف التجريبية التالية:

مجال المسح الطيفي: من 200 إلى 800 **nm** لتغطية المجالين فوق البنفسجي والمرئي.

المذيب المستعمل: الإيثانول 96%.

درجة الحرارة: درجة حرارة الغرفة (حوالي 25°C).

4-4. تحليل النتائج:

يسمح تحليل منحنيات الامتصاص الطيفية وتحديد أطوال الأمواج القصوى، بالاستدلال على طبيعة المركبات الموجودة في المستخلصات. حيث تشير القمم الظاهرة في المجال فوق البنفسجي غالباً إلى وجود الفينولات والفلافونويدات، بينما تساهم هذه النتائج في:

المقارنة الأولية بين المحتوى الكيميائي للنباتات الخمسة المدروسة.

تأكيد وجود الأنظمة العطرية والروابط المترافقة المميزة لنواتج الأيض الثانوي.

توفير قاعدة بيانات أولية لدعم نتائج التقدير الكمي والنشاط البيولوجي المضاد لداء السكري[2،3].

5-التحليل الطيفي بالأشعة تحت الحمراء (Analyse par Spectroscopie Infrarouge – FTIR-ATR)

بعد الحصول على المستخلصات النباتية الخام، تم إخضاعها للتحليل الطيفي باستخدام تقنية الأشعة تحت الحمراء ذات تحويل فوريه (**FTIR**)، وذلك بهدف تحديد المجموعات الوظيفية للمركبات الكيميائية الفعالة الموجودة في المستخلصات.

5-1. مبدأ التقنية:

تعتمد تقنية **FTIR** على امتصاص الجزيئات للأشعة تحت الحمراء عند أطوال موجية محددة، حيث يؤدي هذا الامتصاص إلى اهتزاز الروابط الكيميائية داخل الجزيء. ويُعد الطيف الناتج بمثابة "بصمة جزيئية" تُمكّن من التعرف على المجموعات الوظيفية المختلفة مثل:

- مجموعات الهيدروكسيل (**OH–**)

- الكربونيل (**C=O**)
- الروابط المزدوجة (**C=C**)
- الأمينات (**NH–**)

2-5 تحضير العينات (Préparation des échantillons):

تم تحضير العينات للتحليل الطيفي بالأشعة تحت الحمراء وفق الطريقة التالية:

تم أخذ كمية صغيرة جدًا من كل مستخلص نباتي بعد التجفيف. لم يتم إجراء أي معالجة كيميائية إضافية على العينات، وذلك للحفاظ على التركيب الطبيعي للمركبات الفعالة[4].

6-التقدير الكمي للفلافونويدات الكلية (Total Flavonoids Content)

تعتمد الطريقة المستخدمة لتقدير المحتوى الكمي للفلافونويدات على مبدأ التفاعل اللوني وتكوين معقدات مخلبية (**Chelation**) بين شوارد الألمونيوم Al^{3+} ومجموعات الهيدروكسيل الوظيفية المتواجدة في بنية الفلافونويدات.

6-1 مبدأ الطريقة:

يعتمد التفاعل بشكل أساسي على قدرة ثلاثي كلوريد الألمونيوم (**$AlCl_3$**) على تشكيل معقد مستقر أصفر اللون عند تفاعله مع مجموعة الكربونيل ومجموعة الهيدروكسيل الموجودة في الموقعين 3 أو 5 من بنية الفلافونويدات. كما يمكنه تشكيل معقدات غير مستقرة مع مجموعات الأورتو-هيدروكسيل (**Ortho-hydroxyl groups**) في الحلقة (**B**)، ويتميز هذا المعقد الناتج بمعامل امتصاص مرتفع عند أطوال موجية محددة.

6-2 تحضير المنحنى القياسي (Standard Curve):

لتقدير التركيز، يتم استخدام "الكرستين" **(Quercetin)** كمركب مرجعي **(Standard)**. يتم تحضير سلسلة من المحاليل القياسية بتركيزات تتراوح ما بين 0.002 و0.1 ملغ/مل.

يؤخذ حجم 0.5 مل من كل تركيز، ويضاف إليه 0.5 مل من محلول ثلاثي كلوريد الألمونيوم بتركيز 2%.

يتم مزج المكونات جيداً عن طريق الرج، ثم تُحفظ المحاليل في الظلام لمدة 30 دقيقة لضمان استقرار تفاعل تكوين المعقد.

6-3 القياس الطيفي:

يتم قياس الامتصاصية الضوئية للمحاليل باستخدام جهاز مطياف الأشعة فوق البنفسجية والمرئية **(UV-Vis Spectrophotometer)** عند طول موجة أقصى قدره**420 nm**. تُضبط صفرية الجهاز باستخدام "الإيثانول" كعينة شاهدة **(Blank)**.

6-4 تحضير العينات (Sample Preparation)

تتم عملية تحضير المستخلصات الموجهة للتقدير الكمي وفق الخطوات الإجرائية التالية:

تحضير المحاليل الأم **(Stock Solutions)**: يُحضر لكل مستخلص محلول أم بتركيز ابتدائي قدره2 **(mg/ml)**.

عملية التمديد **(Dilution)**: يتم تمديد المحاليل الأم للحصول على تراكيز نهائية لكل مستخلص قدرها: 1 **(mg\ ml)** و0.5**(mg /ml)**

بروتوكول التفاعل: يؤخذ حجم1**ml** من كل تركيز محضر، ويضاف إليه 1 **ml**من محلول ثلاثي كلوريد الألمونيوم **($AlCl_3$)**.

التحضين والقياس: تُرج الأنابيب جيداً لضمان التجانس وتُترك في الظلام لمدة 30 دقيقة لضمان استقرار المعقد الملون، ثم تُقاس الامتصاصية بواسطة جهاز **UV-Vis** عند الطول الموجي 420**nm**[5].

7 –التقدير الكمي للفينولات:

تعتمد الطريقة المستخدمة لتقدير المحتوى الفينولي الإجمالي على كاشف "فولين–سيوكالتو" **(Folin-Ciocalteu)**، وذلك وفقاً لمبدأ الأكسدة والاختزال في وسط قاعدي.

7–1مبدأ الطريقة:

يعتمد التفاعل على اختزال كاشف "فولين–سيوكالتو" (وهو خليط من حمض الفوسفوتنجستيك وحمض الفوسفوموليبديك) بواسطة المجموعات الهيدروكسيلية للمركبات الفينولية المتواجدة في المستخلص. يؤدي هذا التفاعل في وسط قاعدي إلى تشكل معقد ملون باللون الأزرق (**Tungsten-Molybdenum blue**)، حيث تتناسب شدة اللون طردياً مع تركيز الفينولات الكلية في العينة.

يتم قياس شدة الامتصاصية الضوئية لهذا المعقد باستخدام جهاز مطياف الأشعة فوق البنفسجية والمرئية **(UV-Vis)** عند طول موجة أقصى قدره **756 nm** .

7–2 تحضير المنحنى القياسي (Standard Curve):

لتقدير التركيز، يتم استخدام "حمض الغاليك" **(Gallic Acid)** كمركب مرجعي **(Standard)**.

يتم تحضير سلسلة من المحاليل القياسية بتركيزات تتراوح ما بين 0.03 و0.3 ملغ/مل.

يؤخذ حجم 0.1 مل من كل تركيز قياسي، ويضاف إليه 0.5 مل من كاشف "فولين–سيوكالتو" (الممدد بمعدل 10/1).

يُترك المزيج للتفاعل في الظلام لمدة 5 دقائق.

يُضاف للخليط 0.4 مل من محلول كربونات الصوديوم (**$Na_2 CO_3$**) بتركيز 7.5%.

يتم مزج المكونات جيداً عن طريق الرج، ثم تُحفظ المحاليل في الظلام لمدة 30 دقيقة لضمان استقرار وتطور المعقد الملون.

7-3 القياس الطيفي:

يتم قياس الامتصاصية الضوئية للمحاليل باستخدام جهاز مطياف الأشعة فوق البنفسجية والمرئية (**UV-Vis Spectrophotometer**) عند طول موجة أقصى قدره**756 nm** تُضبط صفرية الجهاز باستخدام محلول شاهد (**Blank**) يحتوي على كافة الكواشف بدون المركب المرجعي.

7-4 تحضير العينات (Sample Preparation)

تتم عملية تحضير المستخلصات وتقدير محتواها الفينولي وفق الخطوات الإجرائية التالية:

تحضير المحاليل الأم (**Stock Solutions**): يُحضر لكل مستخلص محلول أم بتركيز ابتدائي قدره 2 **mg/ml.**

عملية التمديد (**Dilution**): يتم تمديد المحاليل الأم باستخدام الإيثانول كمذيب للحصول على تراكيز فرعية قدرها: 1 **mg/ml** و 0.5 **mg/ml**، ثم تُعامل هذه العينات بنفس البروتوكول المتبع مع المحلول القياسي.

التقدير الكمي للمركبات الفينولية الكلية: تُحسب كمية الفينولات الكلية في المستخلصات استناداً إلى منحنى معايرة حمض الغاليك (**Gallic Acid**)، ويُعبر عن النتائج بـ "ملغ من حمض الغاليك المكافئ لكل غرام من المستخلص **mg GAE/g extract.**

الحسابات الرياضية: يتم استنتاج التراكيز من خلال تعويض قيم الامتصاصية المقاسة في معادلة الانحدار الخطي الناتجة عن المنحنى القياسي، والتي تأخذ الشكل التالي:

$$A=aC+b$$

حيث:

A: تمثل الامتصاصية المقاسة.

C: تمثل تركيز المركبات الفينولية

A: تمثل ميل المنحنى

B: تمثل نقطة التقاطع مع محور التراتيب [6].

8-تثبيط إنزيم ألفا أميلاز باستعمال طريقة Lugol's solution

8-1. مبدأ الاختبار (Principle of the Assay)

يعتمد اختبار تثبيط إنزيم **α-amylase** بطريقة **Lugol's solution** على تقييم قدرة المستخلصات النباتية على تثبيط نشاط إنزيم **α-amylase** المسؤول عن تحلل النشا إلى سكريات مختزلة مثل المالتوز. يتفاعل النشاء المتبقي مع كاشف **Lugol's solution** تحت تأثير الحرارة، مما يؤدي إلى تكوين لون بنفسجي. تتناسب شدة اللون المتشكل عكسيا مع كمية السكريات المختزلة المتحررة وبالتالي مع نشاط الإنزيم. في حالة وجود مركبات مثبطة للإنزيم داخل المستخلص النباتي، تنخفض كمية السكريات المتشكلة وتزيد نسبة النشاء المتبقي، مما يؤدي إلى ارتفاع شدة اللون والامتصاصية المقاسة عند طول موجي 540 نانومتر.

8-2 تحضير العينات والتراكيز (Preparation of Samples)

تم تحضير المحلول الأم للمستخلص النباتي بإذابة 100مغ من المستخلص في 5مل من الإيثانول للحصول على تركيز 20 مغ/مل. بعد ذلك تم تحضير سلسلة من التراكيز المختلفة (16، 13، 10، 7 4، 2، 1، 0.5 مغ/مل).

3-8 البروتوكول التجريبي (Experimental Procedure)

تم إجراء اختبار تثبيط ألفا-أميلاز وفقاً للمنهجية المتبعة في المختبر. أضيف إلى كل أنبوب اختبار 100 ميكرولتر من درئة الفوسفات الملحي **(Saline Phosphate Buffer)**، و100 ميكرولتر من المستخلص المخفف، و100 ميكرولتر من إنزيم ألفا-أميلاز. تم حضن الأنابيب عند درجة حرارة 37 مئوية لمدة 10 دقائق. بعد ذلك، أضيف 100 ميكرولتر من محلول النشا **(Starch solution)** وحضنت الأنابيب مجدداً عند 37 مئوية لمدة 30 دقيقة. لتوقيف التفاعل وتطوير اللون، أضيف 50 ميكرولتر من حمض الكلوريدريك **(HCl 1M)** و100 ميكرولتر من كاشف لوغول **(Lugol's solution)** و1 مل من الماء المقطر. قيست شدة الامتصاصية عند طول موجي 580 نانومتر باستخدام مطياف الضوء فوق البنفسجي والمرئي.**(UV-Vis Spectrophotometer)**

حُسبت نسبة التثبيط وفقاً للمعادلة **(I.5)** المذكورة في دراسة:**(Righi et al., 2024)**

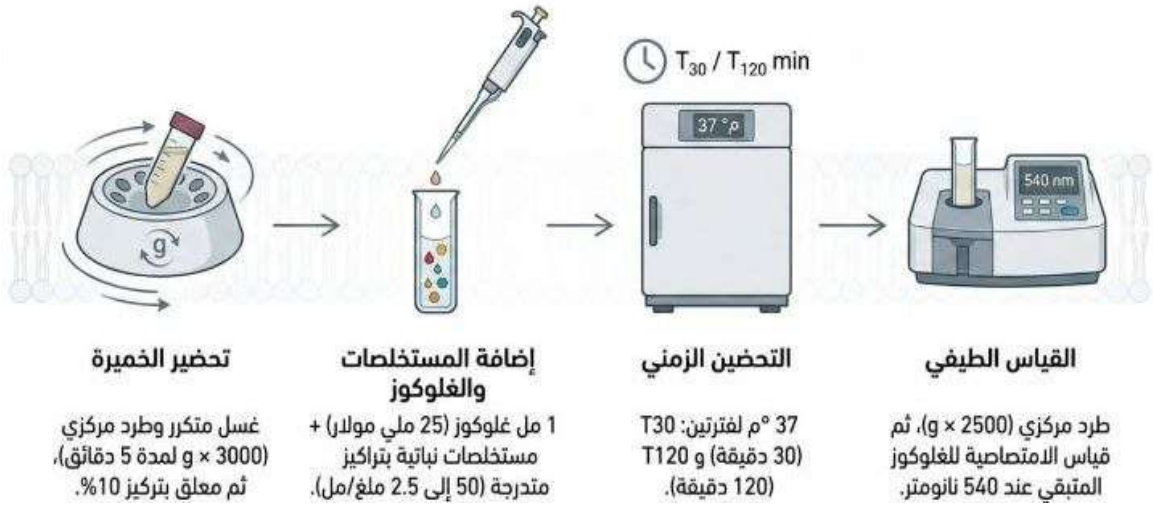
$$\mathbf{I\ (\%) = [(Abs\ Extract - Abs\ Control) / Abs\ Extract] * 100}$$

حيث بلغت قيمة امتصاصية الشاهد**0.198 (Abs Control)**

كما تم تحديد قيمة: $\mathbf{IC_{50}}$ من خلال رسم العلاقة البيانية بين تراكيز المستخلص المختلفة ونسبة التثبيط المقابلة لها، حيث تمثل قيمة $\mathbf{IC_{50}}$ القادر على تثبيط 50% من نشاط الإنزيم[7].

9-تقييم النشاط المضاد للسكري من خلال امتصاص الغلوكوز في خلايا الخميرة:

تم غسل خميرة **Saccharomyces cerevisiae** التجارية بواسطة الطرد المركزي المتكرر عند سرعة 3000 × **g** لمدة 5 دقائق باستخدام الماء المقطر، وذلك حتى أصبح الجزء الفوقي رائقًا. بعد ذلك، تم تحضير معلق خميري بتركيز 10% (حجم/حجم) في الماء المقطر.



الشكل 3.6: البروتوكول التجريبي لاختبار الخميرة

ولتقييم تأثير المستخلصات النباتية، أضيفت تراكيز مختلفة تتراوح بين **50** و**2.5** ملغ/مل من التوت الغوجي والبرباريس والشيح واورق الزيتون وجيمنيما إلى 1 مل من محلول الغلوكوز بتركيز 25 ملي مولار (ما يعادل 4.5039 غ/لتر). ثم حُضنت الخلائط مسبقًا عند 37 °م لمدة 10 دقائق.

بدأ التفاعل الإنزيمي بإضافة 100 ميكرو لتر من معلق الخميرة المحضر حديثًا إلى المحاليل المحتوية على الغلوكوز. بعد ذلك، خُلِطت العينات باستعمال جهاز **Vortex** لفترة قصيرة، ثم حُضنت عند 37 °م لفترتين زمنيتين محددتين: 30 دقيقة (**T_{30}**) و120 دقيقة (**T_{120}**).

بعد انتهاء فترة التحضين، خضعت العينات للطرد المركزي عند سرعة 2500 × **g** لمدة 5 دقائق، ثم تم تقدير تركيز الغلوكوز المتبقي في الجزء الفوقي (**Supernatant**) من خلال قياس الامتصاصية عند طول موجي قدره 540 نانومتر.

أُجريت جميع الاختبارات بثلاث مكررات مستقلة لضمان موثوقية النتائج وقابليتها لإعادة التجربة[8، 9].

مراجع الفصل الثالث:

[1] Iqbal H, Khattak M, Riaz U, Zia M, Naeem K, Farhat AK, et al. Phytochemical screening and antimicrobial activities of selected medicinal plants of Khyber Pakhtunkhwa, Pakistan. Afr J Pharm Pharmacol. 2011;5(6):746-750.

[2] Asadi S, Ahmadiani A, Ali Esmaeili A, Sonboli A, Ansari N, Khodagholi F. In vitro antioxidant activities and investigation of neuroprotection by six Stachys species from Iran: a comparative study. Food Chem Toxicol. 2010.

[3] Jency MK, Chairman B, Antia RJ, Singh CJ, Vanmathi DS, Yves Alain-Bekro JA, et al. Int J Pharm Pharm Sci. 2013;5(4):634-637.

[4] Pavia DL, Lampman GM, Kriz GS, Vyvyan JR. Introduction to Spectroscopy. 3rd ed. Belmont (CA): Brooks/Cole; 2001.

[5] Saffidine K. Étude analytique et biologique des flavonoïdes extraits de Carthamus caeruleus L. et de Plantago major L. [Thèse de doctorat]. Sétif: Université Ferhat Abbas; 2015.

[6] Perkampus HH. UV-VIS Spectroscopy and Its Applications. Berlin: Springer Laboratory; 1992.

[7] Lankatillake C, Luo S, Flavel M, Lenon GB, Gill H, Huynh T, Dias DA. Screening natural product extracts for potential enzyme inhibitors: Protocols

and the standardisation of the usage of blanks in α-amylase, α-glucosidase and lipase assays. Plant Methods. 2021;17(3):1-13.

[8] Cirillo VP. Mechanism of glucose transport across the yeast cell membrane. J Bacteriol. 1962;84(3):485-491.

[9] Zidane H, et al. Green synthesis of copper oxide nanoparticles from Algerian propolis: Exploring biochemical, structural, antimicrobial, and anti-diabetic properties. Green Process Synth. 2025;14(1):20240222.

الفصل الرابع: النتائج والمناقشة

التجارب المخبرية:

تم العمل في مخابر كلية العلوم الدقيقة بجامعة الشهيد حمه لخضر بالوادي، ومخبر الكيمياء التطبيقية البيئية ،ومخبر المجد للتحاليل الطبية

1. حساب مردودية النباتات المدروسة:

بعد عملية الاستخلاص بطريقة النقع، تم تقدير مردود المستخلصات بالعلاقة التالية:

$$R\% = \frac{m_{extract}}{m_{intial}} \times 100$$

بحيث كانت النتائج كما موضحة في الجدول:

الجدول 4.1: مردود الاستخلاص للعينات النباتية

نوع النبات	شكل المستخلص	لون المستخلص	المردودية(%)
أوراق الزيتون	عجينة لزجة	أخضر داكن	**17.36**
نبات الشيح	عجينة	أخضر مصفر	**7,78**
نبات الجيمنيما	عجينة ناعم	بني مخضر	**3,16**
ثمار البرباريس	سائل معلق	أحمر داكن	**44,06**
ثمار التوت الغوجي	سائل معلق	برتقالي محمر	**13,11**

تُظهر النتائج اختلافًا واضحًا في شكل المستخلص، اللون، والمردودية بين النباتات المدروسة، ويعود ذلك إلى اختلاف التركيب الكيميائي لكل نبات وطبيعة المركبات الفعالة القابلة للاستخلاص.

- سجلت ثمار البرباريس أعلى مردودية بلغت **44.06%**، وهي قيمة مرتفعة مقارنة ببقية النباتات. يمكن تفسير ذلك بغنى الثمار بالسكريات، الأحماض العضوية، والصبغات الطبيعية القابلة للذوبان، مما يزيد من كمية المادة المستخلصة. كما أن القوام الكثيف واللون الأحمر الداكن يدلّان على وجود مركبات فينولية وصبغات أنثوسيانينية بتركيز مرتفع.

- أما أوراق الزيتون فقد أعطت مردودية قدرها 17.36 **%** مع مستخلص على شكل عجينة لزجة ولون أخضر داكن. ويُعزى ذلك إلى احتواء الأوراق على الكلوروفيل والمركبات الفينولية مثل الأوليوروبين، إضافةً إلى بعض المواد الراتنجية التي تكسب المستخلص قوامًا لزجًا.

- جاءت ثمار التوت الغوجي في المرتبة الثالثة بمردودية **13.11%**، وهي مردودية متوسطة إلى مرتفعة نسبيًا، ويرجع ذلك إلى احتوائها على السكريات، الكاروتينات، والمواد المضادة للأكسدة. اللون البرتقالي المحمر يشير إلى وجود أصباغ كاروتينية فعالة.

- سجّل نبات الشيح مردودية بلغت **7.78%**، وكان المستخلص على شكل عجينة مصفرة، ما يدل على انخفاض نسبي في نسبة المركبات القابلة للاستخلاص مقارنة بالبرباريس والتوت الغوجي، مع وجود مركبات طيّارة وزيوت أساسية وكلوروفيل.

- في حين أعطى نبات الجيمنيما أقل مردودية **3.16%** مع مسحوق عجينة ناعمة مخضرة، ويمكن تفسير ذلك بانخفاض كمية المواد القابلة للذوبان أو صعوبة استخلاص المركبات الفعالة الموجودة فيها، خاصة الصابونينات والجليكوزيدات.

بصفة عامة، يتضح أن:

1. نوع الجزء النباتي يؤثر بشكل كبير في المردودية؛ إذ إن الثمار أعطت مردودية أعلى من الأوراق والأجزاء العشبية.

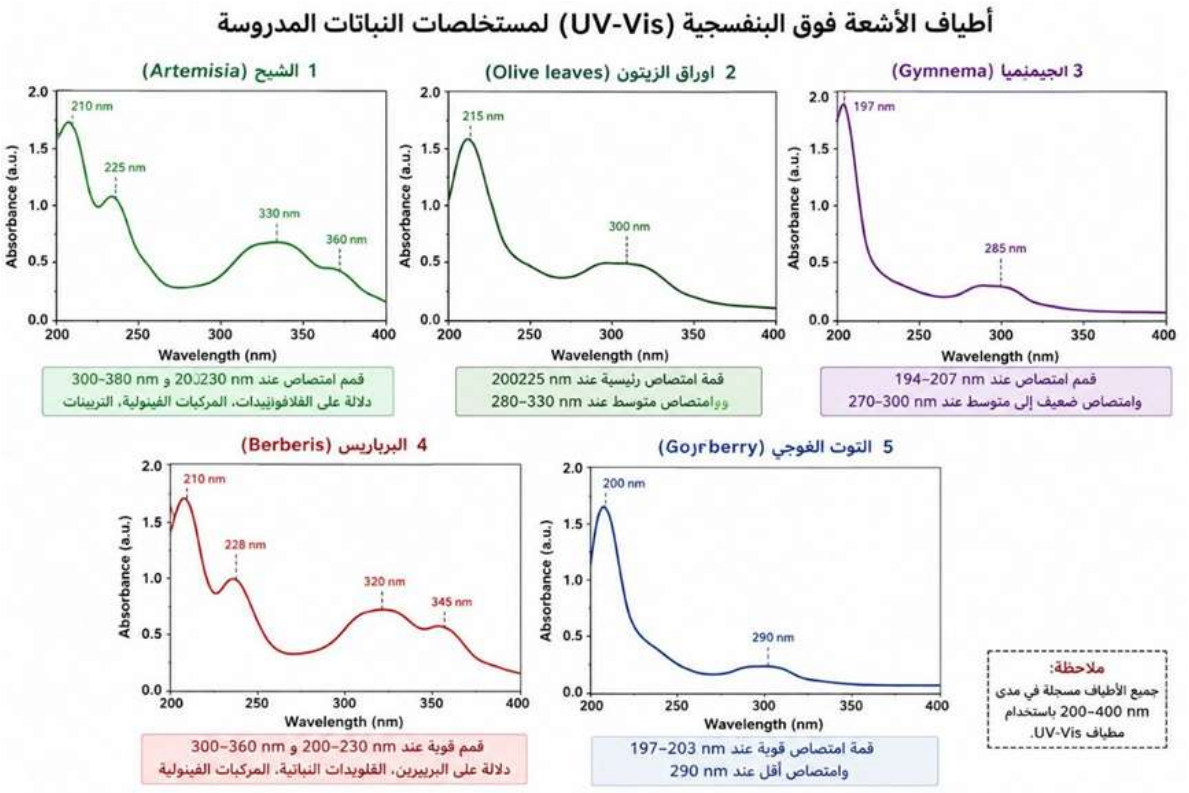
2. اللون يعكس طبيعة المركبات الكيميائية المستخلصة، مثل الكلوروفيل في المستخلصات الخضراء والأنثوسيانينات أو الكاروتينات في المستخلصات الحمراء والبرتقالية.

3. شكل المستخلص (لزج، معلق، كثيف) يرتبط بنسبة السكريات، الزيوت، والمواد الراتنجية الموجودة في النبات.

4. يمكن اعتبار البرباريس أفضل مصدر من حيث كمية المستخلص، بينما الجيمنيما الأقل كفاءة استخلاصيه ضمن الظروف التجريبية المستعملة.

2-التقدير الكمي للمركبات الفينولية والفلافونيدية للمستخلصات بواسطة مطيافية الاشعة فوق البنفسجية_المرئية UV_Visible

2.1: مطيافية الاشعة فوق البنفسجية_ المرئية **UV_ Visible**



الشكل 4.1: اطياف الاشعة فوق البنفسجية للمستخلصات النباتية المدروسة

يهدف هذا التحليل إلى تحديد مناطق الامتصاص القصوى **(λ max)** وربطها بالمركبات الكيميائية الفعالة الموجودة في المستخلصات النباتية، وخاصة المركبات الفينولية والفلافونويدات.

2.2: مبدأ تقنية الأشعة فوق البنفسجية – المرئية

تعتمد تقنية **UV-Visible** على قياس امتصاص المركبات الكيميائية للأشعة في المجال:

400–190 **nm**: منطقة الأشعة فوق البنفسجية.

800–400 **nm**: المنطقة المرئية.

وتظهر المركبات العضوية ذات الروابط المزدوجة والمجاميع العطرية قمماً امتصاصية مميزة تساعد في التعرف على طبيعة المركبات الفعالة.

2.3: نتائج التحليل الطيفي:

ا. مستخلص الشيح:

أظهرت عينات الشيح قمماً امتصاصية قوية في المجال:

380–300 **nm**، بالإضافة إلى قمم واضحة قرب 230–200 **nm**.

التفسير:

تشير هذه القمم إلى وجود مركبات فينولية، فلافونويدات، تربينات ومركبات عطرية مترافقة. ويمثل الامتصاص في المجال 380–320 **nm** انتقالات إلكترونية من نوع ($\pi \rightarrow \pi^*$) والتي ترتبط غالباً بالمركبات الفينولية والفلافونويدات ذات النشاط المضاد للأكسدة. كما أن القمم في المجال 230–200 **nm** تشير إلى وجود روابط مزدوجة ومجاميع كربونيلية ضمن المركبات النباتية.

ب. مستخلص أوراق الزيتون:

أظهرت عينات أوراق الزيتون قمماً رئيسية في المجال: 225–200 **nm**، مع شدة امتصاص متوسطة.

التفسير:

يشير هذا النمط الطيفي إلى وجود مركبات فينولية بسيطة، الأوليوروبين **(Oleuropein)**، مشتقات الهيدروكسي تيروسول. ويعتبر هذا الطيف مميزا لمستخلصات أوراق الزيتون الغنية بالمركبات المضادة للأكسدة.

ج. مستخلص الجيمنيما:

أظهر المستخلص قمماً واضحة قرب: 194–207 **nm**

التفسير:

يدل هذا الامتصاص على وجود صابونينات ومركبات ترايتربينويدية ومركبات عضوية ذات روابط مزدوجة. كما يشير إلى احتواء المستخلص على مواد فعالة قد ترتبط بالنشاط المضاد لمرض السكري.

د. مستخلص البرباريس:

أظهرت عينات البرباريس قمماً قوية في المجال: 300–360 **nm**، بالإضافة إلى قمم في المجال 200–230 **nm**.

التفسير:

يشير هذا الطيف إلى وجود قلويدات نباتية ومركبات فينولية ومركب البربرين **(Berberine)**. ويعتبر الامتصاص في المجال 300–360 **nm** دليلاً على وجود أنظمة مترافقة ذات نشاط بيولوجي مرتفع.

ذ. مستخلص التوت الغوجي:

أظهر المستخلص قمماً رئيسية قرب: 197–203 **nm**، مع ظهور امتصاص قرب 290 **nm**.

التفسير:

يشير ذلك إلى وجود مركبات فنوليه، وكاروتينات، فلافونويدات، والامتصاص قرب 290 **nm** قد يدل على وجود مركبات مضادة للأكسدة ذات تركيب عطري مترافق.

2.4: الطيف المميز للمستخلصات النباتية:

بناءً على النتائج، فإن الطيف المميز للمستخلصات النباتية المدروسة يتمثل في:

- مجال امتصاص بين 200–230 **nm**: يدل على وجود الروابط المزدوجة والمجاميع الكربونيلية.
- مجال امتصاص بين 280–380 **nm**: يدل على وجود المركبات الفينولية والفلافونويدات.

ويعتبر ظهور قمم واضحة ضمن هذه المجالات مؤشراً جيداً على نجاح عملية الاستخلاص ووجود المواد الفعالة ذات النشاط الحيوي[1].

2.5: المناقشة:

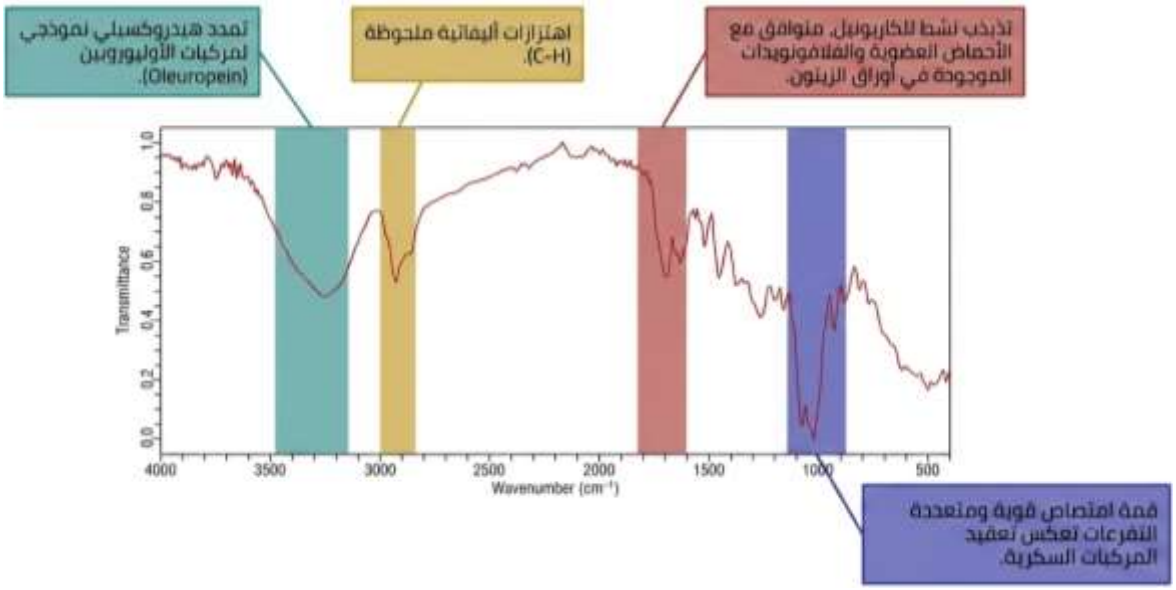
أظهرت معظم المستخلصات قمماً امتصاصية قوية في المنطقة فوق البنفسجية، وهو ما يتوافق مع الدراسات التي تؤكد احتواء النباتات الطبية على مركبات فينولية والفلافونويدات ذات نشاط مضاد للأكسدة ومضاد لمرض السكري. كما أن وجود الامتصاص ضمن المجال 300–380 **nm** يدعم وجود أنظمة مترافقة غنية بالإلكترونات، وهي من الخصائص المميزة للمركبات الفعالة بيولوجياً. وتشير شدة الامتصاص المرتفعة في بعض العينات إلى ارتفاع تركيز المركبات النشطة داخل المستخلصات النباتية [1].

كما أظهرت الأطياف امتصاصات مميزة ضمن المجالات المعروفة للمركبات المضادة للأكسدة والمضادة لمرض السكري، مما يدل على نجاح عملية الاستخلاص وكفاءة العينات النباتية المدروسة.

ويعتبر المجال الطيفي بين 200–380 **nm** المجال الأنسب لتوصيف المركبات الحيوية الموجودة في هذه المستخلصات النباتية.

3-مطيافية الاشعة تحت الحمراء :

ا-أوراق الزيتون:



الشكل 4.2: طيف الاشعة تحت الحمراء لمستخلص أوراق الزيتون.

بناءً على طيف الأشعة تحت الحمراء **(FT-IR)** الخاص بمستخلص أوراق الزيتون المستخلص بالإيثانول، يمكن تحليل الحزم الرئيسية وربطها بالمجموعات الوظيفية المميزة للمركبات الحيوية الفعالة الموجودة في أوراق الزيتون، مثل الفينولات، الفلافونويدات، السكريات، والأحماض الدهنية.

جدول4.2: تحليل طيف FT–IR لمستخلص أوراق الزيتون

طول الموجة / العدد الموجي (cm^{-1})	نوع الاهتزاز والشدة	المجموعة الوظيفية المميزة	المركبات المحتملة في مستخلص أوراق الزيتون
حوالي 3200 – 3400	حزمة عريضة وقوية **(Broad & Strong)**	اهتزاز تمطط مجموعة الهيدروكسيل **O–H** المرتبطة بروابط هيدروجينية	الفينولات مثل الأوليوروبين **(Oleuropein)**، الفلافونويدات، السكريات، وبقايا الإيثانول أو الماء.
حوالي 2920 – 2850	حزمة حادة متوسطة إلى قوية	اهتزاز تمطط رابطة **C–H** الأليفاتية لمجموعات **CH_2** و **CH_3**	الأحماض الدهنية، الشموع النباتية، والسلاسل الأليفاتية للمركبات العضوية.
حوالي 1650 – 1700	حزمة متوسطة الشدة	اهتزاز تمطط رابطة الكربونيل **C=O** أو الروابط العطرية **C=C**	مجموعات الإستر في الأوليوروبين، الأحماض العضوية، والحلقات العطرية.
حوالي 1600 – 1450	حزم متعددة متوسطة	اهتزاز تمطط الروابط الثنائية في الحلقة العطرية **C=C aromatic stretching**	الفينولات والفلافونويدات مثل الكيرسيتين والأوليوروبين.
حوالي 1380	حزمة حادة متوسطة	اهتزاز انحناء رابطة **C–H**	المجموعات الميثيلية **CH_3** في التراكيب الجزيئية.
حوالي 1000 – 1050	حزمة قوية جداً وحادة، وتمثل أعلى امتصاص	اهتزاز تمطط رابطة **C–O**	مجموعات الإيثر والكحول في السكريات والجليكوزيدات، مثل الأوليوروبين المرتبط بالجلوكوز.

التحليل الكيميائي والوظائف الحيوية للمستخلص

يُظهر طيف **FT-IR** البصمة الكيميائية الغنية لمستخلص أوراق الزيتون بالإيثانول، حيث تتضح فيه مجموعة من الحزم المميزة للمركبات الحيوية الفعالة الموجودة في النبات.

- **المركبات الفينولية:**

تؤكدها الحزمة العريضة والقوية عند حوالي 3300 cm^{-1} المرتبطة بمجموعات الهيدروكسيل–**O–H)**، إضافة إلى الحزم الواقعة بين 1600 و1500 cm^{-1} الناتجة عن الروابط العطريةC=C ، وهي خصائص مميزة للفينولات والفلافونويدات.

- **الأوليوروبين (Oleuropein) ومشتقاته:**

يُعد الأوليوروبين من أهم المركبات الفعالة في أوراق الزيتون، ويظهر تأثيره بوضوح في الطيف من خلال:

  - حزم الهيدروكسيل **O–H**
  - وجود مجموعة الكربونيل **C=O** الخاصة بالإستر
  - الحزمة القوية جداً قرب 1025 cm^{-1} الناتجة عن روابط **C–O** السكرية المرتبطة بجزيء الجلوكوز

- **المركبات الأليفاتية والأحماض الدهنية:**

تشير القمم عند 2920 و2850 cm^{-1} إلى وجود سلاسل هيدروكربونية أليفاتية تعود إلى الأحماض الدهنية والشموع النباتية الموجودة في الأوراق.

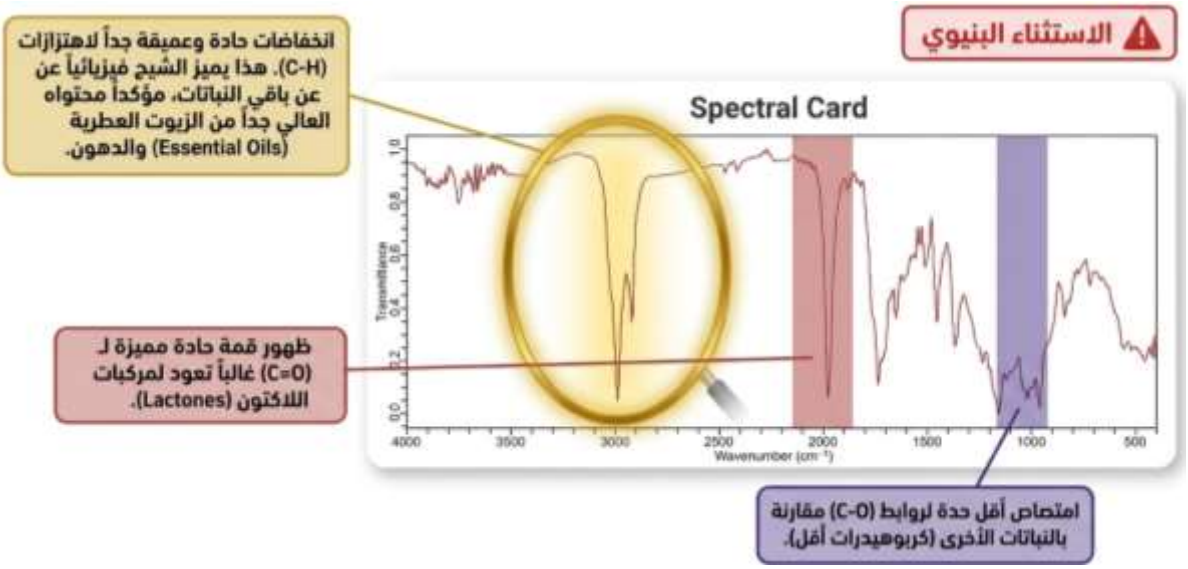
- **السكريات والجليكوزيدات:**

تؤكدها الحزمة القوية في منطقة 1000–1050 cm^{-1} ، والتي تُعد من أهم المناطق الدالة على الروابط السكرية والإيثرية في المركبات الجليكوزيدية.

الاستنتاج:

يشير طيف **FT-IR** إلى أن المستخلص الإيثانولي لأوراق الزيتون غني بالمركبات الفينولية والجليكوزيدات، وخاصة الأوليوروبين، بالإضافة إلى الفلافونويدات والمركبات الأليفاتية. وتفسر هذه التركيبة الكيميائية الخصائص الحيوية المعروفة لأوراق الزيتون، مثل النشاط المضاد للأكسدة، المضاد للالتهابات، المضاد للميكروبات، والمساهم في حماية الخلايا وتنظيم الإجهاد التأكسدي**[1].**

ب–نبات الشيح:



الشكل 4.3: طيف الاشعة تحت الحمراء لمستخلص القسم الهوائي للشيح.

بناءً على المعطيات المقدمة حول مستخلص نبات الشيح **(Artemisia)** باستخدام مذيب الأسيتون، يمكن تحليل طيف الأشعة تحت الحمراء **(FT-IR)** وتحديد المجموعات الوظيفية الرئيسية الموجودة في العينة، وربطها بالمركبات الكيميائية الفعالة المعروفة في النبات.

جدول 4.3: تحليل طيف FT-IR لمستخلص نبات الشيح

نطاق العدد الموجي (cm^{-1})	القمة التقريبية في الطيف (cm^{-1})	نوع الاهتزاز والمجموعة الوظيفية المتوقعة	الدلالة الكيميائية في مستخلص الشيح
3200 – 3600	حوالي 3400، حزمة عريضة وضعيفة	اهتزاز تمطط الرابطة **O–H** الكحولية أو الفينولية	يدل على وجود مركبات فينولية، فلافونويدات، أو بقايا رطوبة ومذيب.
2850 – 2960	حوالي 2925 و2855، قمم حادة وقوية	اهتزاز تمطط روابط **C–H** الأليفاتية لمجموعات **CH_2** و**CH_3**	يشير إلى وجود الهياكل الهيدروكربونية للتربينات **(Terpenoids)** المميزة لنبات الشيح.
1680 – 1750	حوالي 1715 – 1740، قمة حادة وقوية جداً	اهتزاز تمطط رابطة **C=O** لمجموعة الكربونيل	يدل على وجود الكيتونات، الإسترات، أو اللاكتونات، إضافة إلى احتمال تأثير مذيب الأسيتون.
1600 – 1650	حوالي 1630، قمة متوسطة أو كتف	اهتزاز تمطط روابط **C=C** الألكينية أو العطرية	يعكس وجود روابط مزدوجة في الهياكل التربينية أو الحلقات العطرية للفلافونويدات.
1350 – 1470	حوالي 1450 و1375	اهتزاز انحناء روابط **C–H** لمجموعات الميثيل والميثيلين	يؤكد غنى المستخلص بالمجموعات الأليفاتية والتربينية.
1000 – 1300	قمم متعددة ومتداخلة، مثل 1160 و1050	اهتزاز تمطط روابط **C–O**	يشير إلى وجود الإسترات، الإيثرات، والكحوليات في المستخلص.

التحليل الكيميائي الوظائف الحيوية للمستخلص

يتوافق هذا الطيف بشكل كبير مع التركيب الكيميائي المعروف لمستخلصات نبات الشيح **(Artemisia)** المستخلصة بالمذيبات العضوية مثل الأسيتون، حيث تظهر عدة مجموعات وظيفية مرتبطة بالمركبات الحيوية الفعالة في النبات.

- **المركبات التربينية (Terpenoids) :**

تظهر بوضوح من خلال القمم الحادة والعميقة عند 2925 cm^{-1} و2855 cm^{-1} ، والتي تعود إلى اهتزازات روابط **C–H** الأليفاتية. وتُعد التربينات من أهم المكونات الكيميائية للشيح والمسؤولة عن خصائصه العطرية والدوائية.

- **مجموعة الكربونيل (C=O) القوية عند ~1715 cm^{-1} :**

تشير هذه القمة إلى وجود مركبات كيتونية ولاكتونية، مثل السيسكويتربين لاكتونات المعروفة في نبات الشيح، ومن أشهرها مركب الأرتيميسينين **(Artemisinin)**. كما يمكن أن تساهم بقايا الأسيتون المستخدم في الاستخلاص في زيادة شدة هذه الحزمة بسبب احتوائه على مجموعة كربونيل كيتونية قوية.

- **المركبات الفينولية والفلافونويدات:**

تظهر من خلال الحزمة العريضة عند 3400 cm^{-1} والقمم القريبة من 1600 cm^{-1} ، وهي دلالة على وجود مجموعات الهيدروكسيل والأنظمة العطرية المرتبطة بالمركبات المضادة للأكسدة.

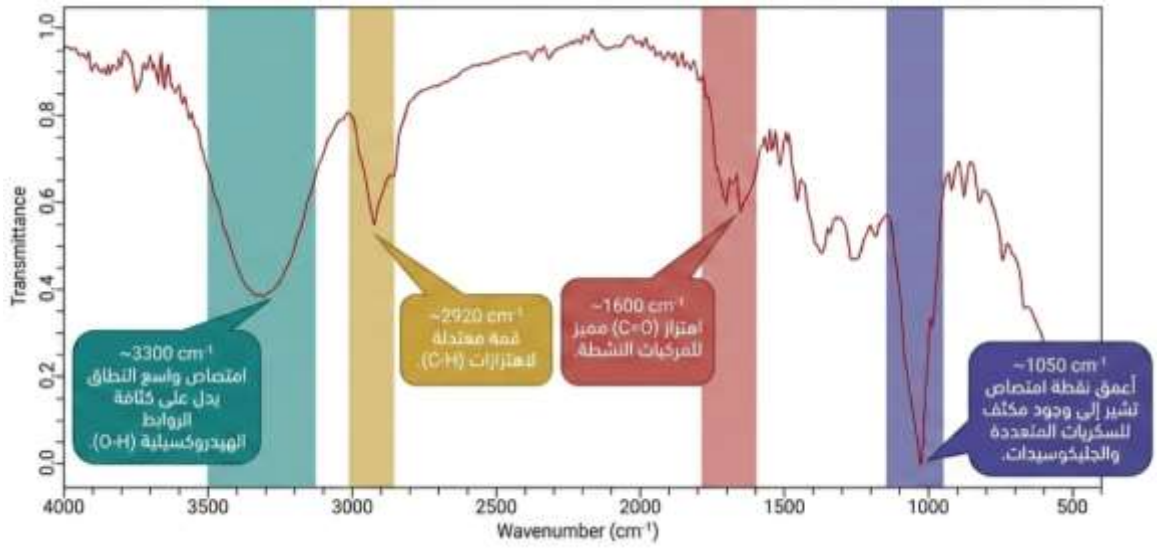
روابط C–O في المنطقة 1300–1000 cm^{-1} :

تدل هذه القمم على وجود مركبات تحتوي على مجموعات إيثرية أو كحولية أو إستيرية، وهي شائعة في الزيوت الطيارة والمركبات التربينية المؤكسدة.

الاستنتاج:

يبين طيف **FT-IR** أن مستخلص الشيح بالإسيتون غني بالمركبات التربينية، اللاكتونات، الكيتونات، والفلافونويدات، وهي مركبات ترتبط بالخصائص البيولوجية المهمة للنبات مثل النشاط المضاد للأكسدة، المضاد للميكروبات، والمضاد للطفيليات. كما أن شدة قمم الكربونيل والروابط الأليفاتية تؤكد كفاءة الأسيتون في استخلاص المركبات العضوية شبه القطبية وغير القطبية من النبات **[1]**.

ج-نبات الجيمنيما:



الشكل 4.4: طيف الاشعة تحت الحمراء لمستخلص أوراق الجيمنيما.

بناءً على طيف الأشعة تحت الحمراء **(FT-IR)** الخاص بمستخلص نبات الجيمنيما **(Gymnema sylvestre)** المستخلص باستخدام الإيثانول، يمكن تحليل الحزم الاهتزازية الرئيسية وربطها بالمجموعات الوظيفية المميزة للمركبات النشطة حيوياً الموجودة في النبات، مثل حمض الجيمنيميك، الصابونينات، والسكريات المتعددة.

جدول4.4: تحليل طيف FT–IR لمستخلص نبات الجيمنيما

طول الموجة / العدد الموجي (cm^{-1})	شكل الحزمة وشدتها	المجموعة الوظيفية المتوقعة	الرابطة الكيميائية والاهتزاز	المركبات المحتملة في المستخلص
3300 – 3400	عريضة وقوية جداً	مجموعة الهيدروكسيل **(-OH)**	اهتزاز مط رابطة **O–H (Stretching)**	الفينولات، الفلافونويدات، الصابونينات، وبقايا الإيثانول أو الماء.
2920 – 2930	حادة ومتوسطة الشدة	مجموعات الألكيل **(-CH_2 ،-CH_3)**	اهتزاز مط رابطة **C–H** الأليفاتية	الهيكل الكربوني للتربينات الثلاثية **(Triterpenes)** وحمض الجيمنيميك.
1630 – 1650	متوسطة الوضوح	مجموعة الكربونيل **(C=O)**أو الروابط المزدوجة	اهتزاز مط رابطة **C=O**أو **C=C** العطرية/الألكينية	الأحماض العضوية، الفلافونويدات، والأسترات النباتية.
1380 – 1410	قمم صغيرة ومتقطعة	مجموعات الميثيل والألكيل	اهتزاز انحناء رابطة **C–H (Bending)**	التراكيب البنائية للمركبات النباتية المختلفة.
1030 – 1050	حادة وقوية جداً، وتمثل القمة الرئيسية	مجموعة الإيثر أو الكحول **(C–O)**	اهتزاز مط رابطة **C–O (Stretching)**	السكريات المرتبطة **(Glycosides)** وحمض الجيمنيميك المرتبط بالسكريات.

التحليل الكيميائي والوظائف الحيوية للمستخلص

- **القمة العريضة عند 3318 cm^{-1} تقريباً:**

تشير هذه الحزمة بوضوح إلى وجود روابط هيدروجينية قوية ناتجة عن مجموعات الهيدروكسيل-**(OH).** وتعد هذه المجموعات وفيرة في الصابونينات الترايتيربينية، مثل حمض الجيمنيميك، بالإضافة إلى الفلافونويدات الموجودة في أوراق النبات .

- **القمة عند 2925 cm^{-1} :**

تمثل اهتزاز مط الروابط الأليفاتية **(C–H)**، وهو ما يعكس الطبيعة الغنية بالهياكل الهيدروكربونية للتربينات الثلاثية. ويُعد حمض الجيمنيميك من أهم المركبات الفعالة ذات البنية الترايتيربينية في نبات الجيمنيما .

- **القمة المتوسطة بين 1630 و1650 cm^{-1} :**

ترتبط هذه الحزمة غالباً بوجود مجموعات الكربونيل **(C=O)** أو الروابط الثنائية**(C=C)** ، وتشير إلى وجود مركبات عضوية فعالة مثل الفلافونويدات والأحماض العضوية والأسترات النباتية .

- **القمم الصغيرة بين 1380 و1410 cm^{-1} :**

تعود هذه الإشارات إلى اهتزازات انحناء روابط **C–H** الخاصة بمجموعات الميثيل والألكيل، والتي تدخل في بناء العديد من المركبات النباتية الثانوية .

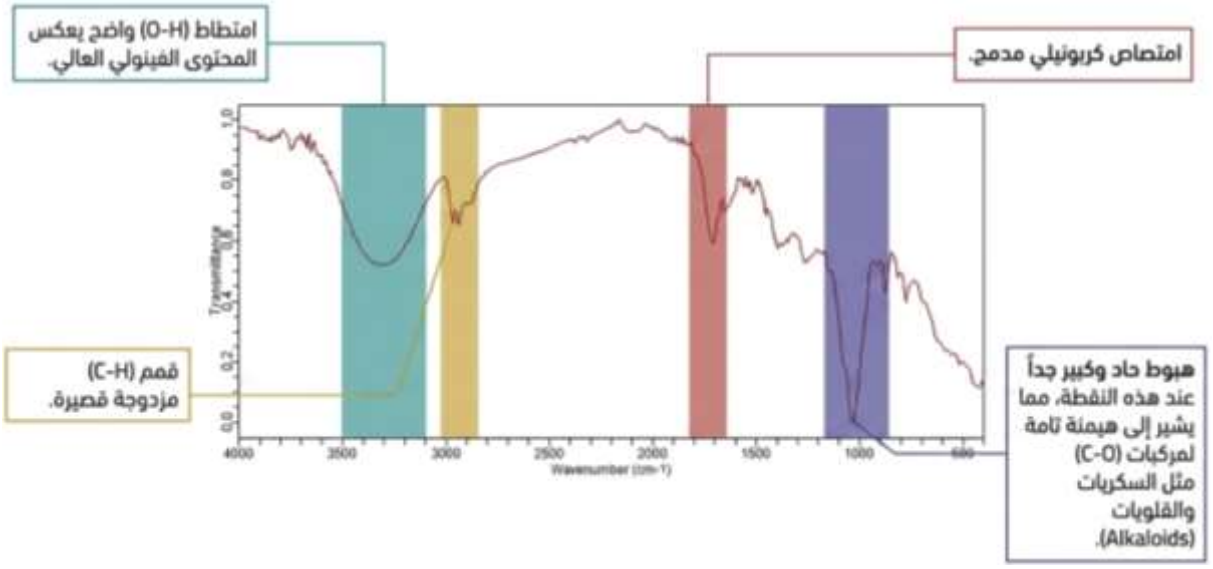
- **القمة الحادة والقوية جداً عند $1030\ cm^{-1}$:**

تُعد هذه القمة من أكثر القمم تميزاً للمركبات السكرية والجليكوزيدات، حيث ترتبط باهتزاز مط روابط **C–O**. كما تؤكد هذه الحزمة نجاح الاستخلاص بالإيثانول في استخلاص المركبات القطبية، خاصة الجليكوزيدات والسكريات المرتبطة بحمض الجيمنيميك .

الاستنتاج:

يبين طيف **FT-IR** أن المستخلص الإيثانولي لنبات الجيمنيما غني بالمركبات الحيوية الفعالة، وخاصة الصابونينات الترايتيربينية، الجليكوزيدات، الفلافونويدات، والمركبات الفينولية. وتفسر هذه التركيبة الكيميائية الخصائص الدوائية المعروفة للنبات، مثل النشاط المضاد للسكري، المضاد للأكسدة، والمساهم في تنظيم مستويات الجلوكوز في الدم **[1]**.

د–ثمار البرباريس



الشكل 4.5: طيف الاشعة تحت الحمراء لمستخلص ثمار البرباريس.

هذا الطيف هو طيف الأشعة تحت الحمراء واسع المدى **(FT-IR Spectrum)** الخاص بمستخلص ثمار نبات البرباريس **(Berberis)** المستخلص باستخدام الإيثانول. يتميز نبات البرباريس باحتوائه على العديد من المركبات الحيوية الفعالة، مثل القلويات النباتية – وأهمها البربرين – **(Berberine)**إضافة إلى الفلافونويدات، الأنتوسيانينات، والسكريات المتعددة.

جدول 4.5: تحليل طيف FT–IR لمستخلص ثمار البرباريس

المدى التقريبي لطول الموجة (cm^{-1})	نوع الاهتزاز والمجموعة الوظيفية المستهدفة	المركبات المحتملة في المستخلص
3300 – 3400، قمة عريضة وقوية	اهتزاز امتطاط مجموعة الهيدروكسيل **O–H stretching**	القلويات، الفينولات، الفلافونويدات، السكريات، إضافة إلى بقايا الإيثانول أو الماء.
2900 – 2930، قمم صغيرة حادة	اهتزاز امتطاط مجموعات الألكيل **C–H stretching** لمجموعات CH_2 و CH_3 الأليفاتية	الهياكل الكربونية للقلويات والأحماض العضوية.
1600 – 1700، قمة متوسطة إلى قوية	اهتزاز امتطاط مجموعة الكربونيل **C=O** أو الروابط المزدوجة الأروماتية **C=C**	الفلافونويدات، الأحماض العضوية، والحلقات الأروماتية لقلواني البربرين.
1350 – 1450، قمم متقطعة متوسطة	اهتزاز انحناء روابط **C–H** أو امتطاط روابط **C–N**	الحلقات الأروماتية والهيكل النيتروجيني للقلويات.
1000 – 1050، قمة حادة وقوية جداً	اهتزاز امتطاط روابط **C–O** الأثيرية أو الكحولية	مجموعات الميثوكسي **$-OCH_3$** الموجودة في البربرين، إضافة إلى السكريات والجليكوزيدات.

التحليل الكيميائي والوظائف الحيوية للمستخلص

- **القمة العريضة عند $3300\ cm^{-1}$:**

تشير هذه الحزمة إلى وجود روابط هيدروجينية قوية، مما يدل على غنى المستخلص بالمركبات الفينولية والفلافونويدات التي تحتوي على مجموعات هيدروكسيل **(-OH)** متعددة، بالإضافة إلى السكريات المرتبطة بها.

- **القمة $2920\ cm^{-1}$:**

ترتبط هذه القمة باهتزازات روابط الكربون–الهيدروجين الأليفاتية**(C–H)** ، وهي سمة طبيعية للمركبات العضوية النباتية التي تحتوي على سلاسل كربونية أليفاتية.

- **القمة $1630\ cm^{-1}$:**

تعكس هذه الحزمة وجود روابط **C=C** داخل الحلقات الأروماتية، وهي سمة مميزة للقلويات النباتية، وخاصة مركب البربرين **(Berberine)** ذو التركيب الأروماتي المعقد، كما قد تشير أيضاً إلى وجود مجموعات الكربونيل المرتبطة بالفلافونويدات.

- **القمم بين 1350 و$1450\ cm^{-1}$:**

تعود هذه الإشارات إلى اهتزازات الانحناء لمجموعات **C–H** أو امتطاط روابط**C–N** ، مما يدعم وجود المركبات القلويدية ذات الحلقات المحتوية على النيتروجين.

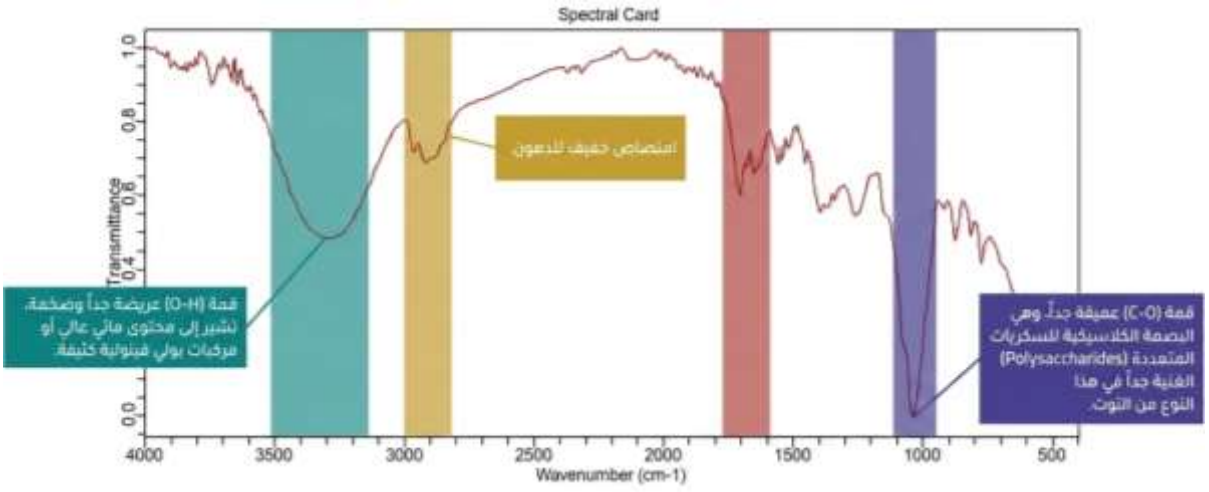
- **القمة الحادة والعميقة عند:**

تُعد هذه الحزمة من البصمات المميزة لمستخلصات البرباريس، حيث تعبر عن اهتزازات روابط **C–O**، وخاصة مجموعات الميثوكسي **($-OCH_3$)** التي تمثل جزءاً مهماً من التركيب الكيميائي لمركب البربرين، بالإضافة إلى مساهمة السكريات والجليكوزيدات النباتية.

الاستنتاج:

يبين طيف **FT-IR** أن المستخلص الإيثانولي لثمار البرباريس غني بالمركبات الحيوية الفعالة، وخاصة القلويات النباتية مثل البربرين، إلى جانب الفلافونويدات، المركبات الفينولية، والسكريات المتعددة. وتفسر هذه التركيبة الكيميائية الخصائص البيولوجية والدوائية للنبات، مثل النشاط المضاد للأكسدة، المضاد للالتهابات، المضاد للميكروبات، ودوره المحتمل في تنظيم مستويات الجلوكوز والدهون في الجسم[1].

ذ–ثمار التوت الغوجي:



الشكل 4.6: طيف الاشعة تحت الحمراء لمستخلص ثمار التوت الغوجي.

بناءً على المعطيات الوصفية لطيف الأشعة تحت الحمراء **(FT-IR)** الخاص بمستخلص توت الغوجي **(Goji berry)** المستخلص بالإيثانول، يمكن تحليل الحزم الاهتزازية الرئيسية وربطها بالمجموعات الوظيفية المميزة للمركبات النشطة حيوياً الموجودة في المستخلص، مثل السكريات المتعددة، الفينولات، والفلافونويدات.

جدول4.6: تحليل طيف FT–IR لمستخلص ثمار التوت الغوجي

طول الموجة التقريبي (cm^{-1})	شكل الحزمة / القمة	المجموعة الوظيفية (Functional Group)	المركب أو الرابطة المسؤولة
3300 – 3400	عريضة وقوية جداً	مجموعة الهيدروكسيل **(-OH)**	تعود إلى اهتزازات امتطاط روابط **O–H** الكحولية والفينولية، المرتبطة بالماء، السكريات، والبوليفينولات، إضافةً إلى احتمال وجود بقايا من الإيثانول.
2920 – 2930	حادة ومتوسطة	مجموعات الألكيل **(-CH_2** و**-CH_3)**	تعود إلى اهتزازات امتطاط روابط **C–H** الأليفاتية الموجودة في السكريات والدهون النباتية.
1600 – 1650	متوسطة	روابط الكربون المزدوجة **C=C** أو الكربونيل **C=O**	تعود إلى اهتزازات روابط **C=C** في الحلقات العطرية الخاصة بالمركبات الفينولية، أو إلى اهتزازات مجموعات الكربونيل المترافقة.
1400 – 1420	ضعيفة إلى متوسطة	مجموعات الميثيل أو الاهتزازات العطرية	ناتجة عن انحناء روابط **C–H** أو اهتزازات الحلقات العطرية للمركبات الفينولية.
1030 – 1060	قوية جداً وحادة، وهي القمة الرئيسية في منطقة البصمة	روابط الكربون–أكسجين **C–O**	تعود إلى اهتزازات امتطاط روابط **C–O** المميزة للسكريات المتعددة **(Polysaccharides)**، والغليكوزيدات والكربوهيدرات الموجودة في توت الغوجي.

التحليل الكيميائي والوظائف الحيوية للمستخلص

من خلال دراسة طيف **FT-IR** لمستخلص توت الغوجي، يمكن استخلاص عدة دلالات كيميائية مهمة توضح طبيعة المركبات الحيوية الموجودة فيه:

- **مؤشر السكريات المتعددة (Goji Berry Polysaccharides -LBP):**

إن ظهور القمة القوية والحادة بالقرب من 1035 **cm^{-1}** ، بالتزامن مع الحزمة العريضة عند 3300 **cm^{-1}**، يشير بوضوح إلى المحتوى المرتفع من الكربوهيدرات والسكريات المتعددة، والتي تُعد من أهم المركبات الفعالة في توت الغوجي والمسؤولة عن خصائصه المناعية والمضادة للأكسدة.

- **وجود المركبات الفينولية والفلافونويدات:**

تدل الحزم الواقعة بين 1400 و1650 **cm^{-1}** على وجود الحلقات العطرية ومجموعات الهيدروكسيل المرتبطة بها، وهي مركبات معروفة بقدرتها العالية على مقاومة الأكسدة وتقليل الالتهابات.

- **تأثير الإيثانول كمذيب استخلاص:**

يساهم الإيثانول في تعزيز ظهور قمم مجموعات الهيدروكسيل **(-OH)** والروابط الأليفاتية**(C–H)** ، خاصة عند 3300 **cm^{-1}** و2920 **cm^{-1}** ، وذلك بسبب قدرته على استخلاص المركبات القطبية وشبه القطبية من الثمار النباتية.

الاستنتاج:

يُظهر طيف **FT-IR** أن المستخلص الإيثانولي لتوت الغوجي غني بالمركبات الحيوية الفعالة، وخاصة السكريات المتعددة، الفينولات، والفلافونويدات، مما يفسر النشاطات البيولوجية المتعددة لهذا المستخلص، مثل النشاط المضاد للأكسدة، المضاد للالتهابات، وتعزيز الجهاز المناعي[1].

4: التحليل الكمي للمركبات الفينولية والفلافونويدية:

تم تقدير المحتوى الكمي للمستخلصات النباتية الخمسة (البرباريس، التوت الغوجي، جيمنيما الشيح، والزيتون) باستخدام طرق الطيف الضوئي .اعتمد تقدير الفينولات الكلية **(TPC)** على كاشف **Folin-Ciocalteu**، بينما اعتمد تقدير الفلافونويدات الكلية **(TFC)** على كاشف **كلوريد الألومنيوم.**

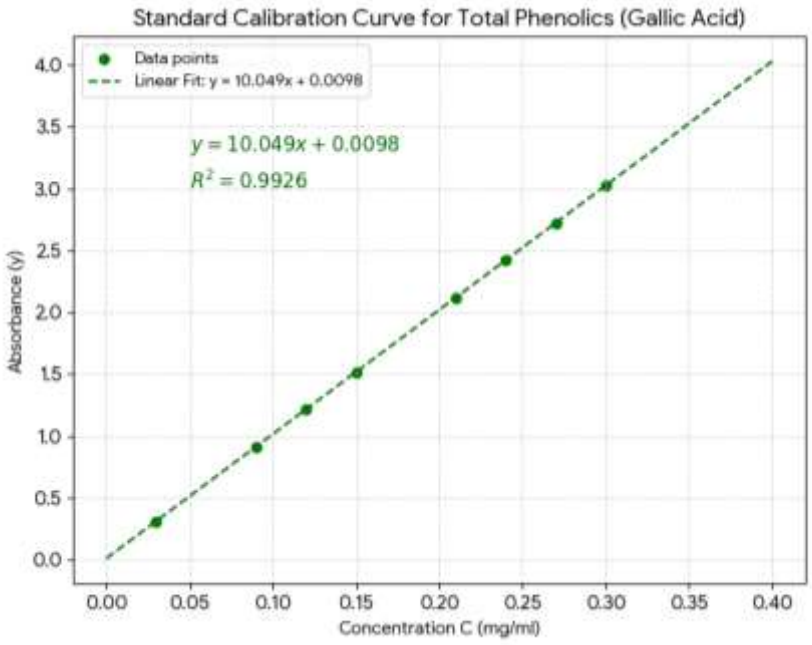
. المنحنيات القياسية (Calibration Curves)

تُستخدم هذه المنحنيات لتحويل قيم الامتصاصية المقاسة **(y)** إلى تركيزات كتيلة **(x)** بناءً على معادلة الانحدار الخطي:

4.1: التقدير الكمي للفينولات:

- **الفينولات الكلية (حمض الغاليك):**

Y = 10.049x + 0.0098

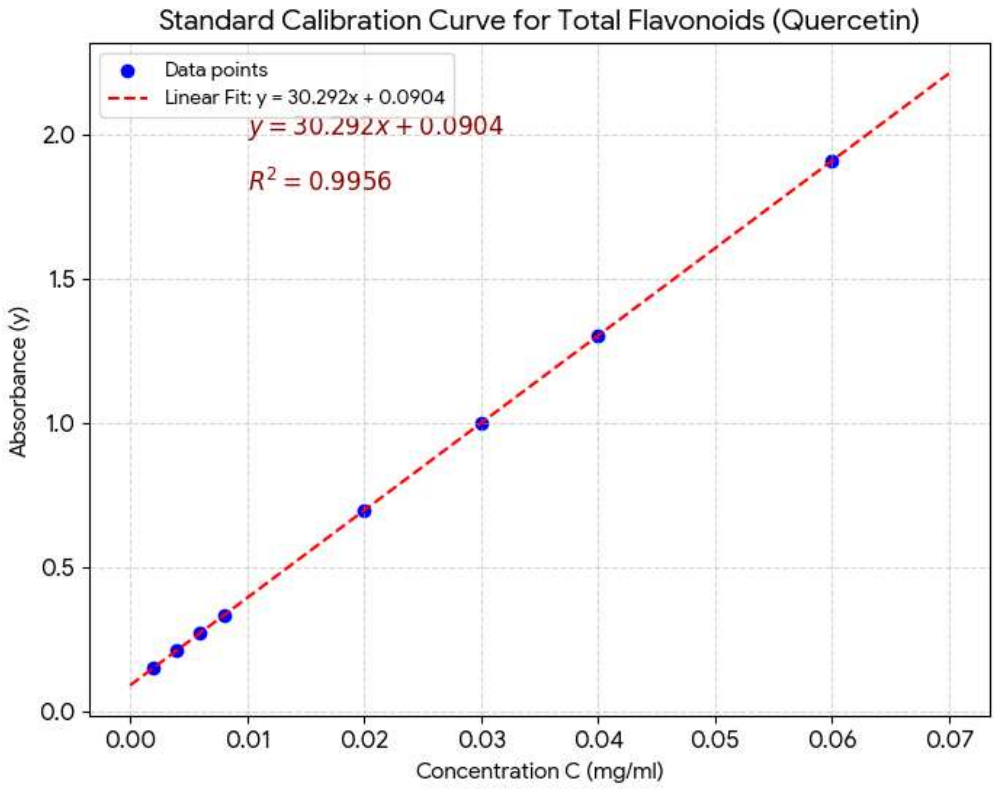


الشكل 4.7: المنحنى العياري لحمض الغاليك لتقدير الفينولات للمستخلصات

4.2: التقدير الكمي للفلافونويدات:

- **الفلافونويدات (حمض الكيرستين):**

Y = 30.292x + 0.0904



الشكل 4.8: المنحنى العياري لحمض الكيرستين لتقدير الفلافونويدات للمستخلصات.

4 .3: نتائج الفينولات الكلية(TPC)

يُعبر عن النتائج بـ**(mg GAE/g)** ، وهي مليغرام من مكافئ حمض الغاليك لكل غرام من المستخلص الجاف.

الجدول 4.7: المحتوى الفينولي (المتوسط ± الانحراف المعياري):

الاسم العلمي	المستخلص	المتوسط ± SD (mg GAE/g)
Olea europaea	**الزيتون**	**144.05 ±11.24**
Artemisia herba-alba	**الشيح**	**107.55 ±8.56**
Berberis vulgaris	**البرباريس**	**41.10 ± 6.08**
Gymnema sylvestre	**جيمنيما**	**32.55 ± 2.62**
Lycium barbarum	**التوت الغوجي**	**13.30±0.14**

4.4 : نتائج الفلافونويدات الكلية(TFC)

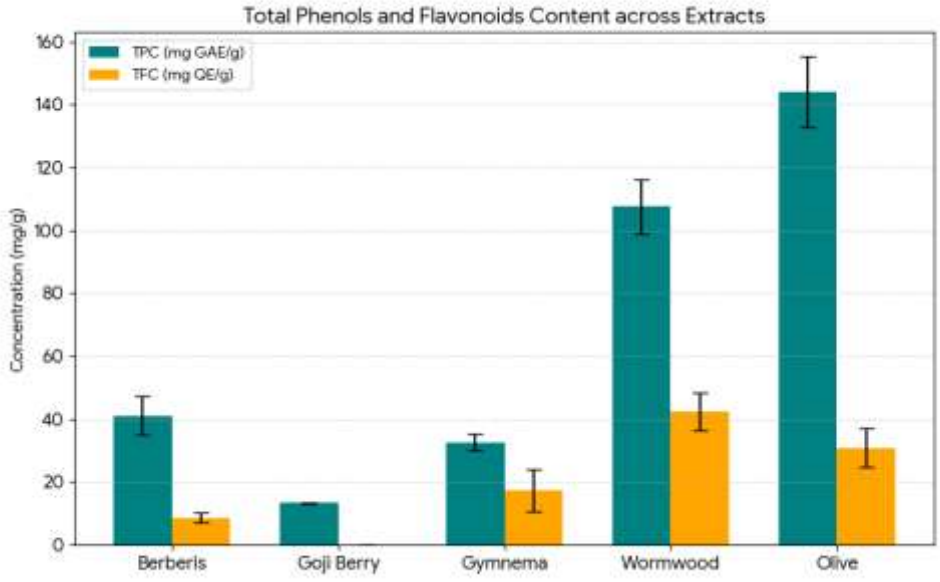
يُعبر عن النتائج بـ**(mg QE/g)** ، وهي مليغرام من مكافئ الكيرستين لكل غرام من المستخلص الجاف**.**

الجدول 4.8: محتوى الفلافونويدات (المتوسط ± الانحراف المعياري):

الاسم العلمي	المستخلص	المتوسط ± SD (mg QE/g)
Artemisia herba-alba	الشيح	**42.40±5.94**
Olea europaea	الزيتون	**30.85±6.29**
Gymnema sylvestre	الجيمنيما	**17.37±6.69**
Berberis vulgaris	البرباريس	**8.61±1.60**
Lycium barbarum	التوت الغوجي	**0.00±0.00**

4 .5: التمثيل البياني المقارن للنتائج

من خلال مقارنة البيانات، نلاحظ تفوق مستخلص **الزيتون** في المحتوى الفينولي الكلي، بينما سجل مستخلص **الشيح** أعلى قيمة للفلافونويدات.



الشكل 4.9: مقارنة للمحتوى الفينولي و الفلافونويدي للعينات المدروسة.

4.6.1: تحليل المحتوى الفينولي الكلي (TPC)

تم التعبير عن النتائج بـ **(mg\ GAE/g)**:

المرتبة الأولى –مستخلص الزيتون (***Olea\ europaea***): سجّل أعلى محتوى فينولي على الإطلاق بقيمة ($\mathbf{144.05 \mp 11.24}\ \boldsymbol{mgGAE/g}$) هذا التفوق الكبير يعود غلباً إلى غنى أوراق الزيتون بمركبات فينولية فريدة وعالية التركيز مثل الأوليوروبين **(Oleuropein)** والهيدروكسي تيروسول.

المرتبة الثانية – مستخلص الشيح (***Artemisia\ herba-alba***): احتل المرتبة الثانية بقيمة عالية جداً ومتقاربة.($\mathbf{107.55 \mp 8.56\ mgGAE/g}$) يعكس هذا غنى الشيح بالأحماض الفينولية والفلافونيدات التي تمنحه خصائصه العلاجية ومضادات الأكسدة القوية.

المرتبة الثالثة والرابعة – البرباريس وجيمنيما (**Berberis\ vulgaris & Gymnema\ sylvestre**): أظهرا محتوى متوسطاً ومتقارباً نسبياً، حيث سجل البرباريس ($\mathbf{41.10 \mp}$ $\mathbf{6.08\ mgGAE/g}$) بينما سجل الجيمنيما($\mathbf{32.55 \mp 2.62\ mgGAE/g}$)

المرتبة الأخيرة – التوت الغوجي (**Lycium\ barbarum**): سجل أدنى محتوى فينولي بقيمة ($\mathbf{13.30 \mp 0.14\ mgGAE/g}$).

4.6.2. تحليل محتوى الفلافونويدات الكلي (**TFC**)

تم التعبير عن النتائج بـ (**mg\ QE/g**):

الصدارة – مستخلص الشيح (***Artemisia\ herba-alba***): تفوق هنا بشكل واضح مسجلاً أعلى قيمة فلافونويدية بقيمة ($\mathbf{42.4 \mp 5.94\ mgQE/g}$) . هذا يدل على أن الجزء الأكبر من المركبات الفينولية في الشيح ينتمي إلى عائلة الفلافونويدات.

المرتبة الثانية – مستخلص الزيتون (***Olea\ europaea***): تراجع للمرتبة الثانية بقيمة$\mp$ ($\mathbf{30.85 \mp 6.29\ mgQE/g}$). وهذا يوضح مفارقة علمية ممتازة للمناقشة: بالرغم من أن الزيتون أغنى بالفينولات الكلية، إلا أن الشيح أغنى منه بالفلافونويدات الخاصة.

المرتبة الثالثة والرابعة – جيمنيما والبرباريس: سجل الجيمنيما قيمة متوسطة $(17.37 \mp$ $6.69\ mgQE/g$متفوقاً في هذه الفئة على البرباريس الذي سجل$(8.61 \mp 1.60\ mgQE/g$ $.g)$

المرتبة الأخيرة – التوت الغوجي (***Lycium\ barbarum***): انعدمت فيه القيمة تقريباً وسجل$(00.0 \mp 0.0\ mgQE/g)$ ، مما يوضح ضعف محتواه من الفلافونويدات الحرة في هذا المستخلص المعين.

الاستنتاج:

تُظهر النتائج تبايناً ملحوظاً في تركيز المركبات الفعالة بين النباتات المدروسة، حيث يعتبر نباتا **الزيتون والشيح** الأغنى بالمركبات المضادة للأكسدة (الفينولات والفلافونويدات) مقارنة ببقية المستخلصات، بينما سجل التوت الغوجي أدنى مستويات في هذه القياسات.

6-المقارنة بعض الدراسات السابقة:

ا-أوراق الزيتون:

أظهرت النتائج التجريبية للمستخلص الإيثانولي لأوراق نبات الزيتون (***Olea europaea***) تقارباً ملحوظاً في مردود الاستخلاص بين دراستنا والدراسة **Dalla Rosa** وآخرون [2]، حيث بلغت النسبة لدينا 17.36% مقابل 16.94% في البحث المرجعي [2]، مما يوضح كفاءة متماثلة وممتازة للإيثانول في نفاذية الخلايا النباتية واستعادة المواد الصلبة الكلية.

في المقابل، سجلت الدراسة المرجعية تفوقاً واضحاً في التقدير الكمي للمحتوى الفينولي الكلي؛ حيث بلغت نسبة الفينولات لدينا $(144.05 \mp 11.24\ mgGAE/g)$ مقارنة بـ 386.4في الدراسة

المرجعية [2]، أظهرت الفلافونويدات الكلية في مستخلصنا توافقاً وثباتاً ممتازاً يطابق المعايير المتطورة، حيث سجلت قيمتها ($\mathbf{42.4 \mp 5.94\ mgQE/g}$) قريبةً جداً من القيمة المرجعية البالغة 33.43 [2]، مما يعكس غنى العينة المحلية بهذه المستقلبات الثانوية وانتقائية الإيثانول العالية في استخلاصها.

ب-نبات الشيح:

أظهرت النتائج التجريبية للمستخلص الأسيتوني للأجزاء الهوائية لنبات الشيح (**Artemisia herba-alba**) تقارباً في مردود الاستخلاص بين دراستنا ودراسة **Dehimi** وآخرون [3]، حيث بلغت النسبة لدينا 7.78% مقابل 5.64% في البحث المرجعي، مما يوضح كفاءة متماثلة ومتقاربة للأسيتون في استخلاص المكونات الجافة من الأنسجة النباتية.

في المقابل، سجلت دراستنا تفوقاً حاسماً وشاسعاً في التقدير الكمي للمحتوى الفينولي الكلي؛ حيث قفزت كمية الفينولات الكلية لدينا ($\mathbf{107.55 \mp 8.56\ mgGAE/g}$) إلى مقارنة بـ 33.18 الدراسة المرجعية [3]. و بلغت كمية الفلافونويدات الكلية في البحث المرجعي 83.89 **pm 0.682 \mu g**\ **QE/mg** متفوقةً بشكل ملحوظ على القيمة المسجلة في مستخلصنا البالغة ($\mathbf{42.4 \mp 5.94\ mgQE/g}$) [3].

ج-نبات الجيمنيما:

"أظهرت النتائج التجريبية للمستخلص الإيثانولي لأوراق نبات **Gymnema sylvestre** تقارباً في مردود الاستخلاص بين دراستنا ودراسة **Mourya** وآخرون [4]، حيث بلغت النسبة لدينا 3.16\% مقابل 4.2\% في البحث المرجعي، مما يوضح كفاءة متماثلة للإيثانول في استخلاص المكونات.

في المقابل، سجلت دراستنا تفوقاً حاسماً وشاسعاً في التقدير الكمي للمحتوى الفيتوكيميائي؛ حيث قفزت نسبة الفينولات الكلية لدينا إلى ($\mathbf{32.55 \mp 2.62\ mgGAE/g}$) مقارنة بـ 0.475في الدراسة

المرجعية [4]. وبلغت نسبة الفلافونويدات الكلية في مستخلصنا متفوقةً بشكل كبير على ألقى($\mathbf{17.37 \mp 6.69\ mgQE/g}$) مة المرجعية البالغة 0.654 [4].

د-ثمار البرباريس:

"أظهرت النتائج التجريبية للمستخلص الإيثانولي لثمار البرباريس **(Berberis)** تفوقاً ملحوظاً في مردود الاستخلاص في دراستنا مقارنة لدراسة **Chobdar Rahim** وآخرون [5]؛ حيث حقق مستخلصنا إنتاجية عالية بلغت 44.06%،

سجلت دراستنا تفوقاً حاسماً وشاسعاً في التقدير الكمي للمحتوى الفينولي الكلي؛ إذ قفزت كمية الفينولات الكلية لدينا إلى ($\mathbf{41.10 \mp 6.08\ mgGAE/g}$)مقارنة بـ 15.64 في الدراسة المرجعية [5]. وأظهر التقدير الكمي للمحتوى الفلافونويدي الكلي تفوقاً مستمراً لصالح مستخلصنا؛ حيث بلغت كمية الفلافونويدات الكلية لدينا ($\mathbf{8.61 \mp 1.60\ mgQE/g}$) متفوقةً بوضوح على القيمة المسجلة في المستخلص المرجعي والبالغة 3.42 [5].

ذ-التوت الغوجي:

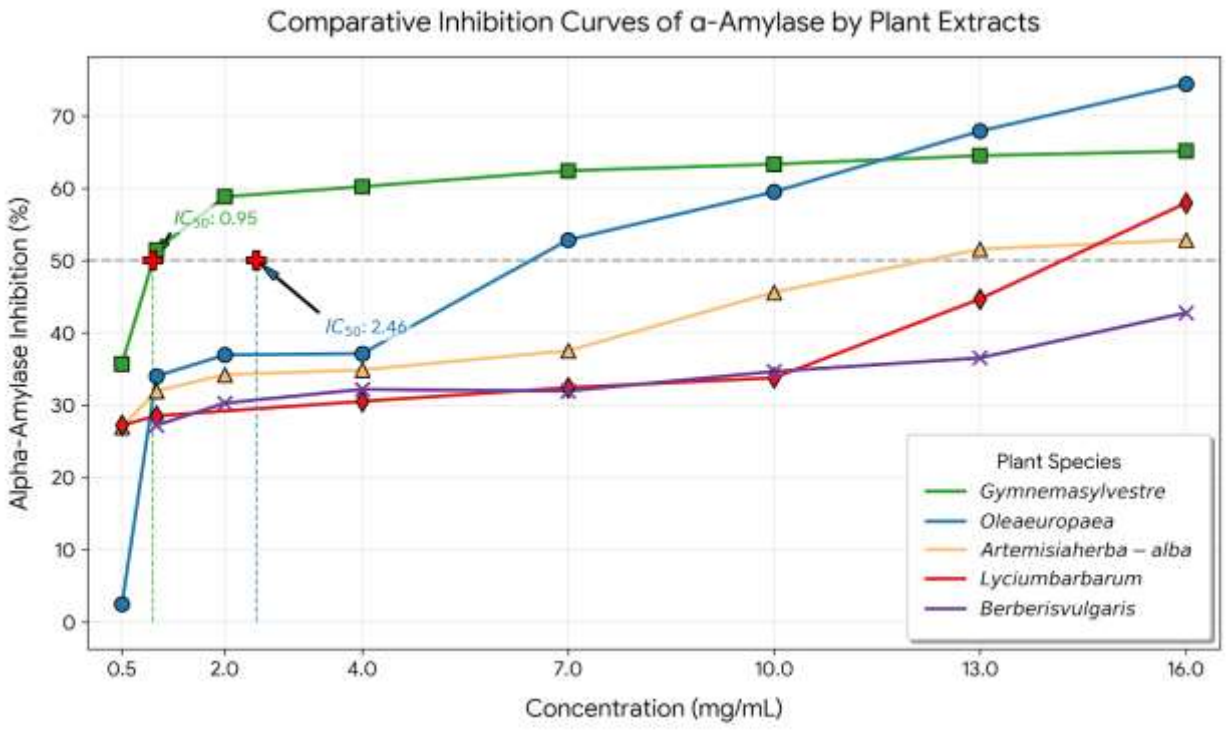
أظهرت النتائج التجريبية للمستخلص الإيثانولي لثمار توت الغوجي (**Lycium barbarum L.**) قيمة معتبرة لمردود الاستخلاص بلغت 13.11%، مما يعكس كفاءة متوسطة للإيثانول وحده (كمذيب نقي) في استهداف وفصل مكونات الثمرة الجافة بناءً على قطبيته المتوسطة، والتي حالت دون إذابة الجزيئات السكرية المعقدة والمركبات شديدة القطبية المحتجزة داخل الجدران الخلوية الكثيفة للثمار.

في المقابل، سجلت نتائج التقدير الكمي تبايناً نوعياً حاسماً في المحتوى الفيتوكيميائي المستخلص؛ حيث كشفت النتائج عن محتوى جيد ومعتبر من الفينولات الكلية بلغ.($\mathbf{13.30 \mp 0.14\ mgGAE/g}$)مما يثبت نجاح الإيثانول في جذب وإذابة الأحماض الفينولية الحرة

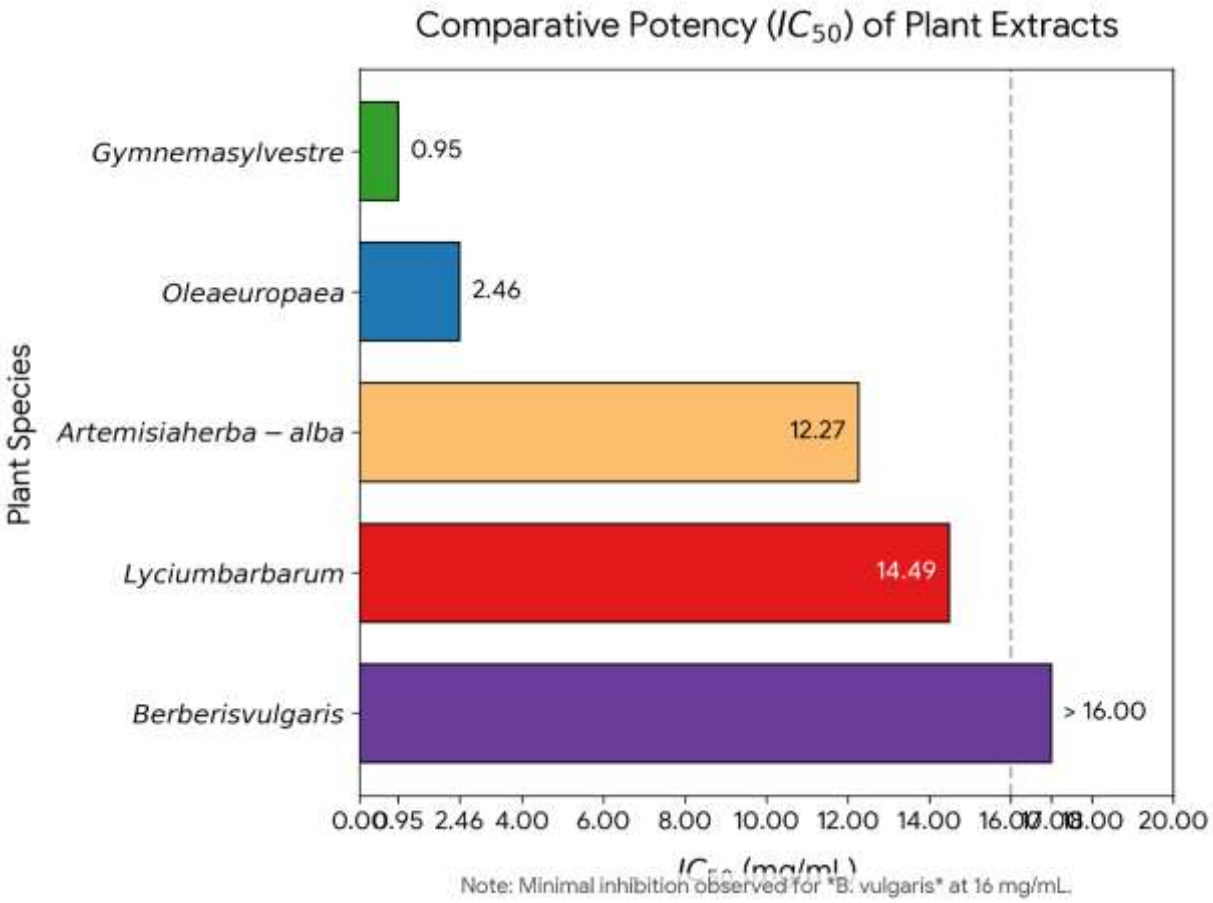
والبوليفينولات المتوافقة مع قطبيته. وفي ذات السياق، انعدمت تماماً نسبة الفلافونويدات الكلية في المستخلص ($\mathbf{00.0 \mp 0.0\ mgQE/g}$) ، وهو ما يُعزى كيميائياً إلى الانتقائية العالية للإيثانول بمفرده وعجزه عن تحرير الفلافونويدات المرتبطة جليكوسيدياً، أو لكون تركيزها البيولوجي الحُر في الثمار جاء دون حد الكشف الكمي لكاشف كلوريد الألومنيوم **$AlCl_3$**.

7-الفعالية التثبيطية لإنزيم ألفا-أميلاز للمستخلصات النباتية

يعتبر داء السكري من النوع الثاني **(T2DM)** تحدياً صحياً عالمياً يتطلب استراتيجيات فعالة لإدارة مستويات الجلوكوز في الدم. تتمثل إحدى الطرق الأساسية في تثبيط الإنزيمات المسؤولة عن تحلل الكربوهيدرات، مثل ألفا-أميلاز **(α-amylase)** . تهدف هذه الدراسة إلى تقييم القدرة التثبيطية لخمسة مستخلصات نباتية-**(Lycium barbarum, Berberis vulgaris, Artemisia herba-alba, Gymnema sylvestre, Olea europaea)** وتحديد فاعليتها مقارنة بمتغيرات التركيز.



الشكل 4.10: مقارنة لمنحنيات التثبيط انزيم ألفا–أميلاز (α–amylase) للعينات المدروسة.



الشكل 4.11: مقارنة لقيم التثبيط انزيم ألفا–أميلاز (α–amylase) للعينات المدروسة.

أظهرت النتائج تبايناً في نسب التثبيط بناءً على نوع النبات والتركيز المستخدم. يوضح الجدول أدناه قيم **IC50** المستخرجة، وهي تمثل التركيز اللازم لتثبيط 50% من نشاط الإنزيم:

الجدول 4.9: مقارنة لتثبيط انزيم ألفا–أميلاز (α–amylase) للعينات المدروسة

النبات (الاسم العلمي)	قيمة IC50 (ملغ/مل)	مستوى الكفاءة التثبيطية
Gymnema sylvestre	**0.95**	مرتفع جداً

مرتفع	**2.46**	**Olea europaea**
متوسط	**12.27**	**Artemisia herba-alba**
منخفض	**14.49**	**Lycium barbarum**
ضعيف	27.08	**Berberis vulgaris**
قوي	0.17	**Acarbose**

المناقشة:

أظهرت نتائج اختبار تثبيط إنزيم **α-amylase** وجود اختلافات واضحة في القدرة التثبيطية بين المستخلصات النباتية المدروسة، وهو ما يعكس التباين في طبيعة وتركيز المركبات الفعالة الموجودة في كل نبات. وقد اعتُمدت قيمة **IC50** كمؤشر أساسي لتقييم الكفاءة التثبيطية، حيث تمثل التركيز اللازم لتثبيط 50% من نشاط الإنزيم؛ وكلما انخفضت هذه القيمة دلّ ذلك على ارتفاع فعالية المستخلص وقدرته على إعاقة النشاط الإنزيمي.

وقد سجل نبات ***Gymnema sylvestre*** أقل قيمة **IC50** بلغت 0.95 ملغ/مل، ما يشير إلى امتلاكه أعلى نشاط تثبيطي مقارنة ببقية النباتات المدروسة. ويمكن تفسير هذه الفعالية العالية باحتواء النبات على مركبات فعالة أهمها الجيمنيميك أسيد **(Gymnemic acids)**، إضافة إلى الصابونينات والفلافونويدات، وهي مركبات معروفة بقدرتها على تثبيط الإنزيمات الهاضمة للكربوهيدرات وتقليل امتصاص الغلوكوز في الأمعاء. كما أن هذه النتيجة تتوافق مع الاستعمال التقليدي للنبات في الطب الشعبي لعلاج داء السكري، حيث يُعرف باسم "محطم السكر" نظراً لتأثيره الملحوظ في خفض مستويات الغلوكوز في الدم

أما مستخلص ***Olea europaea*** فقد أظهر فعالية تثبيطية مرتفعة أيضاً بقيمة **IC50** بلغت 2.46 ملغ/مل، وهي نتيجة تعكس غنى أوراق الزيتون بالمركبات الفينولية، خاصة الأوليوروبين والهيدروكسي تيروسول، المعروفة بخصائصها المضادة للأكسدة والمضادة للسكري. ويُعتقد أن هذه المركبات تتداخل مع الموقع النشط لإنزيم **α-amylase**، مما يؤدي إلى تقليل سرعة تحلل النشا إلى سكريات بسيطة وبالتالي الحد من الارتفاع السريع لسكر الدم بعد الوجبات. كما يمكن تفسير هذه الفعالية بقدرة الفلافونودية على تكوين روابط هيدروجينية مع البروتينات الإنزيمية، مما يغير من بنيتها الفراغية ويخفض نشاطها التحفيزي.

في المقابل، أظهر نبات ***Artemisia herba-alba*** فعالية متوسطة بقيمة **IC50** بلغت 12.27 ملغ/مل، وهي أقل كفاءة مقارنة بالجيمنيما والزيتون. وقد يرجع ذلك إلى اختلاف نوعية المركبات الثانوية الموجودة فيه أو انخفاض تركيزها النسبي. ومع ذلك، فإن احتواء الشيح على التربينات والفلافونويدات والزيوت الطيارة قد يمنحه قدرة معتدلة على تثبيط الإنزيم، إضافة إلى تأثيراته المضادة للأكسدة والالتهاب، وهي خصائص قد تساهم بصورة غير مباشرة في تحسين حالات كسر سكر الدم.

أما مستخلص ***Lycium barbarum*** فقد أظهر نشاطاً تثبيطياً منخفضاً بقيمة **IC50** بلغت 14.49 ملغ/مل، مما يدل على ضعف تأثيره المباشر على إنزيم **α-amylase** مقارنة بالنباتات الأخرى. ويمكن تفسير ذلك بأن التأثير المضاد للسكري لتوت الغوجي قد يعتمد بصورة أكبر على آليات أخرى غير تثبيط الإنزيم، مثل تعزيز حساسية الخلايا للأنسولين أو تقليل الإجهاد التأكسدي، أكثر من اعتماده على إعاقة هضم الكربوهيدرات.

في حين سجل نبات ***Berberis vulgaris*** أضعف نشاط تثبيطي بقيمة **IC50** بلغت 27.08 ملغ/مل، ما يشير إلى محدودية تأثيره في تثبيط إنزيم **α-amylase** ضمن الظروف التجريبية المعتمدة.

وقد يكون السبب راجعاً إلى انخفاض تركيز المركبات النشطة القادرة على الارتباط بالإنزيم أو إلى اختلاف طبيعة الاستخلاص المستخدم. ومع ذلك، فإن البرباريس معروف باحتوائه على مركب البربرين الذي يمتلك تأثيرات مضادة للسكري عبر آليات أخرى، مثل تحسين حساسية الأنسولين وتنظيم أيض الغلوكوز على المستوى الخلوي.

بشكل عام، توضح النتائج أن الفعالية التثبيطية للمستخلصات النباتية ترتبط بشكل أساسي بتركيبها الكيميائي النباتي، وخاصة محتواها من البوليفينولات والفلافونويدات والقلويدات. وتُعد هذه المركبات قادرة على التفاعل مع الإنزيمات الهاضمة للكربوهيدرات من خلال الارتباط بالموقع النشط أو تغيير البنية الفراغية للإنزيم، مما يؤدي إلى خفض نشاطه. كما تؤكد النتائج أن النباتات ذات المحتوى الأعلى من المركبات الفينولية أظهرت نشاطاً تثبيطياً أقوى، وهو ما يدعم العلاقة بين النشاط المضاد للأكسدة والنشاط المضاد للسكري.

يخلص هذا القسم من الدراسة إلى أن المستخلصات النباتية المدروسة، وبخاصة ***Gymnema sylvestre***، تمتلك إمكانات واعدة كعوامل طبيعية مضادة للسكري. توفر هذه النتائج أساساً علمياً متيناً لإجراء تجارب سريرية وتطوير منتجات صيدلانية تعتمد على المصادر الطبيعية لتقليل الآثار الجانبية للأدوية الكيميائية التقليدية.

8 –النشاط المضاد للسكري من خلال امتصاص الغلوكوز في خلايا الخميرة

تم تقييم النشاط المضاد للسكري للمستخلصات النباتية المدروسة باستخدام اختبار امتصاص الغلوكوز بواسطة خلايا الخميرة، وذلك من خلال قياس تركيز الغلوكوز المتبقي خارج الخلايا بعد فترتي تحضين بلغتا 30 دقيقة (**T_{30}**) و120 دقيقة (**T_{120}**). وفي هذا الاختبار، فإن انخفاض تركيز الغلوكوز

خارج الخلايا يعكس زيادة امتصاص الغلوكوز بواسطة خلايا الخميرة، وبالتالي يدل على فعالية أعلى للمستخلصات المختبرة في تعزيز النشاط المضاد للسكري.

الجدول 4.10: تركيز الغلوكوز خلال فترة التحضين الأولى T_{30} (30 دقيقة)

نوع المستخلص (العينة)	50 mg/mL	25 mg/mL	15 mg/mL	5 mg/mL	2.5 mg/mL
التوت الغوجي	0.0645	0.0632	0.0572	0.0513	0.0358
البرباريس	0.0993	0.0653	0.0367	0.0325	0.0286
الشيح	0.2169	0.1570	0.1309	0.0970	0.0651
أوراق الزيتون	0.2682	0.2065	0.1630	0.1343	0.0842
الجيمنيما	0.0880	0.0768	0.0740	0.0583	0.0577

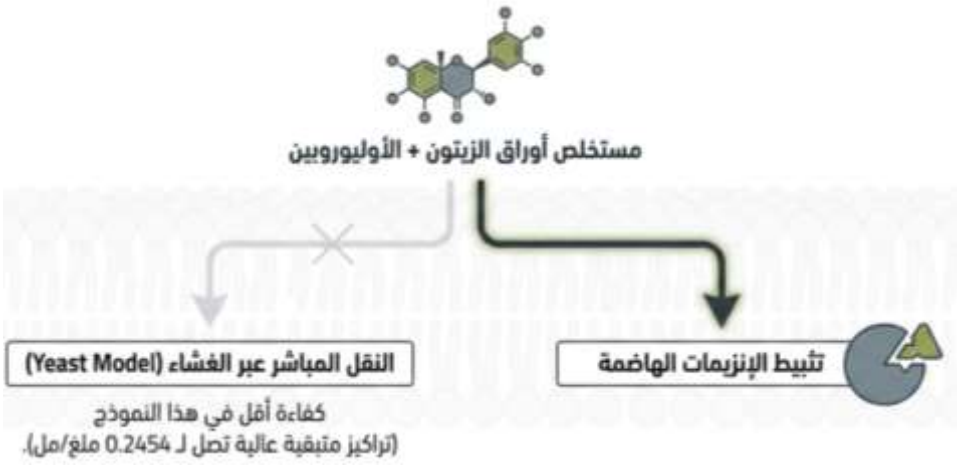
الجدول 4.11: تركيز الغلوكوز خلال فترة التحضين الثانية T120(120دقيقة)

نوع المستخلص (العينة)	50 mg/Ml	25 mg/mL	15 mg/mL	5 mg/mL	2.5 mg/mL
التوت الغوجي	0.0520	0.0446	0.0440	0.0420	0.0298
البرباريس	0.0463	0.0406	0.0376	0.0360	0.0304
الشيح	0.2171	0.1623	0.1205	0.0478	0.0367

أوراق الزيتون	0.2454	0.1490	0.1251	0.0582	0.0368
الجيمنيما	0.0901	0.0425	0.0387	0.0349	0.0235

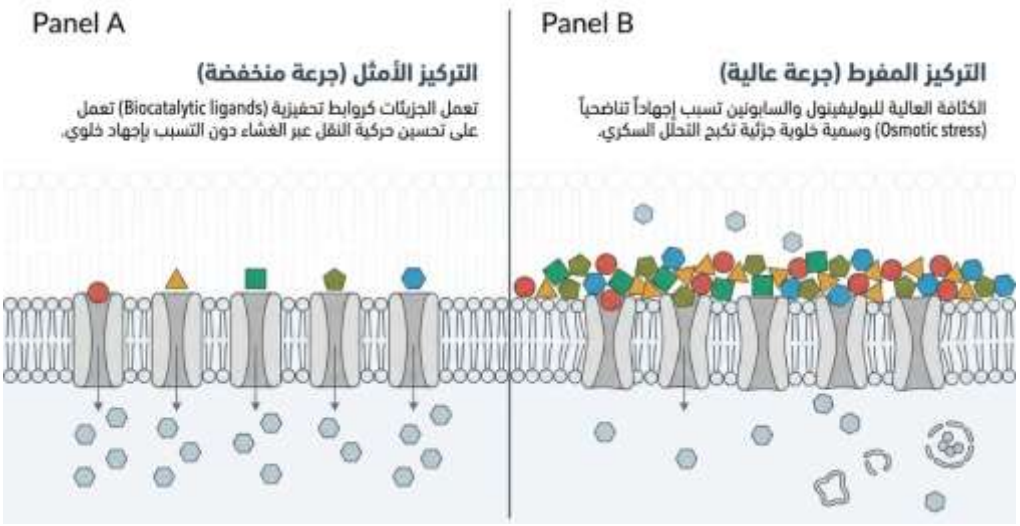
أظهرت النتائج وجود اختلافات واضحة في كفاءة امتصاص الغلوكوز تبعًا لنوع المستخلص والتركيز وفترة التحضين. وبصفة عامة، كشفت النتائج عن تحسن واضح في امتصاص الغلوكوز بمرور الزمن بالنسبة لمعظم المستخلصات، حيث سُجلت قيم أقل لتركيز الغلوكوز خارج الخلايا عند T_{120} مقارنة بـ T_{30}، مما يدل على أن تأثير المستخلصات كان معتمدًا على الزمن.

من بين المستخلصات المدروسة، أظهر مستخلص أوراق الزيتون أعلى تراكيز للغلوكوز خارج الخلايا خلال فترتي التحضين، خاصة عند التراكيز المرتفعة، حيث بلغت قيمة الغلوكوز المتبقي 0.2682 ملغ/مل عند تركيز 50 ملغ/مل خلال T_{30}، و0.2454 ملغ/مل خلال T_{120}. وتشير هذه النتائج إلى أنه رغم احتواء مستخلص أوراق الزيتون على مركبات معروفة بخصائصها المضادة للسكري، مثل الأوليوروبين **(Oleuropein)** والهيدروكسي تايروسول **(Hydroxytyrosol)**، فإن تأثيره في نموذج الخميرة قد لا يعتمد بصورة مباشرة على تحفيز نقل الغلوكوز عبر الغشاء الخلوي. كما أن الانخفاض المحدود نسبيًا في تركيز الغلوكوز مع الزمن قد يشير إلى أن هذا المستخلص يحتاج إلى فترات حضن أطول أو إلى نماذج خلوية أكثر تعقيدًا لإظهار كامل فعاليته البيولوجية.



الشكل 4.12: مقارنة لنموذجي الية عمل مستخلص اوراق الزيتون كمضاد للسكري.

كما أظهر مستخلص الشيح تراكيز مرتفعة نسبيًا من الغلوكوز المتبقي، خاصة عند التراكيز العالية، حيث بلغت القيم 0.2169 ملغ/مل عند T_{30} و0.2171 ملغ/مل عند T_{120} عند تركيز 50 ملغ/مل. ومع ذلك، لوحظ انخفاض واضح في تراكيز الغلوكوز عند التراكيز المنخفضة وفترات التحضين الأطول، خاصة عند تركيزي 5 و2.5 ملغ/مل خلال T_{120}. وقد يشير هذا السلوك إلى وجود تأثير مزدوج يعتمد على التركيز، حيث قد تؤثر التراكيز العالية سلبًا على أيض الخميرة أو كفاءة النقل الغشائي، في حين تعزز التراكيز المنخفضة امتصاص الغلوكوز بصورة أكثر فعالية.



الشكل 4.13: تأثير التراكيز العالية سلبًا على أيض الخميرة أو كفاءة النقل الغشائي.

في المقابل، أظهر كل من مستخلص التوت الغوجي والبرباريس انخفاضًا ملحوظًا في تراكيز الغلوكوز خارج الخلايا مقارنة ببقية المستخلصات، خاصة بعد فترة التحضين الطويلة. وقد أظهر البرباريس واحدًا من أقوى التأثيرات في تعزيز امتصاص الغلوكوز، حيث انخفض تركيز الغلوكوز خارج الخلايا إلى 0.0463 ملغ/مل عند تركيز 50 ملغ/مل، وإلى 0.0304 ملغ/مل عند تركيز 2.5 ملغ/مل خلال $\mathbf{T_{120}}$. وبالمثل، أظهر التوت الغوجي انخفاضًا تدريجيًا في تركيز الغلوكوز بمرور الزمن، حيث بلغت القيمة 0.0298 ملغ/مل عند تركيز 2.5 ملغ/مل خلال $\mathbf{T_{120}}$. وتشير هذه النتائج إلى قدرة مرتفعة لهذين المستخلصين على تعزيز امتصاص الغلوكوز بواسطة خلايا الخميرة، مما يعكس امتلاكهما نشاطًا مضادًا للسكري واعدًا.

وقد تُعزى الفعالية العالية لمستخلصات البرباريس والتوت الغوجي إلى غناها بالمركبات الفينولية والفلافونويدات والجلوكوسينولات والمركبات المضادة للأكسدة، والتي تُعرف بدورها في تحسين أيض الغلوكوز وتعزيز عمليات النقل الخلوي. كما أن زيادة النشاط مع طول فترة التحضين تشير إلى أن تأثير هذه المركبات يعتمد على الزمن، وربما يرتبط بتعديل تدريجي لنفاذية الغشاء الخلوي وآليات نقل الغلوكوز.

أما مستخلص الجيمنيما فقد أظهر نشاطًا متوسطًا إلى مرتفع تبعًا للتركيز وفترة التحضين. ولوحظ انخفاض واضح في تركيز الغلوكوز خارج الخلايا خلال $\mathbf{T_{120}}$، خاصة عند التراكيز المنخفضة، حيث انخفضت القيمة إلى 0.0235 ملغ/مل عند تركيز 2.5ملغ/مل، وهي من أدنى القيم المسجلة في الدراسة. وتشير هذه النتيجة إلى كفاءة عالية في امتصاص الغلوكوز عند التراكيز المنخفضة، مما قد يدل على أن بعض المركبات النباتية الموجودة في هذا المستخلص تمتلك نشاطًا بيولوجيًا أمثل عند التراكيز المعتدلة أو المخففة مقارنة بالتراكيز المرتفعة.

ومن المثير للاهتمام أن بعض المستخلصات أظهرت قدرة أكبر على تعزيز امتصاص الغلوكوز عند التراكيز المنخفضة مقارنة بالتراكيز المرتفعة. وقد يعكس هذا السلوك وجود تأثيرات فسيولوجية تعتمد على الجرعة، حيث يمكن أن تؤدي التراكيز العالية من المركبات النباتية إلى تثبيط جزئي للنشاط الأيضي لخلايا الخميرة أو التأثير في سلامة الغشاء الخلوي، مما يقلل من كفاءة نقل الغلوكوز. وقد تم الإبلاغ عن مثل هذه الاستجابات ثنائية الطور في العديد من الدراسات المتعلقة بالمركبات النباتية الفعالة حيويًا.

وبصورة عامة، تشير النتائج إلى أن مستخلصات التوت الغوجي والبرباريس والبربرين والجيمنيما أظهرت أقوى نشاط في تعزيز امتصاص الغلوكوز، خاصة بعد فترات التحضين الطويلة، في حين أظهر كل من مستخلص أوراق الزيتون والشيح فعالية أضعف نسبيًا في نموذج الخميرة المستخدم. كما تؤكد الانخفاضات الملحوظة في تراكيز الغلوكوز عند T_{120} أن النشاط المضاد للسكري لهذه المستخلصات كان معتمدًا بصورة كبيرة على الزمن.

وتسلط هذه النتائج الضوء على أهمية كل من التركيز ومدة التحضين عند تقييم النشاط المضاد للسكري باستخدام اختبار امتصاص الغلوكوز في خلايا الخميرة، كما تشير إلى أن بعض المستخلصات النباتية قد تمارس تأثيراتها المضادة للسكري من خلال آليات مختلفة لا تقتصر فقط على التحفيز المباشر لنقل الغلوكوز، مما يعكس التعقيد البيولوجي لتنظيم أيض الغلوكوز بواسطة المركبات النباتية الفعالة.

9-التداخلات الدوائية مع النباتات الطبية المدروسة

تعتبر التداخلات الدوائية مع النباتات الطبية من أهم الجوانب السريرية التي يجب مراعاتها، خاصة لدى مرضى السكري الذين يتناولون غالباً أدوية متعددة للأمراض المزمنة. تستهدف النباتات المدروسة آليات استقلابية وإنزيمية متعددة، مما يجعل دمجها مع الأدوية الكيميائية سلاحاً ذا حدين.

فيما يلي مناقشة موسعة للتداخلات الدوائية لكل نبات:

تداخل مع مضادات التخثر	تثبيط إنزيمات الكبد (CYP3A4)	السمية العصبية	خطر هبوط السكر المفرط	النبات (Plant)
آمن	آمن	آمن	تأثير مضاعف (Potentiation)	الزيتون (Olea)
آمن	تهيج الكبد بالجرعات العالية	مرتفع (بسبب الثوجون)	مخاطر منخفضة	الشيح (Artemisia)
آمن	بيانات غير كافية	آمن	خطر عالي عند الدمج	الجيمنيما (Gymnema)
آمن	تثبيط قوي (خطر على الرضع)	آمن	مستقر	البرباريس (Berberis)
تداخل حرج (مع الوارفارين)	آمن	آمن	آمن	التوت الغوجي (Goji)

الشكل 4.14: مصفوفة المأمونية الدوائية للمستخلصات النباتية المدروسة.

1. أوراق الزيتون (Olea europaea)

يجب الحذر الشديد عند استخدام مستخلص ورق الزيتون مع الأدوية الكيميائية الخافضة لضغط الدم أو أدوية السكري، لتجنب حدوث انخفاض حاد ومفاجئ في مستوياتهما بسبب ما يُعرف بتأثير التقوية**(Potentiation effect)** .

التوسعة العلمية: تعمل أوراق الزيتون كـ "موسعات وعائية" ومثبطات لإنزيم محول الأنجيوتنسين **(ACE)**بشكل طبيعي. دمجها مع أدوية الضغط) مثل **Lisinopril** أو **(Amlodipine** يؤدي إلى هبوط تآزري في الضغط قد يسبب الدوار والإغماء. أما بالنسبة للسكري، فإن أوراق الزيتون تزيد من إفراز الإنسولين وتحسن حساسيته، ودمجها مع أدوية مثل "الميتفورمين" أو "السلفونيل يوريا" يضاعف من خطر هبوط السكر المفاجئ**(Hypoglycemia)** .

2. الجيمنيما (Gymnema sylvestre)

يؤدي تناول الجيمنيما إلى انخفاض مفرط في سكر الدم، وهو أثر سريري بالغ الأهمية خاصة عند دمجها مع الأدوية الخافضة للسكر، مما يزيد من خطر حدوث أعراض هبوط السكر مثل التعرق

والدوخة والتعب .كما لم يتم تحديد تأثيرات الاستخدام المزمن على التفاعلات الدوائية المحتملة بشكل كامل.

التوسعة العلمية: تُعرف الجيمنيما بقدرتها على تحفيز خلايا بيتا في البنكرياس لتجديد نفسها وإفراز الإنسولين. دمجها مع الإنسولين الخارجي أو محفزات الإفراز) مثل **(Glibenclamide** يخلق حالة خطيرة من فرط الإنسولين في الدم. طبياً، يتطلب البدء بتناول الجيمنيما مراقبة يومية دقيقة لسكر الدم، وغالباً ما يضطر الطبيب إلى تخفيض جرعة الأدوية الكيميائية لتفادي غيبوبة نقص السكر.

3. البرباريس (Berberis) ومركّب البربرين(Berberine)

من الناحية الاستقلابية، يمتلك البربرين قدرة قوية على تثبيط بعض إنزيمات الكبد، وتحديداً إنزيم **(CYP3A4)**، مما يؤدي إلى رفع مستويات الأدوية الأخرى في الدم وتراكمها.

التوسعة العلمية: هذا هو أحد أخطر التداخلات الدوائية الحرجة. إنزيم **(Cytochrome P450 3A4)** مسؤول عن استقلاب أكثر من 50% من الأدوية الموصوفة طبياً. تثبيط البربرين لهذا الإنزيم يعني أن أدوية مثل "الستاتينات) "أدوية خفض الكوليسترول مثل **(Atorvastatin** لن تتكسر في الكبد، مما يؤدي إلى ارتفاع تركيزها في الدم وتسببها بآثار سمية خطيرة مثل انحلال العضلات المخططة **(Rhabdomyolysis)**. كما يتداخل بشدة مع أدوية سيولة الدم، ومضادات الاكتئاب، ومثبطات المناعة.

4. التوت الغوجي(Lycium barbarum)

هناك تداخل دوائي خطير بين توت الغوجي ومضادات التخثر مثل دواء "الوارفارين " **(Warfarin)**، حيث يعزز التوت من التأثير المضاد لتخثر الدم، مما يؤدي إلى زيادة احتمالية وخطر

الإصابة بالنزيف .كما يُحتمل أن يؤثر التوت الغوجي على استقلاب العديد من الأدوية عبر إنزيمات الكبد.

التوسعة العلمية: المركبات الموجودة في توت الغوجي تثبط إنزيم **(CYP2C9)** في الكبد، وهو الإنزيم الرئيسي المسؤول عن التخلص من الوارفارين في الجسم. نتيجة لذلك، ترتفع قيمة **(INR)** لدى المريض بشكل حاد، وقد يصاب بنزيف داخلي أو كدمات مفاجئة. لذلك، يُمنع طبياً دمج مستخلصات توت الغوجي مع الوارفارين أو الأسبرين دون إشراف طبي صارم.

5. الشيح (Artemisia)

يحتوي الشيح على مركب "الثوجون **(Thujone)** "الذي يمتلك سمية عصبية عند الجرعات المرتفعة، وقد يسبب تهيجاً في الكبد واضطرابات عصبية مثل التشنجات، ويُوصى بتجنبه تماماً لدى المرضى الذين يعانون من أمراض عصبية أو كبدية.

التوسعة العلمية: لأن مركب الثوجون يمتلك تأثيراً محفزاً للجهاز العصبي وقد يسبب تشنجات، فإنه يعاكس ويُبطل مفعول الأدوية المضادة للتشنج والصرع) مثل **Phenytoin** و **.(Valproic acid** بالإضافة إلى ذلك، فإن تأثيره المهيج للكبد يجعله خطيراً إذا تم تناوله مع الأدوية التي تحمل طابعاً سُمياً للكبد **(Hepatotoxic drugs)** مثل الجرعات العالية من الباراسيتامول أو أدوية السل.

خلاصة سريرية: إن اللجوء إلى طب الأعشاب والنباتات **(Phytomedicine)** بالتزامن مع الطب التقليدي **(Allopathic medicine)** يتطلب منهجية حذرة. النباتات المدروسة تمتلك فعالية مؤكدة في خفض مستويات سكر الدم الصيامي وتحسين كفاءة الإنسولين، ولكن دمجها العشوائي يؤدي إلى خطرين رئيسيين:

1. تداخل ديناميكي دوائي**(Pharmacodynamic)** : متمثل في التأثير التآزري المؤدي لهبوط السكر والضغط الشديد**.**
2. تداخل حركي دوائي**(Pharmacokinetic)** : متمثل في تثبيط إنزيمات الكبد المسؤولة عن تصفية الأدوية (خاصة بسبب البربرين وتوت الغوجي)، مما يحول الجرعات الدوائية الآمنة إلى جرعات سامة.

مراجع الفصل الرابع:

[1] avia DL, Lampman GM, Kriz GS, Vyvyan JR. Introduction to Spectroscopy. 3rd ed. Belmont (CA): Brooks/Cole; 2001

[2] Dalla Rosa A, Junges A, Fernandes IA, Cansian RL, Corazza ML, Franceschi E, et al. High pressure extraction of olive leaves (Olea europaea): bioactive compounds, bioactivity and kinetic modelling. J Food Sci Technol. 2019 Aug;56(8):3864-3876. doi: 10.1007/s13197-019-03856-w.

[3] Dehimi K, Hamina DC, Hadji A, Benchettouh BF, Djerarda H, Boussadia G, Bouafia S. Phenolic Profile, Antioxidant, and Antibacterial Activities of Extracts and Essential Oils of Algerian Artemisia herba-alba and Thapsia garganica. Trop J Nat Prod Res. 2025;9(5):2335-2340.

[4] Mourya KK, Gupta V, Kumar GP. Analysis of phytoconstituents in Morus alba & Gymnema sylvestre leaves. J Pharm Negat Results. 2022;13(Special Issue 9):9591-9597. doi:10.47750/pnr.2022.13.509.1121

[5] Chobdar Rahim M, Gök H, Karaman S, Korkmaz M, Öztürk M. Comparative evaluation of total phenolic, flavonoid contents and antioxidant activities of some endemic plants from Turkey. Journal of Analytical Chemistry. 2025;80 (3):398–405.

الخـــاتمة

خاتمة عامة

تُمثل هذه الدراسة إسهاماً علمياً تطبيقياً يسعى إلى إرساء دعائم متينة للطب التكميلي والبديل، من خلال التقييم الكيميائي النباتي والبيولوجي الدقيق لخمسة من أهم النباتات الطبية المستخدمة في الممارسات التقليدية لعلاج داء السكري: أوراق الزيتون، الأجزاء الهوائية للشيح، أوراق الجيمنيما، ثمار البرباريس، وثمار التوت الغوجي .

أثبتت التحليلات الكيميائية والطيفية المتقدمة (**UV-Vis** و**FTIR**) كفاءة بروتوكولات الاستخلاص المعتمدة، وغنى هذه العينات بنواتج الأيض الثانوي النشطة حيوياً، كالمركبات الفينولية، الفلافونويدات، التربينات، والقلويات .وقد كشف التقدير الكمي عن تفوق جلي لمستخلص أوراق الزيتون في محتواه الفينولي الكلي، في حين تصدر مستخلص الشيح قائمة النباتات المدروسة من حيث تركيز الفلافونويدات. هذا التباين الكيميائي البنيوي لم يكن مجرد اختلاف كمي فحسب، بل انعكس بشكل مباشر على الفعالية البيولوجية وتعدد آليات التأثير لكل نبات .

على الصعيد البيولوجي المجهري(**In vitro**) ، كشفت الدراسة عن مسارات علاجية متباينة للمستخلصات في إدارة مستويات الغلوكوز .فمن جهة، أبدى مستخلص أوراق الجيمنيما، متبوعاً بأوراق الزيتون، قدرة تثبيطية فائقة لإنزيم ألفا–أميلاز (**α-amylase**) عند تراكيز منخفضة، ما يؤكد فاعليتهما المباشرة في كبح تحلل الكربوهيدرات المعقدة وتأخير امتصاص السكريات المعوية .ومن جهة أخرى، تميزت ثمار البرباريس والتوت الغوجي بفعالية استثنائية في تعزيز النقل الغشائي وامتصاص الغلوكوز الخلوي وفقاً لنموذج خلايا الخميرة التجريبي، متفوقة بذلك على بقية المستخلصات، لا سيما مع زيادة فترات التحضين الزمنية.

إلى جانب إثبات الفعالية، شكلت مسألة المأمونية الدوائية ركيزة أساسية في هذه الدراسة، حيث تم وضع مصفوفة لليقظة الدوائية تحذر من المخاطر السريرية الناجمة عن الاستعمال العشوائي لهذه النباتات بالتزامن مع الأدوية الصيدلانية .وقد تجلى ذلك بوضوح في رصد قدرة مركب البربرين على تثبيط إنزيمات الكبد**(CYP3A4)** ، ومخاطر التداخل الحركي بين التوت الغوجي ومضادات التخثر، فضلاً عن الآثار التآزرية **(Potentiation)** لأوراق الزيتون والجيمنيما التي قد تفضي إلى نوبات هبوط سكر حادة وغير متوقعة .

الآفاق المستقبلية والتوصيات:

تفتح النتائج الإيجابية المحصلة في هذه الدراسة آفاقاً بحثية وتطبيقية واسعة، وتدعو إلى توجيه الجهود العلمية نحو النقاط الآتية:

- **الانتقال إلى الدراسات الحية(In vivo)** : تطبيق اختبارات الفعالية على النماذج الحيوانية المخبرية لتأكيد النتائج، وتقييم السمية الحادة والمزمنة لتحديد الهامش العلاجي الآمن.
- **الفصل الكروماتوغرافي:** التوجه نحو تقنيات العزل المتقدمة للحصول على المركبات الفعالة النقية (مثل حمض الجيمنيميك، الأوليوروبين، والبربرين) ودراسة آلياتها الجزيئية بشكل منفرد.
- **التقييس الدوائي(Standardization)** : إدراج بروتوكولات سريرية صارمة تحدد الجرعات الآمنة للمستحضرات العشبية، مع الأخذ بعين الاعتبار التداخلات الدوائية–العشبية لضمان سلامة المرضى.
- **التثمين الاقتصادي:** تشجيع إرساء مشاريع ومؤسسات ناشئة **(Spin-offs)** تستثمر في هذا التنوع البيولوجي لتطوير مكملات غذائية طبيعية ومستحضرات صيدلانية معتمدة، تُسهم في تخفيف الأعباء العلاجية والاقتصادية المرتبطة بإدارة داء السكري.

الملاحق

الملاحق

ميزان عادي

ميزان حساس

جهاز المبخر الدوراني

جهاز السوكسليت Soxhlet

الفرن

جهاز UV-vis

II

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

Hadjer Aguib, Latifa Aguib, Amira Boutayeb, Aya Hamima, Abdelkrim Rebiai*
Laboratory of Applied Chemistry and Environment, University of El Oued, Algeria
Corresponding's Author Email: Rebiai-Abdelkrim@univ-eloued,dz

Poster ID

Abstract

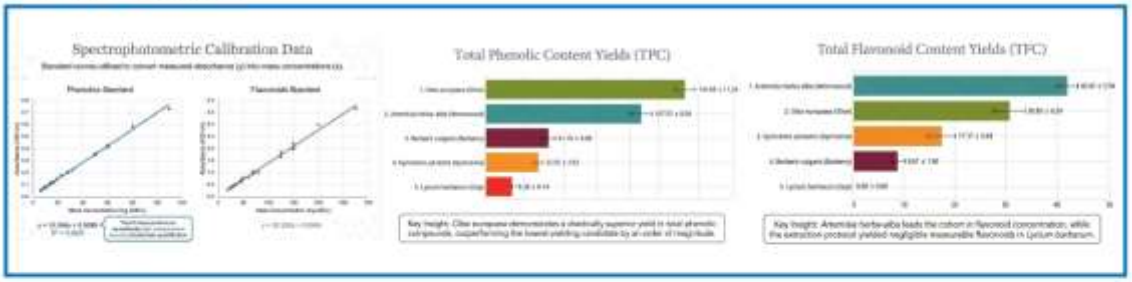
This study aims to quantify total phenols (TPC) and flavonoids (TFC) in five medicinal plant extracts: Olive, Mugwort, Barberry, Gymnema, and Goji berry. Extracts were prepared using 96% ethanol via ultrasonication, maceration, and rotary evaporation. TPC was determined using the Folin-Ciocalteu reagent, and TFC using Aluminum chloride. Results showed that Olive extract had the highest TPC (144.05 ± 11.24 mg GAE/g), while Mugwort recorded the highest TFC (42.40 ± 5.94 mg QE/g). Conversely, Goji berry showed the lowest levels in both measurements. In conclusion, Olive and Mugwort extracts are the richest in antioxidant compounds, supporting their potential therapeutic applications.
Keywords: Antioxidants; Extraction; Flavonoids; Medicinal plants; Spectrophotometry; Total phenols.

Introduction

alternatives and supplements for blood sugar regulation. This therapeutic effect is primarily attributed to their bioactive components, particularly **phenolic compounds and flavonoids**, which are highly valued for their **antioxidant properties**. This research highlights the necessity for a precise, scientifically-backed evaluation of these active substances. The primary objective is the **quantitative estimation of the total phenolic and flavonoid contents** in the extracts of five medicinal plants locally used for this purpose: **Olive** (*Olea europaea*), **Mugwort** (*Artemisia herba-alba*), **Barberry** (*Berberis vulgaris*), **Gymnema** (*Gymnema sylvestre*), and **Goji berry** (*Lycium barbarum*). To achieve this goal, the samples were prepared through meticulous extraction steps, including maceration in 98% ethanol and **ultrasonication**. Subsequently, **spectrophotometric methods** were employed; the Total Phenolic Content (TPC) was determined using the **Folin-Ciocalteu** reagent, while the Total Flavonoid Content (TFC) was evaluated using the **aluminum chloride** reagent.
The accurate quantitative assessment of these active compounds not only provides a scientific rationale for the traditional use of these plants but also paves the way for valorizing natural resources to develop safe and supportive pharmaceutical applications.

Materials

Results & Discussion



Conclusion

The results of this study reveal a significant variation in the concentrations of active compounds among the five studied plant extracts. Based on the quantitative analysis, the following can be concluded:

- Olive and Mugwort are the richest in antioxidant compounds (phenols and flavonoids) compared to the other evaluated extracts.
- The Olive extract notably exhibited the highest Total Phenolic Content, while the Mugwort extract recorded the highest Total Flavonoid Content.
- Conversely, the Goji berry extract showed the lowest levels in both measurements.

The remarkable richness of Olive and Mugwort extracts in bioactive compounds accounts for their antioxidant properties. This provides strong scientific and practical support for the therapeutic and traditional uses of these two plants as effective natural alternatives and supplements for blood sugar regulation.

References

[1] Bouzabata, A., & Mahomoodally, M. F. (2020). A quantitative documentation of traditionally-used medicinal plants from Northeastern Algeria: Interactions of beliefs among healers and diabetic patients. Journal of Herbal Medicine, 22, 100318.
[2] Chelghoum, M., Khitri, W., Bouzid, S., & Lakermi, A. (2021). New trends in the use of medicinal plants by Algerian diabetic patients, considerations of herb-drug interactions. Journal of ethnopharmacology, 274, 113984.

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

Amira Boutayeb, Aya Hamima, Hadjer Aguib, Latifa Aguib, Abdelkrim Rebiai*
Laboratory of Applied Chemistry and Environment, University of El Oued, Algeria
Corresponding's Author Email: Rebiai-Abdelkrim@univ-eloued,dz

Poster ID

Abstract

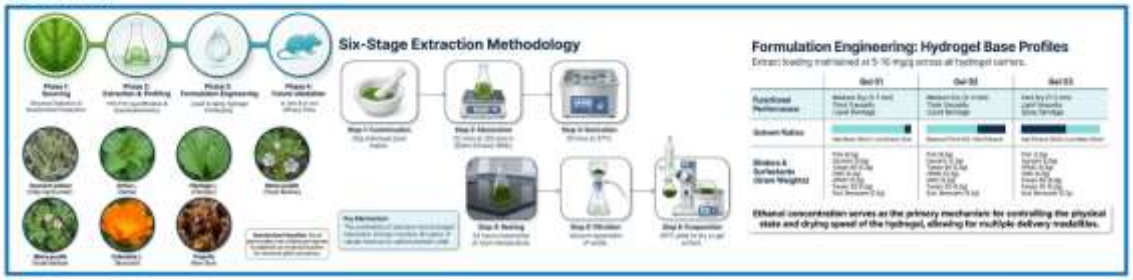
The development of natural hydrogel wound dressings has gained significant interest in the biomedical field. This study aims to formulate and evaluate liquid and spray hydrogel bandages loaded with propolis and extracts from five medicinal plants: Teucrium polium, Urtica L., Plantago L., Malva parsifla, and Calendula L. The Total Phenolic Content (TPC) and Total Flavonoid Content (TFC) were quantified spectrophotometrically using Folin-Ciocalteu and Aluminium chloride reagents, respectively. Subsequently, the extracts (5-10 mg/g) were incorporated into three hydrogel formulations varying in Polyvinyl Alcohol (PVA), Carboxymethyl Cellulose (CMC), and Hydroxypropyl Methylcellulose (HPMC) concentrations. Phytochemical screening revealed that Calendula L. exhibited the highest TPC (165 ± 10.32 mg GAE/g), whereas Urtica L. and Propolis showed the highest TFC (12.06 and 9.91 ± 1.83 mg QE/g, respectively). The formulated hydrogels demonstrated distinct physical properties based on their composition. Formulations 1 and 2 were thick liquid bandages with medium drying times of 5-7 and 3-4 minutes, respectively. In contrast, Formulation 3 successfully produced a light spray bandage with a rapid drying time of 1-2 minutes. In conclusion, integrating these antioxidant-rich extracts into tailored PVA/CMC/HPMC matrices offers promising fast-drying therapeutic wound dressings. Future work will focus on extensive physicochemical, mechanical, and in-vivo biological evaluations.

Keywords: Antioxidant; Extraction; Flavonoids; Medicinal plants; Spectrophotometry; Total phenols

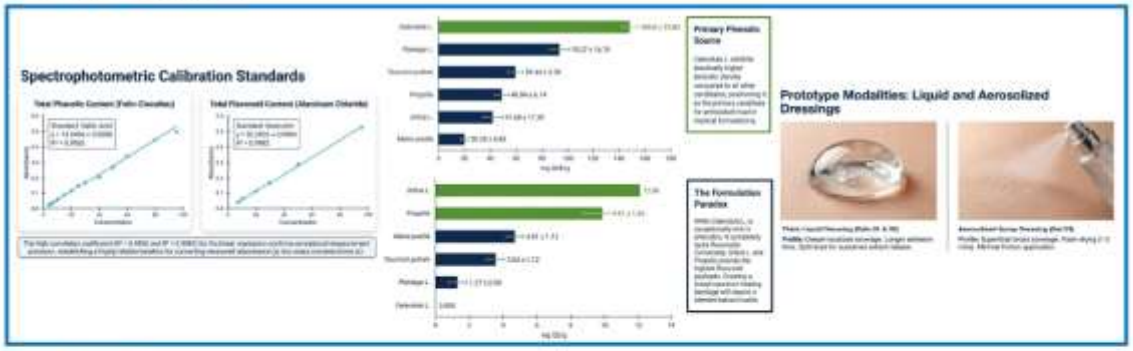
Introduction

The biomedical field is increasingly focused on developing advanced natural wound dressings. Medicinal plant extracts and propolis are exceptionally rich in bioactive compounds, particularly phenols and flavonoids, which possess potent antioxidant properties. This study aims to formulate innovative hydrogel bandages integrating extracts from five plants—Teucrium polium, Urtica L., Plantago L., Malva parsifla, and Calendula L.—alongside propolis. The methodology involves ultrasonic extraction and spectrophotometric quantification of these active antioxidants. Subsequently, the extracts are incorporated into tailored polymer matrices comprising PVA, CMC, and HPMC. This successfully yields both liquid and spray hydrogel bandages with customized consistencies and rapid drying times (1 to 7 minutes). These natural, fast-drying dressings offer immediate, promising therapeutic wound coverage.

Materials



Results & Discussion



Conclusion

The findings of this study highlight the promising potential of developing innovative liquid and spray hydrogel wound dressings based on natural extracts rich in antioxidants. Based on the phytochemical analysis and physical evaluation of the formulations, we conclude the following:

- Chemical Efficacy: The phytochemical screening demonstrated that Calendula L. extract exhibited the highest Total Phenolic Content (165 ± 10.32 mg GAE/g). Conversely, Urtica L. and Propolis extracts recorded the highest levels of flavonoids.
- Bandage Properties: The successful incorporation of these extracts into polymer matrices (PVA, CMC, and HPMC) produced three formulations with distinct consistencies and drying times. Formulation 3 proved to be a highly effective, light spray bandage with a rapid drying time of 1-2 minutes. In contrast, Formulations 1 and 2 yielded thick liquid bandages with medium drying times ranging from 3 to 7 minutes.
- Future Perspectives: These innovative formulations represent a crucial and promising step forward. Future work will focus on conducting comprehensive chemical, physical, and mechanical testing of the prepared dressings, with the ultimate goal of performing in-vivo evaluations on experimental mice to assess their healing efficacy.

References

[1] Kapare, H. S., Giram, P. S., Raut, S. S., Gaikwad, H. K., & Paiva-Santos, A. C. (2023). Formulation development and evaluation of Indian propolis hydrogel for wound healing. Gels, 9(5), 375.
[2] Căilina, I. C., Sclărișoreanu, A., Demeter, M., Mănăilă, E., & Crăciun, G. (2025). Strategies for Incorporating Natural Therapeutic Agents into Hydrogel Dressings: Innovations in Wound Healing Polymers, 17(23), 3105.
[3] Suhandi, C., Wilar, G., Mohammed, A. F. A., Muchtaridi, M., Shamsuddin, S., Safuan, S., ... & Wathoni, N. (2025). Hydrogel film-forming spray formulation containing propolis-based nanostructured lipid carriers of α-mangostin for diabetic wound repair. OpenNano, 100275.