



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

جامعة الشهيد حمه لخضر – الوادي

كلية التكنولوجيا

مذكرة نهاية الدراسة لنيل شهادة

ماستر أكاديمي/ براءة اختراع

ميدان : التكنولوجيا

شعبة: هندسة الطرائق

تخصص: هندسة كيميائية

من إعداد الطلبة:

سروطي حسام الدين

مقيرحي ضياء الدين

وقادي شكري

الموضوع

استخلاص وتوصيف الجيلاتين وتطبيقاته

نوقشت في: 11 / 06 / 2024

أمام لجنة المناقشة:

|              |   |                 |                       |
|--------------|---|-----------------|-----------------------|
| جامعة الوادي | رئيسا                                   | أستاذ مساعد (ب) | د. زغود سمية          |
| جامعة الوادي | مناقش                                   | أستاذ مساعد (ب) | د. ثابت أمينة         |
| جامعة الوادي | مسؤول مركز دعم<br>التكنولوجيا والابتكار | أستاذ محاضر (أ) | د. ميلودي عبد المنعم  |
| جامعة الوادي | مشرفا                                   | أستاذ متعاقد    | د. بن عمر إلهام       |
| جامعة الوادي | مساعد المشرف                            | أستاذ محاضر (أ) | د. بن عمر محمد العربي |

الموسم الجامعي: 2023/2024

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

# الشكر والحمد لله

قال رسول الله صلى الله عليه وسلم:

"من سلك طريقا يلتمس فيه علما، سهل الله له به طريقا إلى الجنة"

الحمد والشكر لله الذي أعطانا من فضله ورحمته ويسر لنا أمورنا ونور دروبنا لإنجاز هذا العمل المتواضع، سائلين الله أن يوفقنا ويسدد خطانا ويبسط لنا خيرات العلم ويوفقا فيما تبقى منه راجين من الله مزيدا من النجاح والتوفيق والله سميع عليم مجيب الدعاء.

فإننا نتوجه بالشكر والتقدير لكل من علمنا حرفا ولأساتذتنا الفضلاء ونخص بالذكر للأستاذة الفاضلة الدكتورة بن عمر إلهام وأستاذتنا العزيزة د. همامي هادية والدكتورة سمية زيغود والدكتور بن عمر محمد العربي و أ.د. ربيعي عبد الكريم و أ.جبروني سعيد على مساندهم لنا ووقوفهم معنا في هذا العمل وعدم ادخارهم اي جهد في توجيهنا راجين من المولى عز وجل أن يمدهم بدوام الصحة والعافية والتوفيق في الدنيا والآخرة.

وبعدها الشكر موصول لكل من ساندنا في المسيرة الدراسية بداية بالوالدين ثم العائلة والأصدقاء والزملاء داعين الله سبحانه أن يرزقهم العفو والعافية.

# الإهداء

إلى أمي الحبيبة، ينبوع الحب والحنان، التي كانت دوماً مشعل الأمل  
ونبراس النجاح في حياتي، أهديك هذه المذكرة تعبيراً عن عرفاني  
وامتناني الذي لا ينضب.

إلى أبي العزيز، مصدر الإلهام والقوة، الذي غرس في نفسي حب التعلم  
والعمل الدؤوب، أقدم لك هذه الثمرة الغالية عرفاناً وتقديراً لكل ما قدمته من  
دعم وحب.

إلى إخوتي الأعزاء، شركاء العمر وأصدقاء الروح، أنتم من كنتم بجانبني  
في كل خطوة، وبدونكم لم يكن هذا الإنجاز ليتحقق، فلکم مني كل الحب  
والتقدير.

إلى أستاذتي المشرفة د. إلهام بن عمر و د. همامي هادية، التي كانت  
نبراساً لي في طريق البحث والعلم، شكراً لك على توجيهاتك السديدة  
ودعمك اللامحدود، لقد كان لك دور كبير في تحقيق هذا الإنجاز.  
وفي الختام، إلى أصدقائي الأعزاء وكل من ساندني وساهم في تحقيق هذا  
العمل، شكراً من القلب على كل لحظة دعم وتفان، فلقد كنتم جزءاً لا يتجزأ  
من هذا الإنجاز الباهر.

مقيرحي ضياء الدين

# الإهداء

وصلت رحلتي الجامعية في شهادة الماستر الى نهايتها بعد تعب ومشقة وها أنا ذا أختتم بحث تخرجي بكل همّة ونشاط، وأنا ممتن ومتشكر لكل من كان له الفضل في مسيرتي وساعدني ولو باليسير.

الى صاحب السيرة العطرة والفكر المستنير فلقد كان له الفضل الأول من بعد الله في بلوغي التعليم العالي أطال الله في عمره

## والدي العزيز

الى من وضعتني على طريق الحياة وجعلتني رابط الجأش وراعنتني حتى صرت كبيراً أعزها الله وجعلها تاج فوق رؤوسنا

## أمي الغالية

الى اخوتي وعائلتي وأصدقائي وكل من ساعدني في تجاوز الكثير من العقبات والصعاب.

الى جميع أساتذتي الذين كان لهم الفضل في توجيهي وتأطيري للوصول الى هذا المستوى وخاصة د. إلهام بن عمر المشرفة على هاته المذكرة ود. همامي هادية.

وقادي شكري

# الإهداء

مرت قاطرة البحث بكثير من العوائق، ومع ذلك حاولت أن أتخطاها  
بثبات بفضل من الله.

إلى النائمة طويلاً، سلاماً على روحك البيضاء وجعل الله قبرك روح  
وريحان وجنه ونعيم

## جدتي الحنونة

إلى من أفضلها على نفسي ولم لا فلقد ضحت من أجلي، ولم تدخر جهداً  
في سبيل إسعادي على الدوام

## أمي الحبيبة

صاحب الوجه الطيب والأفعال الحسنة، فلم يبخل على طيلة حياته

## والدي العزيز

إلى أصدقائي وعائلي وجميع من وقفوا بجواري وساعدوني بكل ما  
يملكون وفي أصعده كثيرة، ولا ينبغي أن أنسى أساتذتي ممن كان لهم الدور  
الأكبر في مساندتي ومدني بالمعلومات القيمة وخاصة د. إلهام بن عمر و د.  
همامي هادية و د. سمية زيغود و د. فرحات فؤاد، أهدي لكم بحث تخرجي،  
داعياً المولى عز وجل أن يطيل في أعماركم ويرزقكم بالخيرات.

سروطي حسام الدين

## ملخص:

الجيلاتين عبارة عن مادة بروتينية نشطة بيولوجياً يتم الحصول عليها من التحلل المائي للكولاجين الذي يتم الحصول عليه من العظام والجلد والثدييات مثل الماشية والدواجن، تهدف هذه الدراسة إلى استخلاص الجيلاتين من أرجل الدجاج ، وتخليق جسيمات أكسيد الزنك النانوية المدعمة بالجيلاتين المحضر، تم فحص العينات باستخدام عدة طرق تحليلية منها FTIR و UV-vis ، تم الحصول على مردود الجيلاتين بنسبة 10%، كما حاولنا تقييم إزالة صبغة أزرق الميثيلين كنموذج لصبغة قابلة للذوبان في الماء باستخدام مركب ZnO NPs ومركب أكسيد الزنك@الجيلاتين النانوي (ZnO@Gelatin nanocomposite) ، حيث أظهرت الدراسة الحالية تقنية واعدة لاستغلال المخلفات الحيوانية لاستخراج الجيلاتين و التخلص من الأصباغ الكاتيونية من الماء.

**الكلمات المفتاحية:** الإستخلاص، الجيلاتين، أزرق الميثيلين.

## Abstract:

Gelatin is a biologically active protein material obtained from the hydrolysis of collagen, which is sourced from the bones, skin, and connective tissues of mammals such as cattle and poultry. This study aims to extract gelatin from chicken feet and synthesize gelatin-supported zinc oxide nanoparticles. The samples were analyzed using various analytical methods including FTIR and UV-vis spectroscopy. A yield of 10% gelatin was obtained. We also attempted to evaluate the removal of methylene blue, a model water-soluble dye, using ZnO nanoparticles and a zinc oxide@gelatin nanocomposite (ZnO@Gelatin nanocomposite). This study presents a promising technique for utilizing animal waste to extract gelatin and remove cationic dyes from water.

**Keywords:** Extraction, gelatin, methylene blue.

| الرمز   | المعنى                           |
|---|----------------------------------|
| Ash%  | النسبة المئوية للرماد            |
| AC  | محتوى الرماد                     |
| C <sub>6</sub> H <sub>8</sub> O <sub>7</sub>    | حمض الستريك                      |
| Ca(OH) <sub>2</sub>                             | هيدروكسيد الكالسيوم              |
| COOH <sub>3</sub> CH                            | حمض الخليك                       |
| (CH <sub>3</sub> COOH) <sub>2</sub> Pb          | خلات الرصاص                      |
| CuSO <sub>4</sub>                               | كبريتات النحاس                   |
| CH <sub>3</sub> COOH                            | حمض الأسيتيك                     |
| CaO   | أكسيد الكالسيوم                  |
| IR- ATR, FTIR                                   | مطيافية الأشعة تحت الحمراء       |
| Ge-ZnO NPs                                      | جزيئات أكسيد الزنك النانوية      |
| HCl   | حمض الهيدروكلوريك                |
| H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>                  | حمض الكبريت                      |
| MRI   | التصوير بالرنين المغناطيسي       |
| MC  | محتوى الرطوبة                    |
| NaOH  | هيدروكسيد الصوديوم               |
| NaCl  | كلوريد الصوديوم                  |
| (NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> | كبريتات الأمونيوم                |
| NaHCO <sub>3</sub>                              | بيكربونات الصوديوم               |
| NPs   | الجسيمات النانوية                |
| pH  | درجة حموضة                       |
| UV-VIS  | المطيافية فوق البنفسجية والمرئية |
| ZnO NPs   | جسيمات أكسيد الزنك النانوية      |
| α   | ألفا                             |
| C <sub>0</sub>                                  | التركيز الاولي                   |
| C <sub>e</sub>                                  | التركيز الفوري                   |
| C°  | درجة الحرارة                     |

## قائمة الرموز

---

|                 |                  |
|-----------------|------------------|
| لتر             | L                |
| غرام            | g                |
| ساعة            | h                |
| امتصاصية العظمة | $\lambda_{\max}$ |
| نسبة المئوية    | %                |

الفصل الأول

- الشكل 1.I: الهيكل الحلزوني الثلاثي للكولاجين مع الثلاثة سلاسل  $\alpha$  [7].....6
- الشكل 2.I: صيغة وحدة بنائية للجيلاتين [17].....7
- الشكل 3.I: أهم مصادر الجيلاتين.....8
- الشكل 4.I: عملية استخراج الجيلاتين.....10
- الشكل 5.I: أهم تطبيقات الجيلاتين.....14

الفصل الثالث

- الشكل 1.III: أنواع الجسيمات النانوية ( مستنسخة بإذن من كريستينا وآخرون [9] ).....43
- الشكل 2.III: أنواع المواد النانوية ذات الأساس الكربوني ( مستنسخة بإذن من تشانغ وآخرون [11] ).....43
- الشكل 3.III: طرق توليف مختلفة لتحضير الجسيمات النانوية المعدنية [16].....44
- الشكل 4.III: رسم تخطيطي تمثيلي لتقنية sol-gel ( مستنسخة بإذن من بليبي وآخرون [17] ).....46
- الشكل 5.III: رسم تخطيطي تمثيلي لطريقة الخضراء ( مستنسخة بإذن من ياسين وآخرون [22] ).....47

الفصل الرابع

- الشكل 1.IV: (a) أرجل الدجاج قبل التقطيع. (b) أرجل الدجاج بعد التقطيع.....58
- الشكل 2.IV: (a) تحضير محلول NaOH. (b) معالجة العينة بمحلول NaOH.....59
- الشكل 3.IV: (a) تحضير محلول اسيتيك. (b) معالجة العينة بمحلول حمض اسيتيك.....59
- الشكل 4.IV: (a) تحلل كولاجين الى جيلاتين. (b) مرحلة الحصول على الجيلاتين.....60
- الشكل 5.IV: مخطط يوضح طريقة انتاج الجيلاتين.....60
- الشكل 6.IV: (a) تحضير محلول ZnO NPs. (b) تحضير محلول جيلاتين.....62
- الشكل 7.IV: استخلاص أكسيد الزنك @ الجيلاتين النانوي.....62
- الشكل 8.IV: جهاز الأشعة المرئية وفوق البنفسجية (UV-Visible).....63
- الشكل 9.IV: صورة لجهاز مطيافية الأشعة تحت الحمراء (ATR-FTIR).....64
- الشكل 10.IV: (a) العينة قبل إضافة الكاشف ( NaOH و CuSO4 ). (b) العينة بعد إضافة الكاشف.....66
- الشكل 11.IV: (a) العينة قبل إضافة الكاشف (CH3COOH)2Pb. (b) العينة بعد إضافة الكاشف.....66
- الشكل 12.IV: منحني أطياف UV-Vis للجيلاتين المستخرج من أرجل الدجاج والجيلاتين التجاري.....68
- الشكل 13.IV: منحني أطياف UV-Vis للـ ZnO NPs و للمركب أكسيد الزنك @ الجيلاتين النانوي.....68

- الشكل 14.IV: أطياف الأشعة تحت الحمراء ( FTIR) للجيلاتين المستخرج من أرجل الدجاج وجيلاتين التجاري.....69
- الشكل 15.IV: أطياف الأشعة تحت الحمراء ( FTIR) للـ ZnO NPs و ZnO@Gelatin nanocomposite.....70
- الشكل 16.IV: تأثير الوقت على تفاعل على تحلل صبغة أزرق الميثيلين: (a) ZnO NPs، و (c) مركب أكسيد الزنك@الجيلاتين النانوي؛ نسبة تحلل صبغة أزرق الميثيلين ZnO NPs (b)، (d) مركب أكسيد الزنك@الجيلاتين النانوي.....71

### الفصل الأول

جدول 1.I: النسبة المئوية للجيلاتين الموجود في بعض مصادره الرئيسية.....7

جدول 2.I: طرق مختلفة لاستخراج الجيلاتين.....10

### الفصل الرابع

جدول 1.IV: المواد الكيميائية المستعملة.....57

جدول 2.IV: خصائص المصادر المختلفة للجيلاتين.....67

الإهداء

الشكر والعرفان

قائمة الرموز

قائمة الأشكال

قائمة الجداول

الفهرس

المقدمة العامة ..... 2

الجزء النظري: عموميات حول الجيلاتين

1.I. نبذة تاريخية على الجيلاتين ..... 5

2.I. تعرف الكولاجين ..... 5

3.I. بنية وتركيبية الكولاجين ..... 6

4.I. تعريف الجيلاتين ..... 6

5.I. بنية وتركيبية الجيلاتين ..... 6

6.I. مصادر الجيلاتين ..... 7

7.I. طرق استخلاص الجيلاتين ..... 8

1.7.I. الطريقة الحمضية للاستخراج ..... 8

2.7.I. طريقة الاستخراج بمساعدة الموجات فوق الصوتية ..... 9

3.7.I. الطريقة الإنزيمية للاستخراج ..... 9

4.7.I. الاستخراج بالضغط العالي ..... 9

8.I. خصائص الجيلاتين ..... 12

1.8.I. الخصائص الفيزيائية ..... 12

1.1.8.I. قوة التجميد ..... 12

2.1.8.I. آلية هلام الجيلاتين ..... 12

|         |                               |
|---------|-------------------------------|
| 12..... | 3.1.8.I الذوبانية والانتفاخ   |
| 13..... | 4.1.8.I الزوجة                |
| 13..... | 5.1.8.I الرقم الهيدروجيني     |
| 13..... | 6.1.8.I التعكر (أو الشفافية)  |
| 13..... | 2.8.I الخصائص الكيميائية      |
| 13..... | 1.2.8.I لون                   |
| 13..... | 2.2.8.I رائحة وتذوق           |
| 13..... | 3.2.8.I قوة سماكة             |
| 13..... | 4.2.8.I قوة تشكيل الفيلم      |
| 14..... | 9.I تطبيقات الجيلاتين         |
| 14..... | 1.9.I الصناعات الغذائية       |
| 14..... | 2.9.I المجال الصيدلاني        |
| 15..... | 3.9.I تصنيع الجسيمات النانوية |
| 15..... | 4.9.I مستحضرات التجميل        |
| 16..... | 5.9.I تطبيقات أخرى            |
| 17..... | مراجع الفصل الأول:            |

### الفصل الثاني: دراسات سابقة

|         |                                       |
|---------|---------------------------------------|
| 22..... | II تلخيص الدراسات السابقة             |
| 22..... | 1.II الدراسة الأولى <sup>[1]</sup> :  |
| 23..... | 2.II الدراسة الثانية <sup>[2]</sup> : |
| 24..... | 3.II الدراسة الثالثة <sup>[3]</sup> : |
| 25..... | 4.II الدراسة الرابعة <sup>[4]</sup> : |
| 26..... | 5.II الدراسة الخامسة <sup>[5]</sup> : |

|    |                                  |
|----|----------------------------------|
| 27 | 6.II. الدراسة السادسة [6]:       |
| 28 | 7.II. الدراسة السابعة [7]:       |
| 29 | 8.II. الدراسة الثامنة [8]:       |
| 30 | 9.II. الدراسة التاسعة [9]:       |
| 31 | 10.II. الدراسة العاشرة [10]:     |
| 32 | 11.II. الدراسة الحادية عشر [11]: |
| 33 | 12.II. الدراسة الثانية عشر [12]: |
| 35 | 13.II. الدراسة الثالثة عشر [13]: |
| 36 | 14.II. الدراسة الرابعة عشر [14]: |
| 38 | مراجع الفصل الثاني:              |

### الفصل الثالث: عموميات حول النانوية

|    |  |
|----|--|
| 41 | 1.III. معلومات عامة عن المواد النانوية               |
| 41 | 1.1.III. لمحة تاريخية                                |
| 42 | 2.1.III. الجسيمات النانوية المعدنية                  |
| 42 | 2.III. خصائص المواد النانوية                         |
| 42 | 1.2.III. الخصائص الحفزية                             |
| 42 | 2.2.III. الخواص المغناطيسية                          |
| 42 | 3.2.III. الخواص البصرية                              |
| 43 | 3.III. أنواع وتصنيف المواد النانوية                  |
| 44 | 1.3.III. طرق تركيب الجسيمات النانوية                 |
| 45 | 4.III. طرق تصنيع جسيمات أكسيد المعادن النانوية       |
| 45 | 1.4.III. توليف NPs بواسطة Sol-Gel " طريقة فيزيائية " |
| 46 | 2.4.III. توليف NPs عن طريق العملية الحرارية المائية  |

|    |  |
|----|--|
| 46 | .....III.3.4. توليف NPs بواسطة الكيمياء الخضراء " توليف حيوي " |
| 47 | .....III.5. التقنيات المستخدمة في تشخيص المواد النانوية.       |
| 48 | .....III.6. تطبيقات المواد النانوية.                           |
| 48 | .....III.1.6. التحفيز.   |
| 48 | .....III.2.6. مستحضرات التجميل.                                |
| 48 | .....III.3.6. توصيل الأدوية.                                   |
| 49 | .....III.4.6. صناعة الورق.                                     |
| 49 | .....III.5.6. مجال الصناعات النسيجية.                          |
| 49 | .....III.6.6. مجال تقنية المياه.                               |
| 49 | .....III.7.6. في مجال الغذاء.                                  |
| 50 | .....III.7. الإمتزاز والتحفيز الضوئي.                          |
| 50 | .....III.1.7. تعريف المياه المستعملة " المياه العادمة "        |
| 50 | .....III.2.7. سمية الملوثات.                                   |
| 51 | .....III.3.7. التحفيز الضوئي.                                  |
| 52 | ..... مراجع الفصل الثالث:                                      |

#### الجزء العملي /النتائج والمناقشة

|    |  |
|----|--|
| 57 | .....IV.1. المواد والأدوات والأجهزة المستعملة. |
| 57 | .....IV.1.1. المواد الكيميائية.                |
| 57 | .....IV.2.1. الأدوات والأجهزة.                 |
| 58 | .....IV.2. خطوات العمل.                        |
| 58 | .....IV.1.2. مرحلة جمع وتحضير العينة.          |
| 58 | .....IV.2.2. مرحلة الاستخلاص.                  |
| 61 | .....IV.3. الكشف.                              |

|    |          |  |
|----|----------|--|
| 61 | 4.IV     | محتوى الرطوبة والرماد للجيلاتين  |
| 61 | 5.IV     | القدرة على ربط الماء والدهون   |
| 61 | 6.IV     | تحديد الرقم الهيدروجيني  |
| 61 | 7.IV     | تحضير مركب أكسيد الزنك @ الجيلاتين النانوي (ZnO@Gelatin nanocomposite) |
| 63 | 8.IV     | دراسة بعض الخصائص الفيزيائية للعينات                                   |
| 63 | 1.8.IV   | التحليل الطيفي للأشعة المرئية وفوق البنفسجية (UV-Visible)              |
| 63 | 1.1.8.IV | مبدأ عمل مطيافية الأشعة فوق البنفسجية – المرئية                        |
| 64 | 2.8.IV   | التحليل بمطيافية الأشعة تحت الحمراء (ATR-FTIR)                         |
| 64 | 1.2.8.IV | مبدأ عمل الجهاز  |
| 64 | 2.2.8.IV | مجال طيف الأشعة تحت الحمراء:   |
| 65 | 9.IV     | تجربة إزالة الصبغة أزرق الميثيلين:                                     |
| 65 | 10.IV    | النتائج والمناقشة:   |
| 65 | 1.10.IV  | المردود الجيلاتين  |
| 65 | 2.10.IV  | تجارب الكشف  |
| 66 | 3.10.IV  | محتوى الرماد   |
| 67 | 4.10.IV  | محتوى الرطوبة (MC)   |
| 67 | 5.10.IV  | درجة الحموضة (pH)  |
| 67 | 6.10.IV  | مناقشة نتائج الأشعة فوق البنفسجية والمرئية (UV-Vis)                    |
| 68 | 7.10.IV  | مناقشة نتائج الأشعة تحت الحمراء:                                       |
| 70 | 8.10.IV  | إزالة صبغة أزرق الميثيلين  |
| 72 |          | مراجع الفصل الرابع:  |

#### الخاتمة العامة

|    |  |                |
|----|--|----------------|
| 75 |  | الخاتمة العامة |
|----|--|----------------|

الله اعلم

## المقدمة العامة

تعد أرجل الدجاج من بين أجزاء الدجاج التي يتم استهلاكها بكميات أقل بالمقارنة مع الصدور والأجنحة مما يؤدي إلى تراكم كميات كبيرة منها كمخلفات، ومع ذلك يُعتبر استغلالها بشكل فعال وذكي مسألة مهمة من حيث الاستدامة البيئية واستغلال الموارد بشكل جيد، كما يُمكن استخدامها في إنتاج الجيلاتين أو المستحضرات الصناعية الأخرى التي تتطلب مواد مصدرها من البروتينات الحيوانية<sup>[1,2]</sup>.

الجيلاتين عبارة عن مادة بروتينية مصدرها الكالوجين الذي يتواجد بشكل كبير في الأنسجة الرابطة لجميع الحيوانات كالعظام والغضاريف والجلود، وهو مادة شفافة عديمة اللون أو قد تكون ذات لون أصفر فاتح ليس لها طعم أو رائحة، حيث يتشكل الجيلاتين من التحلل المائي لكالوجين<sup>[3]</sup>.

الجيلاتين مادة متعددة الاستخدامات، حيث يمكن استخدامه في الصناعات الغذائية، التجميلية و شبه صيدلانية، وقد بدأت التكنولوجيا المتقدمة تتسع أكثر فأكثر في مختلف المجالات التكنولوجية ومعالجة المياه منها النانوتكنولوجي<sup>[4]</sup>، حيث تعتبر تكنولوجيا النانو مصطلح يطلق على العلم الذي يعنى بهندسة المواد والتحكم فيها على مستوى وحدة النانومتر، حيث يتراوح حجم الجسيمات ما بين 1 إلى 100 نانومتر، تمثل هذه النطاقات الصغيرة فرصة لتغيير خصائص المواد بشكل جذري، مما يجعلها مثالية تعتمد لتطبيقات مختلفة من بينها معالجة المياه... إلخ<sup>[5]</sup>.

حيث تشتمل الدراسة على أربعة فصول:

**الفصل الأول:** تناولنا فيه عموميات حول الجيلاتين.

**الفصل الثاني:** استعرضنا فيه دراسات سابقة.

**الفصل الثالث:** اشتمل عموميات حول المواد النانوية.

**الفصل الرابع:** تطرقنا أولاً الجزء العملي، ثم انتقلنا الى النتائج والمناقشة.

ختاماً الخلاصة العامة حول هذه الدراسة والتي تعرض مدى تحقيق الأهداف المرجوة من الدراسة وذلك من خلال النتائج المتحصل عليها.

## مراجع المقدمة العامة

- [1] S. Muduli, A. Champati, H. K. Popalghat, P. Patel, and K. Sneha, "Poultry waste management: An approach for sustainable development," *Int. J. Adv. Sci. Res*, vol. 4, pp. 8-14, 2019.
- [2] L. Zhang, J. Ren, and W. Bai, "A Review of Poultry Waste-to-Wealth : Technological Progress, Modeling and Simulation Studies, and Economic-Environmental and Social Sustainability," *Sustainability*, vol. 15, p. 5620, 2023.
- [3] A. A. Mariod and H. Fadul, "Gelatin, source, extraction and industrial applications," *Acta Scientiarum Polonorum Technologia Alimentaria*, vol. 12, pp. 135-147, 2013.
- [4] S. Al-Nimry, A. A. Dayah, I. Hasan, and R. Daghmash, "Cosmetic, biomedical and pharmaceutical applications of fish gelatin/hydrolysates," *Marine drugs*, vol. 19, p. 145, 2021.
- [5] A .A. Alhamad, S. Zeghoud, I. B. Amor, A. Zaater, A. B. Amor, A. Aouadif, et al., "AA short review of nanomaterials: synthesis methods, properties, and applications," *Algerian Journal of Chemical Engineering AJCE*, vol. 1, pp. 01-07, 2023.

الفصل الاول:

عموميات حوث

التجارب

يعد الجيلاتين بوليمر حيويًا متعدد الوظائف ومهما، فهو البروتين الوحيد المستخدم على نطاق واسع في الأطعمة والأدوية ومستحضرات التجميل، لتحسين المرونة والاستقرار، فعلى الرغم من أن جلد وعظام الخنزير لا يزال المادة الخام الأكثر استخدامًا لإنتاج الجيلاتين، فقد تم النظر إلى الدواجن على أنها مادة خام بديلة [1].

### 1.I. نبذة تاريخية على الجيلاتين

كان للجيلاتين الغذائي تاريخ طويل، حيث في العصور القديمة تم استخدامه ك "مادة لاصقة بيولوجية"، ومع الوقت تقدم في المجال الصناعي والتطبيقات المتنوعة، منذ حوالي 8000 سنة كان سكان الشرق الأوسط قادرين على إنتاج الغراء من أنسجة الحيوانات [2].

بعد حوالي 3000 سنة، كان المصريون القدماء على دراية تامة بوظيفتها واستخدموا نوعًا من الغراء الخشبي المنتج من الكولاجين كمادة لاصقة للصلق قطع أثاثهم معًا، وفي بلاط Henry VIII الإنجليزي (1491-1547)، كانت الأطباق المخللة التي تحتوي على عجول لامعة للقدم "في القائمة في كل وليمة، إلا أنه في العصر النابليوني، شهد الجيلاتين أول طفرة حقيقية له تم استخدامه كمصدر للبروتين لإطعام الفرنسيين عندما أصبحت اللحوم نادرة خلال حصار البحرية البريطانية لموانئها، وبالطبع لا يمكن تصور الأدوية الحديثة والتصوير الفوتوغرافي اليوم بدون الجيلاتين [3]، و تم توثيق استخدام الجيلاتين للأغراض الصحية منذ العصور الوسطى، على سبيل المثال أوصت الباحثة الألمانية هيلدقارد فون باين (Hildegard von Bingen) في نظريتها حوالي عام 1150 أن تناول كميات كافية وبشكل متكرر من شوربة أقدام العجل مفيد لآلام المفاصل وهذا ما أثبتته العلم في وقتنا المعاصر، ومع ذلك فقد أثبت علماء الآثار أنه تم استخدام أشكال معينة من الجيلاتين الخام في وقت أبكر بكثير [4].

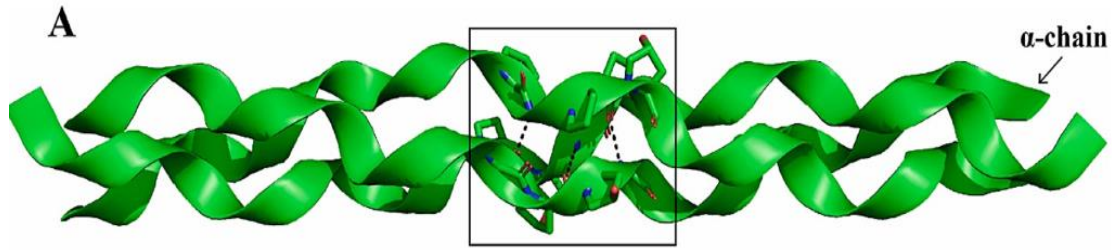
كما ذكر في مصادر أخرى أن أول إنتاج تجاري للجيلاتين كان في هولندا حوالي عام 1685، وتليه بعد ذلك بقليل في إنجلترا حوالي عام 1700 وكان أول إنتاج تجاري للجيلاتين في الولايات المتحدة في ماساتشوستس (Massachusetts) في عام 1808 [3].

### 2.I. تعرف الكولاجين

الكولاجين هو البروتين اللبني الأوفر في تركيب النسيج الضام عند الإنسان والحيوان [5، 6]، ويشكل نحو 70% من كتلة هذا النسيج، هذا بروتين يشكل حوالي 30% من إجمالي البروتين أما كولاجين الجلد فيشكل حوالي 80-90% من كولاجين كامل للجسم ولقد كان أول من قام بدراسته الباحثين المهتمون بالأبحاث المتعلقة باستخدام جلود الحيوانات في الصناعة، و يتكون الكولاجين من أحماض أمينية أكثرها شيوعا هو الجليسين (glycine) والبرولين (proline) والهيدروكسي برولين (hydroxyproline) [7].

## 3.I. بنية وتركيب الكولاجين

في عام 1954، اقترح راماشاندران (Ramachandran) وكارتا (Karta) هيكل الكولاجين، مما أدى إلى فهم أفضل للخصائص الهيكلية والوظيفية للكولاجين، وعلى الرغم من اختلاف أنواع الكولاجين المختلفة بشكل كبير في التوزيع والوظيفة والحجم في الأنسجة، إلا أن الهيكل العام للكولاجين يتميز بثلاثة لفات متوازية تمتد من المنتصف وعادة ما تتكون من ثلاث سلاسل ألفا متوازية كما هو موضح في الشكل (1.I) [8]، [9].



الشكل 1.I: الهيكل الحلزوني الثلاثي للكولاجين مع الثلاثة سلاسل  $\alpha$  [7].

## 4.I. تعريف الجيلاتين

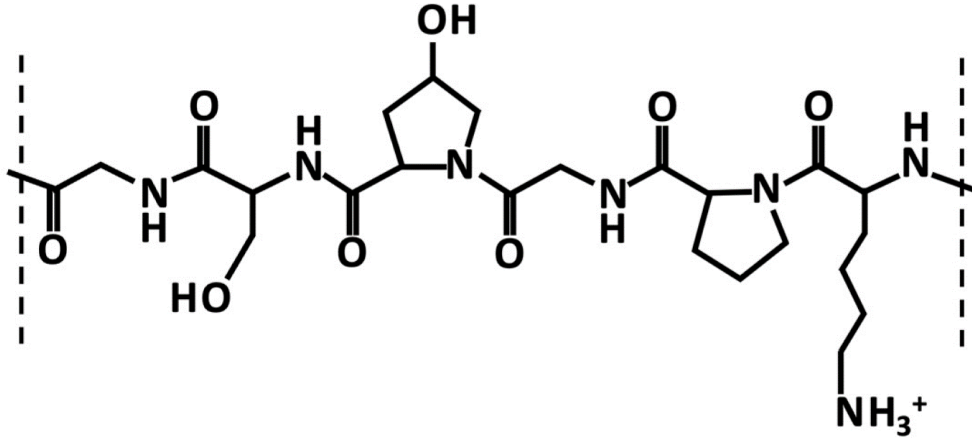
الجيلاتين هو عبارة عن بروتين ينتج عن طريق التحلل المائي الجزئي للكولاجين المستخلص عن طريق غلي العظام أو الأنسجة الرابطة أو أعضاء بعض الحيوانات مثل المواشي، الخنازير، الخيول والأسماك، حيث يتم تكسير الروابط الجزيئية الطبيعية التي تربط بين جزيئات الكولاجين مما يؤدي إلى تكوين شكل يستطيع إعادة ترتيب جزيئاته بشكل أكثر سهولة، ويتم الحصول على الجيلاتين من الكولاجين بواسطة التحلل المائي ويعتمد تركيب الكولاجين على مصدر الكولاجين وعلى المواد المستخدمة في مرحلة الاستخلاص [8]، [10].

## 5.I. بنية وتركيب الجيلاتين

يتم إنتاج الجيلاتين بأوزان جزيئية تتراوح من 15 إلى 250 كيلو دالتون عن طريق التحلل المائي الجزئي للكولاجين [11]، حيث هناك نوعان من الجيلاتين، يُطلق عليهما النوع A و B، اعتماداً على إجراءات المعالجة المسبقة، مثل ظروف المعالجة الحمضية أو القلوية، ويتضمن إنتاج الجيلاتين أيضاً معالجة إنزيمية مسبقة تستهدف روابط بيتيدية محددة [12].

يتكون الجيلاتين مزيج من البروتينات الذائبة ذات الأوزان الجزيئية العالية التي لها القدرة على تكوين هلام قوي في الوسط السائل، حيث يتكون الجيلاتين من 18 حمض أميني مرتبطة مع بعضها بأواصر بيتيدية، بحيث تشكل سلاسل متعدد الببتيد تحتوي على أكثر من ألف حمض أميني، بحيث يتم علاج الأنسجة التي تحتوي على الكولاجين بالحمض و / أو القلويات متبوعة بمعالجة حرارية في وجود الماء لكسر بنية

ألياف الكولاجين بشكل لا رجعة فيه للحصول على الجيلاتين، و بما أن تسلسل الأحماض الأمينية وتكوين الكولاجين من مصادر مختلفة يختلفان اختلافاً كبيراً، فإن فواصل الروابط تبدو عشوائية وهذا التحلل العشوائي للرابطة هو السبب الرئيسي لعدم التجانس الجزيئي في الجيلاتين [13].



Glycine Serine Hydroxyproline Glycine Proline Lysine

الشكل 2.I: صيغة وحدة بنائية للجيلاتين [17].

## 6.I. مصادر الجيلاتين

تعد مصادر الجيلاتين من الثدييات مثل جلد الخنزير وجلود الأبقار أكثر مصادر الجيلاتين توفراً كما هو موضح في الشكل (3.I)، حيث تمثل 46% من مصدر الجيلاتين في العالم ومن الأسماك [13] والدواجن [14، 15] والجمال [16] أو حتى من أنواع البرمائيات مثل الضفدع [17]، كما يمكن أن يأتي من مصادر زراعية وغير زراعية مثل الأعشاب البحرية [2].

استناداً للدراسات السابقة يمكننا تلخيص نسب تواجد هذه المادة في كل مصدر في الجدول (1.I):

جدول 1.I: النسبة المئوية للجيلاتين الموجود في بعض مصادره الرئيسية.

| المصدر       | نسبة الجيلاتين (%) |
|--------------|--------------------|
| جلد الخنزير  | 44                 |
| جلود الأبقار | 28                 |
| العظام       | 27                 |
| مصادر أخرى   | 1                  |



الشكل 3.I: أهم مصادر الجيلاتين.

### 7.I. طرق استخلاص الجيلاتين

هناك عدة طرق لاستخراج الجيلاتين، وتتضمن هذه الطرق استخدام الأحماض، أو القواعد، أو الإنزيمات، أحد أكثر الطرق شيوعاً في صناعات الجيلاتين هو الطريقة الكيميائية، ولكن في العمليات البيولوجية، تُعتبر طريقة الاستخراج الإنزيمي أكثر وعداً، في هذه العملية تُكسر روابط سلاسل الببتيد الكولاجينية، مما يؤدي إلى تحلل الهيكل الليفي للكولاجين لإنتاج الجيلاتين، وبالتالي تعتمد جودة الجيلاتين وكميتها ليس فقط على مصدر الجيلاتين ولكن أيضاً على طرق استخراج الجيلاتين والظروف أثناء عملية الاستخراج [18].

#### 1.7.I. الطريقة الحمضية للاستخراج

يُستخدم محلول حمضي لتحلل المواد الكولاجينية في هذه العملية، الجيلاتين التي ينتج بهذه الطريقة تسمى جيلاتين من النوع A و كانت جلود الخنازير المواد الشائعة المستخدمة في هذه الطريقة، حيث تمت معالجتها لمدة 10-45 ساعة باستخدام محاليل حمضية [11]، و تُعزز المعالجات الحمضية انتفاخ الكولاجين، مما يؤدي إلى تحلل أفضل وزيادة نسبة العائد [1].

تتأثر قوة الانتفاخ وذوبان المواد الكولاجينية بشكل كبير بتركيز الحمض ونوعه المستخدم، مما يمكن أن يتسبب في تغير في توزيع الوزن الجزيئي للجيلاتين الناتجة، إن الأحماض الرئيسية المستخدمة هي الفوسفوريك وغيرها من الأحماض العضوية، ومع ذلك فإنها تصبح أكثر تكلفة مع مرور الوقت ويمكن أن

تؤثر سلبيًا على رائحة وطعم الجيلاتين المنتج، يؤثران نوع الحمض وتركيزه بشكل كبير على قوة الجيلاتين وبالتالي خصائص التعبئة والتغليف للجيلاتين [1].

### 2.7.I. طريقة الاستخراج بمساعدة الموجات فوق الصوتية

تعتبر هذه إحدى الطرق المبتكرة والفعالة المستخدمة في صناعات الأغذية والصيدلة [19] ، حيث يسبب العلاج بالموجات فوق الصوتية تفكيك الخلايا من خلال تشكيل الانفجارات الصوتية، مما يزيد من نقل الكتلة لمحتويات الخلية وبالتالي يؤدي إلى زيادة نسبة العائد من استخراج الجيلاتين مقارنة بالطرق أو التقنيات الأخرى المستخدمة، في دراسة [20] تم ذكر أن العلاج بالموجات فوق الصوتية يساعد في تفتيت ألياف الكولاجين، مما يسهل التحلل الحمضي والإنزيمي، و تزيد هذه الطريقة المتقدمة للاستخراج من نسبة العائد، ويظهر الجيلاتين المستخرج تحسناً في الخصائص الوظيفية [18].

### 3.7.I. الطريقة الإنزيمية للاستخراج

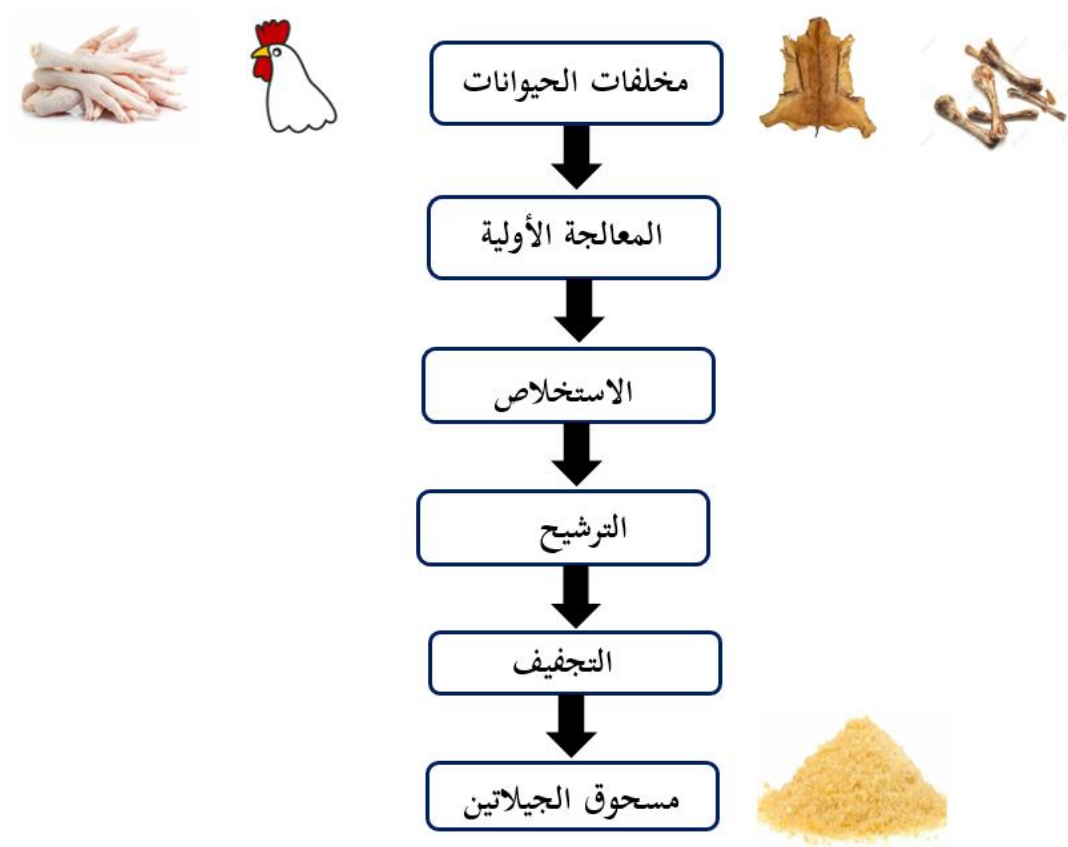
توفر هذه الطريقة هدراً أقل وتقلل من مدة المعالجة، ولكنها تكون أكثر تكلفة مقارنة بالطرق الأخرى لاستخراج الجيلاتين، في الطريقة الإنزيمية لاستخراج الجيلاتين، تعمل مجموعة متنوعة من الإنزيمات المحللة للبروتين، مثل البيبسين (pepsin).... إلخ، على تحويل الكولاجين إلى جيلاتين، الجيلاتين الذي يتم الحصول عليه بالطريقة الإنزيمية يتميز بقوة هلامية أفضل، على الرغم من أن كمية الجيلاتين المنتجة قد تكون أقل قليلاً من تلك المنتجة بالطرق الأخرى [21].

### 4.7.I. الاستخراج بالضغط العالي

الاستخراج بالضغط العالي هو طريقة أخرى مبتكرة غير حرارية في استخراج الجيلاتين، يتسبب الضغط العالي في تشويه البروتين إعاقاً التفاعلات غير التساهمية ، مما يجعل استخراج البروتين الجيلاتيني سهلاً [22].

إن الضغط العالي والعلاج بالأحماض يعززان نسبة الاستخراج من خلال جعل الحمض يتسلل بشكل أكبر إلى المادة المتأثرة، مما يزيد بالتالي من نسبة الاستخراج [23] ، و في دراسة Chen وآخرون [24] أثبت أن قوة الجيلاتين ولزوجتها تتحسنان بفضل تطبيق ضغط 300 ميجا باسكال.

يمكننا تلخيص ما تم وصفه في مراحل استخلاص الجيلاتين في الشكل (4.I) المبين أدناه:



الشكل 4.I: عملية استخراج الجيلاتين.

بالنظر إلى جملة المراحل وبالعودة إلى دراسات تجريبية يمكننا تلخيص أهمها مع توضيح أهم النتائج

فيها من خلال الجدول (2.I):

جدول 2.I: طرق مختلفة لاستخراج الجيلاتين.

| المراجع | العائد (%)   | طريقة الاستخلاص  | المواد الخام                          |
|---------|--|--|---------------------------------------|
| [25]    | 8.8، 21.8، 28.2، 45.3، عند 50، 60، 70 و80 درجة مئوية على التوالي | تم نقع الجلد في محلول هيدروكسيد الصوديوم (NaOH) بتركيز 0.05 مولاري لمدة 6 ساعات، بعد ذلك تم نقع الجلد في حمض الفوسفوريك تركيز 0.05 مولاري لمدة 24 ساعة، ثم تم إجراء استخلاص الجيلاتين في حمام مائي باستخدام الماء المقطر عند درجات حرارة 50 و60 و70 و80 درجة مئوية لمدة 12 ساعة. | جلد الحبار<br><i>Loligo formosana</i> |
| [26]    | 13.5% لجلد البقر و11.1% لجلد الماعز                              | تمت معالجة الجلد بمحلول أكسيد الكالسيوم (CaO) بتركيز 10% لمدة 30 يومًا، بعد ذلك تمت معالجة الجلد بمحلول حمض الهيدروكلوريك (0.1 مولاري) لمدة 5 دقائق لتحييد الجلد، ثم تم استخلاص الجيلاتين باستخدام حمام مائي لمدة 4 ساعات على  | جلد البقر والماعز                     |

|      |  |  |                                       |
|------|--|--|---------------------------------------|
|      |  | ثلاث مراحل: بالنسبة للجلد البقري: المرحلة الأولى (60 °C)، المرحلة الثانية (70 °C)، والمرحلة الثالثة (80 °C)، أما بالنسبة لجلد الماعز: المرحلة الأولى (60 °C)، المرحلة الثانية (64 °C)، والمرحلة الثالثة (66 °C).   |                                       |
| [27] | 5.1 و7.1%<br>عند 60 درجة مئوية لمدة ساعة وساعتين و6.3 و6.7% عند 85 درجة مئوية لمدة ساعة وساعتين. | تمت معالجة الجلد مسبقًا باستخدام كلوريد الصوديوم (NaCl) بتركيز 0.75 مولاري لمدة 10 دقائق عند 4 درجات مئوية، ثم تكرر محلول كلوريد الصوديوم وغسل الماء مرتين، ثم تم استخلاص الجيلاتين في حمام مائي عند 60 °C لمدة ساعة وساعتين و85 °C لمدة ساعة وساعتين.   | جلد سمك <i>Johnius sp</i>             |
| [28] | 8.7%   | تمت معالجة الجلد في محلول هيدروكسيد الصوديوم (NaOH) بتركيز 0.05 مولاري، وتمت معالجة الجلد بحمض الأسيتيك بتركيز 0.2 مولاري ثم تم استخراج الجيلاتين في حمام مائي عند 50 درجة مئوية لمدة 18 ساعة.   | جلد ثعبان<br><i>Anguilla anguilla</i> |
| [29] | 13.2%  | تم نقع 100 جرام من عينة في محلول 0.5 مولاري من NaOH عند درجة حرارة الغرفة لمدة 18 ساعة، ثم تم ترشيح العينات وغسلها عدة مرات بالماء المقطر لتحديد الرقم الهيدروجيني، تمت معالجة المادة المتبقية بحمض أسيتيك بتركيز 3%، ثم تم ترشيح العينات تحت ضغط مفرغ بعد 18 ساعة من معالجة حمض الأسيتيك عند 4+ °C مع التحريك المستمر، وتم إجراء استخلاص الجيلاتين في ماء دافئ عند 75 °C لمدة 6 ساعات، أخيرًا تم سكب المستخلصات المرشحة في أطباق بيتري وتجفيفها لمدة 48 ساعة في فرن مفرغ (45 درجة مئوية).             | أرجل الدجاج                           |
| [30] | -  | حضرت العظام ونظفت وغسلت بالماء جيدًا، ثم كسرت إلى قطع صغيرة، ثم أزيلت الدهون وذلك بوزن 400g و أضيف لها 1 لتر من كحول الإيثانول ووضعت في جهاز الرج للمزج جيدًا ثم أزيل الإيثانول منها، تم تمت معالجة العظام بحامض هيدروكلوريك (HCl) للتخلص من الأملاح، ولاحقًا أضيف حامض الهيدروكلوريك بتركيز مختلفة بحجم ضعف وزن العظام ووضعت في جهاز الرج 18h، ثم غسلت العظام جيدًا من الحامض بالماء المقطر ثم أضف الماء المقطر بحجم ضعف وزن العظام ثم سخن بدرجة حرارة 60 °C لمدة 5 ساعات و رشح المستخلص ثم عقم وجفف. | عظم البقر                             |

## 8.I. خصائص الجيلاتين

سلوك الجيلاتين الفيزيائية وكيميائي يتم تحديده أساساً بتسلسل الأحماض الأمينية في الجزيء وهيكله، وتوزيعه في الأوزان الجزيئية، بالإضافة إلى شروط التجربة (درجة الحموضة، القوة الأيونية، وتفاعله مع مركبات أخرى) [31].

## 1.8.I. الخصائص الفيزيائية

## 1.1.8.I. قوة التجميد

يتميز الجيلاتين بخصائص هلامية، شريطة أن تكون جسيماته قادرة على التجمع، لتشكيل شبكة مسامية ثلاثية الأبعاد، ولتشكيل هذه الشبكة، تتفاعل الجزيئات بقوة مع بعضها البعض، في مناطق محدودة تسمى مناطق التثبيت أو مناطق التقاطع، حيث تُحدد قوة وعدد هذه المناطق التي تثبت فيها الجزيئات خصائص الهلام، بما في ذلك صلابته وقابليته للانعكاس [32].

## 2.1.8.I. آلية هلام الجيلاتين

عندما يتم تثبيت الجيلاتين في الماء وتسخينه، يبدأ هيكله الحلزوني الثلاثي في الانهيار بسبب خلل في الروابط الهيدروجينية التي تربط الحلزونات معاً، عند درجة حرارة معينة، تعرف باسم درجة حرارة الجيلاتين، تبدأ جزيئات الجيلاتين المشوهة في التفاعل مع بعضها البعض من خلال قوى مختلفة، بما في ذلك الرابطة الهيدروجينية، والتفاعلات الكارهة للماء، والتفاعلات الكهروستاتيكية، وتؤدي هذه التفاعلات إلى تكوين شبكة ثلاثية الأبعاد في جميع أنحاء المحلول، مما يؤدي إلى محاصرة جزيئات الماء وإنشاء بنية تشبه الهلام، عند التبريد يستقر هيكل الهلام مع إصلاح الروابط الهيدروجينية بين جزيئات الجيلاتين المتجاورة، مما يؤدي إلى تثبيت الشبكة في مكانها. يحتوي الجل الناتج على خصائص لزجة مرنة، مما يعني أنه يُظهر سلوكاً لزجاً (شبيهاً بالسوائل) ومرناً (شبيهاً بالصلب) [32].

## 3.1.8.I. الذوبانية والانتفاخ

يكون الجيلاتين غير قابل للذوبان نسبياً في الماء البارد، حيث عندما يضاف إلى الماء البارد (درجة حرارة الغرفة)، فإنها تمتص الماء ما يصل إلى 100 ضعف وزنها الأولي وتنتفخ بسرعة ولكن سرعان ما تصبح قابلة للذوبان في الماء الساخن، وعند درجة حرارة تبلغ 40 درجة مئوية، تذوب الحبيبات حتى تتشكل محلولاً متجانساً، وتعتمد سرعة الذوبان على درجة الحرارة وتركيز الجسيمات وحجمها، وأيضاً الجيلاتين قابل للذوبان في حمض الخل، ثلاثي فلور، إيثانول وبعض المذيبات العضوية الأخرى [32].

**4.1.8.I. الزوجة**

تزداد لزوجة محلول الجيلاتين مع زيادة التركيز وتنخفض لزوجة محلول مع زيادة درجة الحرارة<sup>[32]</sup>.

**5.1.8.I. الرقم الهيدروجيني**

القياس المعياري يتم على محاليل بتركيز 6.67%، حيث جميع محاليل الجيلاتين لديها درجة حموضة تتراوح بين القيمة الحمضية (pH=4) والقيمة الحيوية (pH=6.5)، وبالتالي تكون قليلاً حمضية<sup>[33]</sup>.

**6.1.8.I. التعكر (أو الشفافية)**

التعكر هو علامة على سوء المعالجة أو جودة منخفضة في الجيلاتين. يمكن تقييمها عند حالة الذوبان وعند تكوين الجل. يُعتمد تقييم التعكر على مقدار الضبابية في الجل. حيث يتم قياس ذلك عادة باستخدام جهاز العكرة، الذي يستخدم لقياس كمية الضوء التي تمر عبر الجيلاتين المذاب بتركيز 6.67%، والتي تتواجد في أنبوب اختبار مضاء، في الأساس كلما كانت الجيلاتين أكثر وضوحاً وأقل تعكراً، كلما كانت جودتها أعلى<sup>[33]</sup>.

**2.8.I. الخصائص الكيميائية****1.2.8.I. لون**

يعتمد على طبيعة المادة الخام المستخدمة، وطريقة تحضيرها، ويتميز محلول الجيلاتين بتلون أصفر بني يتفاوت في الشدة، ويعتبر بعض المستخدمين هذا التلون أكثر أهمية من غيرهم، أيضاً يتم قياس هذا التلون عن طريق محاليل الجيلاتين بتركيز 6.67% باستخدام مطياف طيفي عند موجة طولية 450 نانومتر<sup>[34]</sup>.

**2.2.8.I. رائحة وتذوق**

لا يوجد طريقة للتحكم في الرائحة والطعم، حيث يتم تقريباً القضاء على الطعم الخفيف المميز للجيلاتين في جميع مجالات الاستخدام بواسطة المنكهات والمكونات الأخرى المضافة للمنتج<sup>[34]</sup>.

**3.2.8.I. قوة سماكة**

يتمتع الجيلاتين بخصائص سميكة عندما لا تستطيع جزيئاته الارتباط ببعضها البعض بقوة، حيث أن وجودها البسيط يعيق حركة السائل و يشتته مما يؤدي إلى زيادة لزوجة المحلول<sup>[34]</sup>.

**4.2.8.I. قوة تشكيل الفيلم**

عندما ينتشر محلول الجيلاتين في طبقة رقيقة على سطح ويتغير من صلب إلى هلام، فإنه يشكل فيلماً، حيث تستخدم هذه الخاصية في تصنيع الكبسولات الصلبة واللينة والكبسولات الدقيقة<sup>[34]</sup>.

## 9.I تطبيقات الجيلاتين

في السنوات الأخيرة، حظي الكولاجين والجيلاتين أيضًا باهتمام كبير في عديد من مجالات بسبب خصائصه الفريدة، يوضح الشكل (5.I) أهم التطبيقات الأساسية لجيلاتين.

## 1.9.I الصناعات الغذائية

يستخدم الجيلاتين على نطاق واسع في صناعة الأغذية، بفضل نسيجه اللطيف وخاصيته الذائبة، فهو موجودة في الزبدة المخفزة الدسم، والمعجنات المنتشرة على الخبز، والأجبان ذات النسبة المنخفضة من الدهون، إن الجيلاتين لا طعم له، حيث يرتبط بكميات كبيرة من الماء ليشكل هلامًا، ويوفر إحساسًا لطيفًا في الفم، و يستخدم الجيلاتين بشكل كبير في تحضيرات الأغذية كعامل مثبت للهِلام [31] ، و في العديد من الحلويات، مثل الحلوى الهلامية (العلكة).. إلخ، حيث تمنحها مرونة كبيرة وقوامًا مثاليًا للمضغ وتحسن مدة صلاحيتها [1].



الشكل 5.I: أهم تطبيقات للجيلاتين.

## 2.9.I المجال الصيدلاني

نظرًا لخصائصه التكنولوجية والبيولوجية، يعتبر الجيلاتين مثالية كعامل مساعد دوائي ممتاز لتحضير الكبسولات والشرائح الدوائية، فهو يستخدم كمتخّن للأشكال السائلة، وكعامل لاصق لزيادة الالتصاق واللزوجة، وتغليف الأقراص، كما يدخل في تكوين عوامل مساعدة لتحضيرات الأسنان، وجيلًا لحماية غشاء بطانة الفم، وتغليف الفيتامينات، ولتحضير الإسفنجات الواقية [35].

ثبت أن ضمادات الجروح المضادة للبكتيريا القائمة على الجيلاتين والتي يتم إنتاجها عن طريق الصب هي مادة فعالة لتضميد الجروح، أيضا يتمتع بخصائص مستقرة مائياً وحرارياً، وزيادة القوة الميكانيكية، ويظهر النطاق الأمثل من المحبة للماء وكذلك المسامية، مما يسرع آلية الشفاء، بالإضافة إلى ذلك فإن الجيلاتين المتشابك مع السليلوز النانوي يظهر حماية ضد بكتيريا العنقودية الذهبية (*S. aureus*) والإشريكية القولونية (*Escherichia coli*) بطريقة تعتمد على الجرعة [36].

### 3.9.I. تصنيع الجسيمات النانوية

حظيت الجسيمات النانوية الجيلاتينية مؤخراً باهتمام كبير لأنها توفر خياراً جيداً كأنظمة إطلاق نظراً لتكلفتها المنخفضة وتوافقها الحيوي وقابليتها للتحلل الحيوي وتطبيقها في عدة أنواع من التركيبات [37]، ويمكن أن يعمل الجيلاتين كعامل تثبيت أو قالب لتخليق الجسيمات النانوية ومن خلال التحكم في تركيز الجيلاتين وظروف التفاعل، ويمكن دمج الجيلاتين في المواد المركبة النانوية لتعزيز خصائصها الميكانيكية والحرارية والبيولوجية ومن خلال مزج الجيلاتين مع مواد نانوية أخرى مثل أنابيب الكربون النانوية، أو الجسيمات النانوية [32، 38].

### 4.9.I. مستحضرات التجميل

يُستخدم الجيلاتين بكثرة في صناعة مستحضرات التجميل نظراً لخصائصه المميزة، حيث يمكن استخدامه كعامل سماكة في تركيبات مستحضرات التجميل المختلفة مثل الكريمات والمستحضرات والمواد الهلامية وتساعد قدرته على تكوين قوام يشبه الجل في تعزيز ملمس ولزوجة مستحضرات مما يوفر ملمساً ناعماً وفاخراً عند الاستخدام، ويستخدم الجيلاتين أحياناً في منتجات العناية بالشعر مثل أقنعة الشعر والبلسم وجل التصفيف، حيث يمكن أن يساعد في تقوية خصلات الشعر وتحسين مرونتها وإضافة لمعان للشعر، و يحتوي الجيلاتين على الكولاجين المعروف بخصائصه المضادة للشيخوخة، قد تساعد مستحضرات التجميل التي تحتوي على الجيلاتين على تحسين مرونة الجلد وتقليل ظهور التجاعيد وتعزيز بشرة أكثر شباباً [39].

[40].

بشكل عام، يعتبر الجيلاتين مكوناً متعدد الاستخدامات في مستحضرات التجميل، حيث يقدم فوائد مختلفة للبشرة والشعر، إن أصله الطبيعي وتوافقه مع مكونات مستحضرات التجميل الأخرى يجعله الخيار المفضل للعديد من الشركات المصنعة لمستحضرات التجميل.

## 5.9.I. تطبيقات أخرى

✚ في مجال الطب الشرعي: يُستخدم الجيلاتين في عدة تطبيقات مختلفة، بما في ذلك:

**صنع الشرائح النسيجية:** يتم استخدام الجيلاتين في عملية تصنيع الشرائح النسيجية التي تستخدم في تحليل الأنسجة في التشريح الشرعي، ويتم استخدام الجيلاتين لتثبيت الأنسجة وتجميدها قبل قطعها إلى شرائح رقيقة للفحص تحت المجهر.

**تثبيت الأشياء الصغيرة:** يمكن استخدام الجيلاتين لتثبيت الأشياء الصغيرة مثل الأدلة الجنائية الصغيرة أو العينات البيولوجية قبل تحليلها. يمكن أن يساعد الجيلاتين في حفظ هذه العينات وتثبيتها بشكل صحيح قبل التحقيق الفعلي.

**تحضير النماذج الطبية:** في بعض الحالات، يمكن استخدام الجيلاتين لإنشاء نماذج طبية مثل الأعضاء الاصطناعية أو الأوعية الدموية. يمكن تشكيل الجيلاتين لمحاكاة بعض خصائص الأنسجة الحقيقية، مما يسهل دراسة الجراحة أو تطوير الأجهزة الطبية.

✚ **في اللحوم المصنعة:** يُستخدم الجيلاتين في بعض الأحيان كمثبت للقوام في المنتجات اللحومية المصنعة مثل النقانق واللحم المفروم.

✚ **في الألبان:** يمكن استخدام الجيلاتين في تحسين قوام العديد من منتجات الألبان مثل الزبادي والحليب المجفف.

✚ **في الصناعات الورقية:** يُستخدم الجيلاتين في بعض التطبيقات الورقية كعامل تثبيت وتثبيت.

## خاتمة الفصل

تم في هذا الفصل التطرق إلى عموميات حول الجيلاتين، حيث قمنا بدراسة خصائصها وكما تطرقنا لمراحل استخلاص الكولاجين والجيلاتين، وتطبيقاتها مثل صناعة مستحضرات التجميل وتصنيع الجسيمات النانوية.. إلخ، بالتالي سوف يتم التطرق في الفصل الثاني لدارسة بعض الأبحاث العلمية (الدراسات سابقة).

## مراجع الفصل الأول:

- [1] J. A. Rather, N. Akhter, Q. S. Ashraf, S. A. Mir, H. A. Makroo, D. Majid, *et al.*, "A comprehensive review on gelatin: Understanding impact of the sources, extraction methods, and modifications on potential packaging applications," *Food Packaging and Shelf Life*, vol. 34, p. 100945, 2022.
- [2] A. A. Mariod and H. Fadul, "Gelatin, source, extraction and industrial applications," *Acta Scientiarum Polonorum Technologia Alimentaria*, vol. 12, pp. 135-147, 2013.
- [3] O. V. Mikhailov, "Gelatin as it is: history and modernity," *International Journal of Molecular Sciences*, vol. 24, p. 3583, 2023.
- [4] R. Schrieber and H. Gareis, *Gelatine handbook: theory and industrial practice*: John Wiley & Sons, 2007.
- [5] M. E. Nimni and R. D. Harkness, "Molecular structure and functions of collagen," in *Collagen*, ed: CRC Press, 2018, pp. 1-78.
- [6] K. Silvipriya, K. K. Kumar, A. Bhat, B. D. Kumar, and A. John, "Collagen: Animal sources and biomedical application," *Journal of Applied Pharmaceutical Science*, vol. 5, pp. 123-127, 2015.
- [7] E. J. Miller, "Collagen types: Structure, distribution, and functions," in *Collagen*, ed: CRC Press, 2018, pp. 139-156.
- [8] H. Inam, U. Fatima, S. Shahid, S. Mansoor, A. Yasin, M. Javed, *et al.*, "Nanotheranostic fabrication of iron oxide for rapid photocatalytic degradation of organic dyes and antifungal potential," *Journal of Saudi Chemical Society*, vol. 27, p. 101689, 2023.
- [9] A. Sorushanova, L. M. Delgado, Z. Wu, N. Shologu, A. Kshirsagar, R. Raghunath, *et al.*, "The collagen suprafamily: from biosynthesis to advanced biomaterial development," *Advanced materials*, vol. 31, p. 1801651, 2019.
- [10] J.-P. Pulicani, "Etude du comportement électrochimique de composés polyfonctionnels et de dérivés comportant un groupement xanthate," Ecole Polytechnique X, 2013.
- [11] A. Abedinia, A. M. Nafchi, M. Sharifi, P. Ghalambor, N. Oladzadabbasabadi, F. Ariffin, *et al.*, "Poultry gelatin: Characteristics, developments, challenges, and future outlooks as a sustainable alternative for mammalian gelatin," *Trends in Food Science & Technology*, vol. 104, pp. 14-26, 2020.
- [12] S. Zhu, J. Yu, S. Liu, Y. Ding, W. Wang, and X. Zhou, "A bottom-up evaluation on cryoprotective potentials of gelatine from fish scale," *Food Hydrocolloids*, vol. 124, p. 107243, 2022.

- [13] L.-C. Lv, Q.-Y. Huang, W. Ding, X.-H. Xiao, H.-Y. Zhang, and L.-X. Xiong, "Fish gelatin: The novel potential applications," *Journal of Functional Foods*, vol. 63, p. 103581, 2019.
- [14] A. Abedinia, F. Ariffin, N. Huda, and A. M. Nafchi, "Extraction and characterization of gelatin from the feet of Pekin duck (*Anas platyrhynchos domestica*) as affected by acid, alkaline, and enzyme pretreatment," *International journal of biological macromolecules*, vol. 98, pp. 586-594, 2017.
- [15] A. K. Chakka, A. Muhammed, P. Sakhare, and N. Bhaskar, "Poultry processing waste as an alternative source for mammalian gelatin: Extraction and characterization of gelatin from chicken feet using food grade acids," *Waste and Biomass Valorization*, vol. 8, pp. 2583-2593, 2017.
- [16] M. A. Ahmed, H. A. Al-Kahtani, I. Jaswir, H. AbuTarboush, and E. A. Ismail, "Extraction and characterization of gelatin from camel skin (potential halal gelatin) and production of gelatin nanoparticles," *Saudi journal of biological sciences*, vol. 27, pp. 1596-1601, 2020.
- [17] S. Karnjanapratum, S. Sinthusamran, T. Sae-leaw, S. Benjakul, and H. Kishimura, "Characteristics and gel properties of gelatin from skin of Asian bullfrog (*Rana tigerina*)," *Food biophysics*, vol. 12, pp. 289-298, 2017.
- [18] N. Q. I. M. Noor, R. S. Razali, N. K. Ismail, R. A. Ramli, U. H. M. Razali, A. R. Bahauddin, *et al.*, "Application of green technology in gelatin extraction: A review," *Processes*, vol. 9, p. 2227, 2021.
- [19] J.-M. Lv, M. Gouda, Y.-Y. Zhu, X.-Q. Ye, and J.-C. Chen, "Ultrasound-assisted extraction optimization of proanthocyanidins from kiwi (*Actinidia chinensis*) leaves and evaluation of its antioxidant activity," *Antioxidants*, vol. 10, p. 1317, 2021.
- [20] X. Ming, "Optimization of ultrasonic assisted hot water extraction of gelatin from *Cyprinus caprio haematopterus* scale and establishment of its mathematical model," *Food Science*, vol. 34, pp. 101-105, 2013.
- [21] N. S. Said and N. M. Sarbon, "Physical and mechanical characteristics of gelatin-based films as a potential food packaging material: A review," *Membranes*, vol. 12, p. 442, 2022.
- [22] A. C. De Aguiar Saldanha Pinheiro, F. J. Martí-Quijal, F. J. Barba, S. Tappi, and P. Rocculi, "Innovative non-thermal technologies for recovery and valorization of value-added products from crustacean processing by-products—An opportunity for a circular economy approach," *Foods*, vol. 10, p. 2030, 2021.
- [23] H.-W. Huang, M.-C. Cheng, B.-Y. Chen, and C.-Y. Wang, "Effects of high pressure extraction on the extraction yield, phenolic compounds,

- antioxidant and anti-tyrosinase activity of Djulis hull," *Journal of food science and technology*, vol. 56, pp. 4016-4024, 2019.
- [24] L. Chen, L. Ma, M. Zhou, Y. Liu, and Y. Zhang, "Effects of pressure on gelatinization of collagen and properties of extracted gelatins," *Food Hydrocolloids*, vol. 36, pp. 316-322, 2014.
- [25] M. Nagarajan, S. Benjakul, T. Prodpran, P. Songtipya, and H. Kishimura, "Characteristics and functional properties of gelatin from splendid squid (*Loligo formosana*) skin as affected by extraction temperatures," *Food hydrocolloids*, vol. 29, pp. 389-397, 2012.
- [26] A. Bahar and N. Kusumawati, "Comparison of the Physico-Chemical Properties of Type-B Halal Gelatin from Bovine and Goat Skin Material," in *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 2021, p. 012033.
- [27] D. P. Kumar, M. V. Chandra, K. Elavarasan, and B. Shamasundar, "Structural properties of gelatin extracted from croaker fish (*Johnius* sp) skin waste," *International Journal of Food Properties*, vol. 20, pp. S2612-S2625, 2017.
- [28] A. Sila, O. Martinez-Alvarez, F. Krichen, M. C. Gómez-Guillén, and A. Bougatef, "Gelatin prepared from European eel (*Anguilla anguilla*) skin: Physicochemical, textural, viscoelastic and surface properties," *Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects*, vol. 529, pp. 643-650, 2017.
- [29] O. Aidat, L. Belkacemi, M. Belalia, M. khairi Zainol, and H. S. Barhoum, "Physicochemical, rheological, and textural properties of gelatin extracted from chicken by-products (feet-heads) blend and application," *International Journal of Gastronomy and Food Science*, vol. 32, p. 100708, 2023.
- [30] A. Sanaei, F. Mahmoodani, S. See, S. Yusop, and A. Babji, "Optimization of gelatin extraction and physico-chemical properties of catfish (*Clarias gariepinus*) bone gelatin," *International Food Research Journal*, vol. 20, p. 423, 2013.
- [31] K. Rbii, O. Surel, N. Brambati, A.-M. Buchert, and F. Violleau, "Study of gelatin renaturation in aqueous solution by AFIFFF–MALS: Influence of a thermal pre-treatment applied on gelatin," *Food hydrocolloids*, vol. 25, pp. 511-514, 2011.
- [32] J. Alipal, N. M. Pu'Ad, T. Lee, N. Nayan, N. Sahari, H. Basri, *et al.*, "A review of gelatin: Properties, sources, process, applications, and commercialisation," *Materials Today: Proceedings*, vol. 42, pp. 240-250, 2021.

- [33] A. A. Karim and R. Bhat, "Gelatin alternatives for the food industry: recent developments, challenges and prospects," *Trends in food science & technology*, vol. 19, pp. 644-656, 2008.
- [34] A. REDJEB, "Valorisation des déchets d'abattage du dromadaire: Extraction de la gélatine à partir de la peau," 2022.
- [35] C.-P. Chang, T.-K. Leung, S.-M. Lin, and C.-C. Hsu, "Release properties on gelatin-gum arabic microcapsules containing camphor oil with added polystyrene," *Colloids and Surfaces B: Biointerfaces*, vol. 50, pp. 136-140, 2006.
- [36] R. Naomi, H. Bahari, P. M. Ridzuan, and F. Othman, "Natural-based biomaterial for skin wound healing (Gelatin vs. collagen): Expert review," *Polymers*, vol. 13, p. 2319, 2021.
- [37] A. Selimovic, G. Kara, and E. B. Denkbaz, "Magnetic gelatin nanoparticles as a biocompatible carrier system for small interfering RNA in human colorectal cancer: Synthesis, optimization, characterization, and cell viability studies," *Materials Today Communications*, vol. 33, p. 104616, 2022.
- [38] S. A. Khan and M. Schneider, "Stabilization of gelatin nanoparticles without crosslinking," *Macromolecular bioscience*, vol. 14, pp. 1627-1638, 2014.
- [39] S. Al-Nimry, A. A. Dayah, I. Hasan, and R. Daghmash, "Cosmetic, biomedical and pharmaceutical applications of fish gelatin/hydrolysates," *Marine drugs*, vol. 19, p. 145, 2021.
- [40] D. Liu, M. Nikoo, G. Boran, P. Zhou, and J. M. Regenstein, "Collagen and gelatin," *Annual review of food science and technology*, vol. 6, pp. 527-557, 2015.

الفصل الثاني

در اساس سابقه

الجيلاتين هو مادة بروتينية مشتقة من الكولاجين و موجود بوفرة في عظام وجلود الحيوانات حيث يتم استخراجها عن طريق المعالجة الكيميائية، التي تتم من خلال تكسير الروابط الجزيئية للكولاجين و استخراج الجيلاتين منها ذو الطبيعة الهلامية ، كما أن للجيلاتين عدة استخدامات منها الصناعات الدوائية حيث أنه يساعد في صنع كبسولات الأدوية و أيضا الصناعة الغذائية حيث أنه يساهم في العديد من المنتجات الغذائية كالأيس كريم والحلويات و كذلك في الصناعة التجميلية حيث يتم استخدامه في صنع الكريمات و المستحضرات التجميل، على ضوء هذا قمنا في هذا الفصل إلى مراجعة أربعة عشرة دراسة تمحورت حول طرق استخلاص الجيلاتين من مختلف المصادر.

## II. تلخيص الدراسات السابقة

### 1.II. الدراسة الأولى<sup>[1]</sup>:

استنادا إلى العمل المنجز من طرف الباحثين:

E. Aykın-Dincer, et al.

والذي جاء بعنوان:

Extraction and physicochemical characterization of broiler (*Gallus gallus domesticus*) skin gelatin compared to commercial bovine gelatin.

استخراج وتوصيف الخواص الفيزيوكيميائية للجيلاتين المستخلصة من جلد الدواجن (*Gallus gallus domesticus*) مقارنةً بالجيلاتين البقرية التجارية.

الهدف من هذه الدراسة:

هو إنتاج جيلاتين عالي الجودة من جلود الدواجن ومقارنة خصائصه الفيزيوكيميائية مع الجيلاتين البقري التجاري.

لخصت هذه الدراسة إلى ما يلي:

➤ أولاً: تمت معالجة 15 غرام من عينات الجلد المجفف ب 250 مل من محلول هيدروكسيد الصوديوم (NaOH) عند درجة حرارة 25°C لمدة 30 دقيقة في حمام مائي، ثم تمت عملية طرد العينة بواسطة جهاز الطرد المركزي عند 4500 دورة لمدة 10 دقائق وتم غسلها بالماء المقطر.

➤ ثانياً: تمت المعالجة العينة ب 250 مل من محلول حمض الكبريت ( $H_2SO_4$ ) بتركيز 0.15% عند 25°C لمدة 30 دقيقة في حمام مائي، ثم طرد العينة بواسطة جهاز الطرد المركزي عند 4500 دورة لمدة 10 دقائق وتم غسل العينة بالماء المقطر.

➤ **ثالثا:** تم خلط العينة المتحصل عليها مع 250 مل من حامض الستريك ( $C_6H_8O_7$ ) بتركيز 0.7% عند  $25^\circ C$  لمدة 30 دقيقة ثم طردها بواسطة الطرد المركزي عند 4500 دورة لمدة 10 دقائق، وتم إزالة أي أملاح باقية في العينة بعد مراحل الاستخراج بغسلها بالماء المقطر قبل الطرد المركزي عند 4500 دورة لمدة 10 دقائق، ثم تركت المستخلصات في الماء المقطر لتترسب طوال الليل عند  $50^\circ C$  دون خلط، ثم تم تصفيتها باستخدام قمع وورق ترشيح.

➤ **أخيرا:** تم تجفيف العينة.

#### استنتاجات الدراسة:

تم الحصول على مردود استخلاص الجيلاتين من جلد الدجاج بنسبته 6.5%.

#### 2.II. الدراسة الثانية [2]:

بالإستناد إلى المقال العلمي المنجز من طرف الباحثين:

CHEBON SAMMY KIPLAGAT, et al.

والذي جاء بعنوان:

Extraction and characterization of gelatin from *Lates niloticus* and potential industrial applications.

استخراج وتوصيف الجيلاتين من سمك *Lates niloticus* وتطبيقاته الصناعية المحتملة.

الهدف من هذه الدراسة:

هو استخراج الجيلاتين من حراشف سمك *Lates niloticus*.

لخصت هذه الدراسة إلى ما يلي:

➤ **أولا:** تم معالجة 1 كيلوغرام من حراشف السمك بمحلول هيدروكسيد الصوديوم (NaOH) حيث تم إجراء هذا التحلل في الفرن عند  $50^\circ C$  لمدة 12 ساعة، ثم تم غسل العينة بالماء المقطر لتحييد الرقم الهيدروجيني لضمان تجانس العملية مع تحريك العينة بانتظام، بمجرد الإنتهاء من عملية التحلل تم إزالة العينة من الفرن وتبريدها إلى درجة حرارة الغرفة.

➤ **أخيرا:** تم فصل محلول الجيلاتين (الجزء السائل) عن طريق الصب ثم تم تجفيفه بالتجميد للحصول على مسحوق الجيلاتين.

استنتاجات الدراسة:

تم الحصول على مردود استخلاص الجيلاتين من سمك *Lates niloticus* بنسبة 16.3%.

### 3.II. الدراسة الثالثة [3]:

استنادا إلى العمل المنجز من طرف الباحث:

A.A. Al-Hassan

والذي جاء بعنوان:

Gelatin from camel skins: Extraction and characterizations.

الجيلاتين من جلود الإبل: الاستخلاص والتوصيف.

الهدف من هذه الدراسة:

هو استخلاص الجيلاتين من جلود الإبل باستخدام هيدروكسيد الكالسيوم ( $\text{Ca(OH)}_2$ ) وكبريتات الأمونيوم ( $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ ) وتوصيف خصائصه الحرارية والفيزيائية والكيميائية، وتم تحليل هياكل جيلاتين جلد الإبل بواسطة التحليل الطيفي للأشعة تحت الحمراء (FTIR).

لخصت هذه الدراسة إلى ما يلي:

➤ أولاً: بعد عملية إزالة الشعر لجلود الإبل تمت معالجة الجلود باستخدام هيدروكسيد الكالسيوم ( $\text{Ca(OH)}_2$ ) بنسبة 10% لمدة 48 ساعة عند درجة حرارة الغرفة  $25^\circ\text{C}$ ، تليها عملية غسل العينة بالماء، ثم معالجتها باستخدام محلول كبريتات الأمونيوم ( $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ ) بتركيز 4%.  
 ➤ ثانياً: تمت معالجة العينة بماء مقطر عند  $75^\circ\text{C}$  لمدة 3 ساعات ثم عند  $90^\circ\text{C}$  لمدة ساعتين.  
 ➤ أخيراً: تم ترشيح الجيلاتين المستخرج بواسطة القماش القطني ثم طرد العينات بجهاز الطرد المركزي عند 15000 دورة في الدقيقة لمدة 5 دقائق عند  $30^\circ\text{C}$  وتم تجفيف المادة الطافية في فرن عند  $60^\circ\text{C}$  لمدة 24 ساعة.

استنتاجات الدراسة:

تم حصول على مردود استخلاص الجيلاتين من جلد الإبل بنسبة 36.8%.

4.II. الدراسة الرابعة<sup>[4]</sup>:

استنادا إلى العمل المنجز من طرف الباحثين:

MOHD SHAKRIE PALAN ABDULLAH, et al.

والذي جاء بعنوان:

Physicochemical Evaluation and Spectroscopic Characterisation of Gelatine from Shank and Toes of *Gallus gallus domesticus*.

تقييم الفيزيوكيميائي والتوصيف الطيفي للجيلاتين من الساق والأصابع لدجاج (*Gallus gallus domesticus*).

الهدف من هذه الدراسة:

استخراج الجيلاتين من (*Gallus gallus domesticus*) والتوصيف الفيزيائي والكيميائي للجيلاتين المصنع ومقارنته مع الجيلاتين التجاري.

لخصت هذه الدراسة إلى ما يلي:

- أولاً: تم تقطيع عينة إلى قطع صغيرة ثم تم غسلها عدة مرات بالماء.
- ثانياً: تم معالجة العينة بحمض الهيدروكلوريك (HCl) بتركيز 0.5 نظامي مع التحريك المستمر عند درجة حرارة الغرفة 25°C لمدة ساعة واحدة، بعد ذلك يتم ترشيح العينة الناتجة وغسلها عدة مرات بالماء المقطر.
- ثالثاً: تمت إضافة 600 مل من الماء المقطر إلى العينة وتسخينها عند درجات حرارة مختلفة 55°C أو 45°C مع التحريك المستمر لساعة واحدة، أثناء التسخين تم تعديل الرقم الهيدروجيني بإضافة 0.5 مولاري من محلول هيدروكسيد الصوديوم (NaOH) (3-5 قطرات).
- أخيراً: تم ترشيح الخليط وجمع المادة المرشحة وتصفيته لاحقاً باستخدام ورق الترشيح وتجميدها للحصول في النهاية على الجيلاتين.

استنتاجات الدراسة:

أظهر المردود الاستخلاص المزدوج عند درجة حرارة أولية تبلغ 45°C للاستخلاص الأول متبوعاً بالاستخلاص الثاني عند 65°C كان أفضل مقارنةً بالاستخلاص الفردي عند 55°C أو 45°C، حيث كان متوسط النسبة المئوية للعائد عن طريق الاستخلاص المزدوج حوالي 9.52% والتي كانت أكثر بكثير مقارنةً بالعائدات من عمليات الاستخراج الفردية عند درجتى حرارة مختلفتين أي 55°C و 45°C.

5.II. الدراسة الخامسة<sup>[5]</sup>:

استنادا إلى العمل المنجز من طرف الباحثين:

Ruri Widyasari, et al.

والذي جاء بعنوان:

Extraction and characterization of gelatin from chicken feet by acid and ultrasound assisted extraction.

استخراج وتوصيف الجيلاتين من أقدام الدجاج بواسطة الحمض وبمساعدة الأمواج فوق الصوتية.

الهدف من هذه الدراسة:

تطرقت هذه الدراسة للتحقق من استخلاص الجيلاتين وخواصه الفيزيائية والكيميائية باستخدام طرق استخلاص مختلفة (الاستخلاص بمساعدة الحمض والموجات فوق الصوتية) ومقارنتها مع الجيلاتين البقري التجاري.

لخصت هذه الدراسة إلى ما يلي:

#### ✓ طريقة استخراج الحمضية:

✚ أولاً: تم معالجة عينة أرجل الدجاج في محلول هيدروكسيد الصوديوم (NaOH) بتركيز 0.2% لإزالة المواد غير الكولاجينية، مع التحريك المستمر عند درجة حرارة الغرفة (22°C-28°C) لمدة 40 دقيقة.

✚ ثانياً: تم معالجة العينة في محلول حمض الأسيتيك (CH<sub>3</sub>COOH) بتركيز 0.2% لمدة 40 دقيقة ثم غسل العينة بماء الحنفية حتى يصل إلى درجة حموضة معتدلة.

✚ أخيراً: تم وضع العينة في ماء مقطر عند 70°C لمدة 90 دقيقة، ثم تم تصفية الخلاصة من خلال طبقتين من القماش الصوفي وتجفيفها بالتجميد، ثم طحن المادة المجففة كمسحوق جيلاتين.

#### ✓ طريقة الاستخراج بمساعدة الموجات فوق الصوتية:

✚ أولاً: تم استخلاص أقدام الدجاج المعالجة بالحمض باستخدام درجة حرارة 70°C وقوة الموجات فوق الصوتية 300 واط لمدة 100 دقيقة، بعد ذلك ترشيح المستخلص وتجفيفه بالتجميد، ثم تم طحن المادة المجففة التي تم الحصول عليها كمسحوق الجيلاتين.

✚ أخيراً الاستخلاص في الماء عند درجة حرارة معتدلة أعلى من 40°C لتدمير الروابط الهيدروجينية لتتحول إلى جيلاتين قابل للذوبان.

## استنتاجات الدراسة:

كان مردود الجيلاتين المستخرج من أقدام الدجاج باستخدام استخراج الحمض 4.05%، في حين أن استخدام طريقة الاستخراج بمساعدة الموجات فوق الصوتية كان له عائد أقل مقارنة بالطريقة السابقة التي لديها 3.96%، على الرغم من أن المحصول منخفض نسبياً، ومع ذلك فإن خصائص الجيلاتين المستخرج من كلا الطريقتين لا تختلف مقارنة مع الجيلاتين البقري التجاري.

6.II. الدراسة السادسة<sup>[6]</sup>:

استناداً إلى العمل المنجز من طرف الباحثين:

Pavan Kumar, et al.

والذي جاء بعنوان:

Structural properties of gelatin extracted from croaker fish (*Johnius sp*) skin waste.

الخواص التركيبية للجيلاتين المستخرج من مخلفات جلد السمك (*Johnius sp*).

الهدف من هذه الدراسة:

هو تحضير الجيلاتين من جلد السمك (*Johnius sp*) الطازج باستخدام كلوريد الصوديوم (NaCl) وتقييم الخواص الفيزيائية والكيميائية والتركيبية للجيلاتين المستخرج.

لخصت هذه الدراسة إلى ما يلي:

أولاً: تمت إذابة الجلود المجمدة وتقطيعها إلى قطع صغيرة ومعالجتها بمحلول من كلوريد الصوديوم (NaCl) بتركيز 0.75 مولاي لمدة 10 دقائق عند 4°C، ثم تم غسل الجلد السمك بماء الحنفية البارد وتكرار عملية المعالجة لكلوريد الصوديوم وغسل الماء مرتين.

ثانياً: تم تقليب الجلود المغسولة بكمية مناسبة من الماء وحفظها في حمام مائي عند درجة الحرارة والمدة المطلوبة، وتم تبريد المستخلصات وطردها بجهاز الطرد المركزي عند 10000 دورة لمدة 15 دقيقة لفصل المادة غير القابلة للذوبان، ثم تم ترشيح المادة الطافية باستخدام ورق الترشيح، تليها تجفيف المرشح بالتجميد للحصول على الجيلاتين، بعد ذلك يتم إجراء التجفيف بالتجميد في مجفف تجميد.

أخيراً: تجفيف العينة بالتجميد لمدة 24 ساعة عند درجة حرارة 45°C، وتم تخزين الجيلاتين المجفف بالتجميد في حاويات محكمة الغلق تحت ظروف مجففة.

## استنتاجات الدراسة:

كان مردود الاستخلاص للجيلاتين المستخرج من جلد السمك (*Johnius sp*) هو 7.15 % وكانت درجة حرارة التبلور والانصهار لجيلاتين المتحصل عليه هي  $17.4^{\circ}\text{C}$  و  $23.8^{\circ}\text{C}$ .

7.II. الدراسة السابقة<sup>[17]</sup>:

استنادا إلى العمل المنجز من طرف الباحثين:

Naourez Ktari, et al.

والذي جاء بعنوان:

Characteristics and functional properties of gelatin from zebra blenny (*Salaria basilisca*) skin.

الخصائص والخصائص الوظيفية للجيلاتين من جلد سمك (*Salaria basilisca*).

الهدف من هذه الدراسة:

استخلاص الجيلاتين من جلد سمك (*Salaria basilisca*)، ودراسة خصائصه الفيزيائية والكيميائية، واختبار إمكانية تطبيقه في تصفية عصير التفاح.

لخصت هذه الدراسة إلى ما يلي:

➤ **أولاً:** تم غسل الجلود ونقعها في محلول هيدروكسيد الصوديوم (NaOH) بتركيز 0.05 مولاري عند درجة حرارة  $4^{\circ}\text{C}$  لمدة ساعة واحدة، ثم تم غسلها بماء الحنفية حتى يتم الحصول على درجة حموضة محايدة.

➤ **ثانياً:** يتم نقع الجلود في محلول جلايسين (glycine) حمض الهيدروكلوريك (HCl) بتركيز 0.1 مولاري عند درجة حموضة 2 وإخضاعها لتحلل مائي، ثم تم تقليب الخليط لمدة 18 ساعة عند  $4^{\circ}\text{C}$ ، بعد ذلك رفع الرقم الهيدروجيني للخليط إلى 7.0 باستخدام محلول هيدروكسيد الصوديوم (NaOH) بتركيز 10 مولاري، ثم تم التقليب لمدة ساعة واحدة عند  $4^{\circ}\text{C}$ .

➤ **ثالثاً:** تم تجفيف الجلود المعالجة بالإنزيم عند درجة حرارة  $50^{\circ}\text{C}$  لمدة 8 ساعات مع التحريك المستمر لاستخراج الجيلاتين من الجلد.

➤ **أخيراً:** تم طرد الخليط عند 10000 دورة لمدة 30 دقيقة لإزالة المواد غير القابلة للذوبان، حيث تم جمع المواد الطافية وتجفيفها بالتجميد للحصول على مسحوق الجيلاتين.

## استنتاجات الدراسة:

كان مردود الجيلاتين المستخرج من جلد السمك (*Salaria basilisca*) هو 14.8% وأظهر الجيلاتين المستخرج قابلية ذوبان مرغوبة، وخصائص رغوة، علاوة على ذلك كان الجيلاتين المستخرج في هذه الدراسة أكثر فعالية لتنقية عصير التفاح عند تطبيقه بتركيزات منخفضة، ولم يكن له أي تأثير على المعلمات الكيميائية الحيوية للعصير.

## 8.II. الدراسة الثامنة [8]:

استنادا إلى العمل المنجز من طرف الباحثين:

Yau-Hoong Kuan, et al.

والذي جاء بعنوان:

Comparison of physicochemical and functional properties of duck feet and bovine gelatins.

مقارنة الخصائص الفيزيائية والكيميائية والوظيفية لجيلاتين أرجل البط والجيلاتين البقري.

الهدف من هذه الدراسة:

استخلاص الجيلاتين من أرجل البط باستخدام حمض الأسيتيك ( $\text{CH}_3\text{COOH}$ )، ومقارنة خصائصه الفيزيائية والكيميائية والوظيفية مع تلك الخاصة بالجيلاتين البقري التجاري.

لخصت هذه الدراسة إلى ما يلي:

- أولاً: تم قطع أرجل البط إلى قطع صغيرة وغسلها ثلاث مرات بماء الحنفية لإزالة الشوائب.
- ثانياً: تمت معالجة العينة بواسطة حمض الأسيتيك ( $\text{CH}_3\text{COOH}$ ) بتركيز 4.0% لمدة 16 ساعة، تليها عملية غسل العينة بالماء حتى تصل إلى القيم الهيدروجينية المعتدلة.
- ثالثاً: تم معالجة العينة بماء الساخن عند  $55^\circ\text{C}$  لمدة 12 ساعة، بعد ذلك تم تصفية السائل من خلال ورق ترشيح، ثم تم صب السائل المصفى في طبقات رقيقة على أطباق بلاستيكية وتجفيفه في الفرن عند  $50^\circ\text{C}$  لمدة 12 ساعة.
- أخيراً: تم طحن أوراق الجيلاتين وتخزينها في علب عند درجة حرارة الغرفة.

استنتاجات الدراسة:

كان مردود الجيلاتين المستخرج من أقدام البط 7.01%.

## 9.II. الدراسة التاسعة [9]:

استنادا إلى العمل المنجز من طرف الباحثين:

Omaima Aidat, et al.

والذي جاء بعنوان:

Physicochemical, rheological, and textural properties of gelatin extracted from chicken by-products (feet-heads) blend and application.

الخصائص الفيزيوكيميائية والتركيبية للجيلاتين المستخرج من مزيج منتجات الدجاج (الرؤوس والأقدام) وتطبيقها.

الهدف من هذه الدراسة:

استخلاص وتوصيف الجيلاتين من منتجات الدجاج (الرؤوس والأقدام) باستخدام تركيزين من حمض الأسيتيك ( $\text{CH}_3\text{COOH}$ ) ودمجه كعامل هلامي في تركيبة حلوى الشوكولاتة.

لخصت هذه الدراسة إلى ما يلي:

➤ **أولاً:** تم معالجة 100 جرام من العينات (الأرجل والرؤوس المجمدة) في محلول هيدروكسيد الصوديوم ( $\text{NaOH}$ ) بتركيز 0.5 مولاري عند درجة حرارة الغرفة لمدة 18 ساعة تحت التحريك المستمر من أجل إزالة المواد الغير كولاجينية، تليها تصفية العينات وغسلها عدة مرات بالماء المقطر لتعديل درجة الحموضة.

➤ **ثانياً:** تمت معالجة البقايا بحمض الأسيتيك ( $\text{CH}_3\text{COOH}$ ) بتركيزين مختلفين: 3% و 5% لمدة 18 ساعة ثم تم ترشيح العينات.

➤ **ثالثاً:** تمت عملية استخراج الجيلاتين في ماء دافئ عند درجة حرارة  $75^\circ\text{C}$  لمدة 6 ساعات، ثم تم صب المستخلصات المصفاة في أطباق بيتريية وتجفيفها لمدة 48 ساعة في فرن عند  $45^\circ\text{C}$ .

➤ **أخيراً:** تم طحن الأوراق الجيلاتينية بواسطة طاحونة كهربائية.

استنتاجات الدراسة:

بلغ مردود استخلاص الجيلاتين المعالج بحمض الأسيتيك ( $\text{CH}_3\text{COOH}$ ) بتركيزين مختلفين: 3% و 5% ما يلي 10.49% و 13.2% على التوالي.

## 10.II. الدراسة العاشرة [10]:

استنادا إلى العمل المنجز من طرف الباحثين:

L. Du, et al.

والذي جاء بعنوان:

Physicochemical and functional properties of gelatins extracted from turkey and chicken heads.

الخصائص الفيزيوكيميائية والوظيفية للجيلاتين المستخلص من رؤوس الديك الرومي ورؤوس الدجاج.

الهدف من هذه الدراسة:

إعداد الجيلاتين من رؤوس الدجاج والديك الرومي، وتم تقييم تركيبهما وخصائصهما الوظيفية.

لخصت هذه الدراسة إلى ما يلي:

المعالجة المسبقة:

أولاً: تمت معالجة 1 كيلوغرام من رؤوس الدجاج والديك الرومي المطحونة بشكل منفصل في الماء المقطر وتحريكها لمدة 15 دقيقة عند  $4^{\circ}\text{C}$ ، ثم تم تصفية العينة من خلال الترشيح.

ثانياً: تم معالجة العينة بمحلول بيكربونات الصوديوم ( $\text{NaHCO}_3$ ) بتركيز 15 مولاري لمدة ساعة عند  $4^{\circ}\text{C}$  مع التحريك المستمر، ثم طرد العينة بجهاز الطرد المركزي عند 10000 دورة لمدة 10 دقائق عند  $4^{\circ}\text{C}$ ، حيث تم تكرار هذه الخطوة 3 مرات إضافية حتى لا يتم ملاحظة وجود دهون في الطبقة العلوية.

ثالثاً: تمت معالجة العينة بمحلول هيدروكسيد الصوديوم ( $\text{NaOH}$ ) بتركيز 0.1 مولاري لمدة 6 ساعات عند  $4^{\circ}\text{C}$ ، وتم تغيير المحلول القاعدي كل ساعتين. ثم تم غسل العينات بالمعالجة القاعدية بالماء المقطر وخلطها مع محلول حمض الخليك ( $\text{COOH}_3\text{CH}$ ) بتركيز 0.05 مولاري لمدة 18 ساعة عند  $4^{\circ}\text{C}$  مع التحريك المستمر، ثم تم غسل العينات المعالجة بالماء المقطر لإزالة الحمض.

## استخراج الجيلاتين:

تم استخراج الجيلاتين من رؤوس الدواجن المعالجة مسبقاً في مرحلتين عند درجتي حرارة مختلفتي:

أولاً: تم خلط العينة مع الماء المقطر وتم ضبط درجة الحموضة إلى الرقم الهيدروجيني 7 باستخدام هيدروكسيد الصوديوم (NaOH) بتركيز 1 مولاري في المرحلة الأولى، ثم تم استخراج الجيلاتين عند درجة حراري  $50^{\circ}\text{C}$  لمدة 18 ساعة تحت التحريك المستمر، ثم تم فصل الجيلاتين القابل للذوبان عن المواد غير القابلة للذوبان عن طريق الترشيح.

ثانياً: تم استخراج الجيلاتين في المواد غير القابلة للذوبان عند  $60^{\circ}\text{C}$  لمدة 6 ساعات، ثم تم ترشيح الجيلاتين المستخرج بشكل منفصل باستخدام أوراق ترشيح، ثم تم تبخير الجيلاتين تحت فراغ عند درجة حرارة  $50^{\circ}\text{C}$  باستخدام جهاز روتافابور (Rotavapor).

أخيراً: تم تجفيف الجيلاتين المحضر باستخدام التجفيف بالتجميد ونتيجة لذلك، تم حصول على أربع 4 عينات من الجيلاتين المستخرج: جيلاتين رؤوس الدجاج المستخرج عند درجة حرارة  $50^{\circ}\text{C}$  و  $60^{\circ}\text{C}$ ، وجيلاتين رؤوس الديك الرومي المستخرج عند درجة حرارة  $50^{\circ}\text{C}$  و  $60^{\circ}\text{C}$ .

## استنتاجات الدراسة:

كان مردود الجيلاتين في رؤوس الديك الرومي عالي (62.76%) مقارنة برؤوس الدجاج (52.29%)، مع زيادة الجيلاتين المستخرج لرؤوس الديك الرومي (37.97%) مقارنة مع رؤوس الدجاج (31.21%).

11.II. الدراسة الحادية عشر<sup>[11]</sup>:

استناداً إلى العمل المنجز من طرف الباحثين:

Soraya Saenmuang, et al.

والذي جاء بعنوان:

Extraction and characterization of gelatin from black-bone chicken by-products.

استخراج وتوصيف الجيلاتين من منتجات الدجاج ذات العظام السوداء.

الهدف من هذه الدراسة:

التقليل من المنتجات الفرعية واستكشاف إمكانية العثور على مصدر جديد للجيلاتين تتمتع بخصائص محددة للاستخدام في الصناعات.

لخصت هذه الدراسة إلى ما يلي:

أولاً: تم معالجة 14 غرام من الجلود والأقدام منزوعة الدهون مع 200 مل من تراكيز مختلفة من هيدروكسيد الصوديوم (NaOH) (0.025، 0.050، 0.075 مولاري) مع التحريك المستمر عند 22°C لمدة 80 دقيقة، بعد ذلك تم ترسيب المزيج عن طريق الطرد المركزي عند 3500 دورة لمدة 10 دقائق، وغسله بـ 200 مل من الماء المقطر، ثم تم ترسيبه مرة أخرى بالطرد المركزي عند 3500 دورة لمدة 10 دقائق.

ثانياً: تمت معالجة العينة بـ 200 مل من محلول حمض الكبريتيك (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) بتركيز 0.15% مع التحريك المستمر لمدة 40 دقيقة وترسيبه بالطرد المركزي عند 3500 دورة لمدة 10 دقائق.

ثالثاً: تم مزج الحبيبات المحصل عليها مع 200 مل من محلول حمض الستريك (C<sub>6</sub>H<sub>8</sub>O<sub>7</sub>) بتركيز 0.7% لمدة 40 دقيقة وإجراء الطرد المركزي عند 3500 دورة لمدة 10 دقائق، بعد ذلك تم غسل العينة بـ 200 مل من الماء المقطر قبل الطرد المركزي عند 3500 دورة لمدة 10 دقائق، في الخطوة النهائية من عملية الاستخراج، تم مزج العينات مع 200 مل من الماء المقطر عند 45°C لمدة 15 ساعة دون تحريك، ثم تم تبريد المخاليط إلى درجة حرارة الغرفة قبل مزجها مع 4 جرام من الكربون المنشط لمدة 20 دقيقة وتصفية الخليط من خلال ورق ترشيح، ثم تم تركيز المخاليط بالتبخير بالفراغ عند 45°C باستخدام جهاز التبخير الدوار للحصول على ما يقرب من 20 مل من المخاليط المركزة.

أخيراً: تم تجفيف المخاليط المركزة بواسطة التجميد وطحنها للحصول على جيلاتين من فضلات الدجاج ذو العظام السوداء أو جلد الدجاج ذو العظام السوداء.

#### استنتاجات الدراسة:

كان مردود جيلاتين أقدام الدجاج ذو العظام السوداء يتراوح بين 9.53% و 10.59% أما مردود جلد الدجاج ذو العظام السوداء فكان بين 6.60% و 7.23%.

#### 12.II. الدراسة الثانية عشر [12]:

استناداً إلى العمل المنجز من طرف الباحثين:

A. D. Bichukale, et al.

والذي جاء بعنوان:

Functional Properties of Gelatin Extracted from Poultry Skin and Bone Waste.

الخصائص الوظيفية للجيلاتين المستخرجة من جلد الدواجن وبقايا العظام.

الهدف من هذه الدراسة:

استخلاص الجيلاتين من جلد وعظام الدواجن في درجات حرارية مختلفة ( $40^{\circ}\text{C}$ ،  $45^{\circ}\text{C}$ ،  $50^{\circ}\text{C}$ ،  $55^{\circ}\text{C}$  و  $60^{\circ}\text{C}$ ) وتقييم خصائصه الوظيفية وجودته.

لخصت هذه الدراسة إلى ما يلي:

#### ✓ استخراج الجيلاتين من جلد الدجاج:

أولاً: تم خلط 100 غرام من جلد الدجاج المجفف منزوع الدهن مع 300 مل من محلول هيدروكسيد الصوديوم 0.15% (NaOH) مع التحريك مستمر عند درجة حرارة الغرفة  $27^{\circ}\text{C}$  لمدة 40 دقيقة، حيث تم تكرار هذه الخطوة ثلاث مرات لإزالة البروتينات غير الكولاجينية والصبغيات، ثم تم غسل العينة بالماء المقطر.

ثانياً: تمت معالجة العينة مع 300 مل من محلول حمض الكبريتيك ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ) بتركيز 0.15%، ثم تم معالجة العينة ب 300 مل من محلول حمض الستريك ( $\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_7$ ) بتركيز 0.7% مع التحريك المستمر عند درجة حرارة الغرفة لمدة 40 دقيقة، ثم غسل العينة بماء المقطر.

ثالثاً: تم طرد العينة بجهاز الطرد المركزي عند 3500 دورة لمدة 15 دقيقة.

رابعاً: تم إجراء الاستخراج النهائي في 300 مل من الماء المقطر عند درجة حرارة مختلفة ( $40^{\circ}\text{C}$ ،  $45^{\circ}\text{C}$ ،  $55^{\circ}\text{C}$  و  $60^{\circ}\text{C}$ ) لمدة طويلة دون تحريك، وتمت تصفية المزيج الناتج في قمع باستخدام ورق الترشيح.

أخيراً: تم تجفيف المحلول الناتج في فرن عند  $45^{\circ}\text{C}$  لمدة 18 ساعة للحصول على مسحوق الجيلاتين.

#### ✓ استخراج الجيلاتين من عظام الدواجن:

أولاً: تم تنظيف عينات عظام الدواجن بإزالة الجلد والدهون والقشور عن طريق غمر العينات في الماء المغلي عند  $100^{\circ}\text{C}$  لمدة 40 دقيقة، ثم تجفيف عظام الدواجن عند  $50^{\circ}\text{C}$  لمدة 18 ساعة.

ثانياً: تمت معالجة 1 كيلو غرام من عظام الدواجن المجففة بمحلول حمض الهيدروكلوريك (HCl) بتركيز 4% عند  $27^{\circ}\text{C}$  وتم تغيير المحلول بين فترات تتراوح بين ثلاثة أيام لمدة 9 إلى 12 يوماً.

ثالثاً: تمت معالجة العينة بمحلول هيدروكسيد الصوديوم (NaOH) بتركيز 0.2 مولاري لمدة 20 يوماً و تم تغيير المحلول بين فترات تتراوح بين ثلاثة أيام، بعد 20 يوماً من الغمر تم غسل العينات وغمرها في الماء المقطر لمدة 24 إلى 48 ساعة وغسلها 7 مرات، ثم تم تعديل الرقم الهيدروجيني للعينات باستخدام حمض الهيدروكلوريك (HCl) حتى يصل إلى الرقم الهيدروجيني ما بين 5-7، بعد المعالجة الأولية تم إجراء الاستخراج النهائي للجيلاتين في 300 مل من الماء المقطر عند درجة حرارة مختلفة ( $40^{\circ}\text{C}$ ،  $45^{\circ}\text{C}$ ،  $50^{\circ}\text{C}$  و  $55^{\circ}\text{C}$  و  $60^{\circ}\text{C}$ ) طوال الليل دون تحريك.

✚ أخيراً: تم تصفية المزيج الناتج في قمع باستخدام ورق ترشيح ثم تم تجفيف المحلول الناتج في فرن عند  $45^{\circ}\text{C}$  لمدة 18 ساعة للحصول في النهاية على مسحوق الجيلاتين.

#### استنتاجات الدراسة:

كان مردود الجيلاتين المستخلص من جلد الدواجن والعظام عند خمس درجات حرارة مختلفة ( $40^{\circ}\text{C}$ ،  $45^{\circ}\text{C}$ ،  $50^{\circ}\text{C}$ ،  $55^{\circ}\text{C}$  و  $60^{\circ}\text{C}$ ) ، بالنسبة للجلد كانت  $9.43\%$  و  $10.53\%$  و  $11.07\%$  و  $11.80\%$  و  $12.23\%$  وأما للعظام فكانت  $7.30\%$  و  $7.49\%$  و  $7.50\%$  و  $7.52\%$  و  $8.03\%$  على التوالي.

#### 13.II. الدراسة الثالثة عشر [13]:

استناداً إلى العمل المنجز من طرف الباحثين:

Ruri Widyasari, et al.

والذي جاء بعنوان:

Gelatin from chicken feet: papain-assisted extraction, characterization and its application.

الجيلاتين من أرجل الدجاج: استخراج، توصيف وتطبيقه.

الهدف من هذه الدراسة:

استخلاص الجيلاتين من أقدام الدجاج بطرق مختلفة (الاستخلاص القلوي والحامض) وتوصيفه الفيزيائي والكيميائي.

لخصت هذه الدراسة إلى ما يلي:

✚ أولاً: تم معالجة أرجل الدجاج منزوعة العظم في محلول هيدروكسيد الصوديوم (NaOH) بتركيز  $0.2\%$  ودرجة حموضة عند 13 لمدة ساعتين عند  $37^{\circ}\text{C}$ .

✚ ثانياً: تمت معالجة العينة بمحلول حمض الأسيتيك ( $\text{CH}_3\text{COOH}$ ) بتركيز  $5\%$  لمدة ساعتين بعد ذلك تم غسل عينة بالماء المقطر لغاية الوصول الى درجة حموضة معتدلة.

✚ ثالثاً: تم وضع العينة في ماء مقطر عند  $37^{\circ}\text{C}$  لمدة 12 ساعة، ثم تم تصفيتها باستخدام بورق الترشيح.

✚ أخيراً: تم تجفيفها بواسطة التجميد وتم طحن المادة المجففة للحصول على مسحوق الجيلاتين.

## استنتاجات الدراسة:

كان مردود الجيلاتين المستخرج من أرجل الدجاج منزوعة العظم هو 18.4%.

## 14.II. الدراسة الرابعة عشر [14]:

استنادا إلى العمل المنجز من طرف الباحثين:

Komate Rammaya, et al.

والذي جاء بعنوان:

PHYSICAL AND CHEMICAL PROPERTIES OF GELATIN FROM MECHANICALLY DEBONED CHICKEN MEAT RESIDUE (MDCMR).

خصائص الفيزيائية والكيميائية للجيلاتين من لحم الدجاج المنزوع العظم بقايا.

الهدف من هذه الدراسة:

استخلاص الجيلاتين من لحم الدجاج منزوع العظم ودراسة الخصائص الفيزيوكيميائية للجيلاتين المستخلص.

لخصت هذه الدراسة إلى ما يلي:

- أولاً: تمت عملية إزالة دهون العينة في الماء عند  $35^{\circ}\text{C}$  تحت التحريك المستمر ثم تم غسل العينة بالماء عند درجة حرارة الغرفة.
- ثانياً: تمت معالجة العينة باستخدام حمض الهيدروكلوريك (HCl) بتركيز 3% لمدة 24 ساعة، ثم تم غسلها بالماء المقطر لإزالة الحمض الزائد.
- ثالثاً: تمت المعالجة القلوية للعينة باستخدام محلول هيدروكسيد الصوديوم (NaOH) تركيز 0.04% لمدة 72 ساعة عند درجة حرارة الغرفة ثم تم غسلها بالماء المقطر.
- رابعاً: تمت عملية استخلاص الجيلاتين في ماء مقطر تحت التحريك المستمر لمدة 120 دقيقة، ثم تم طرد العينة بجهاز الطرد المركزي عند 2000 دورة لمدة 30 دقيقة، وتم ترشيح المادة الطافية التي تم الحصول عليها في قمع باستخدام ورق الترشيح، بعد ذلك تم تجفيف العينة بالتجميد في مجفف التجميد.
- أخيراً: تم تعبئة قطع الجيلاتين المجففة وتخزينها في درجة حرارة مختلفة ( $60^{\circ}\text{C}$  و  $70^{\circ}\text{C}$  و  $80^{\circ}\text{C}$ ).

## استنتاجات الدراسة:

كان مردود استخلاص الجيلاتين من لحم الدجاج منزوع العظم عند درجة الحرارة  $70^{\circ}\text{C}$ ،  $80^{\circ}\text{C}$ ،  $60^{\circ}\text{C}$  هو 28.29%، 33.67%، 38.04% على التوالي.

## المراجع الفصل الثاني:

- [1] E. Aykın-Dinçer, A. Koç, and M. Erbaş, "Extraction and physicochemical characterization of broiler (*Gallus gallus domesticus*) skin gelatin compared to commercial bovine gelatin," *Poultry Science*, vol. 96, pp. 4124-4131, 2017.
- [2] C. S. KIPLAGAT, J. M. ONYARI, F. Mulaa, and J. Wabomba, "Extraction and characterization of gelatin from *Lates niloticus* and potential industrial applications," *Asian Journal of Natural Product Biochemistry*, vol. 15, pp. 53-64, 2017.
- [3] A. A. Al-Hassan, "Gelatin from camel skins: Extraction and characterizations," *Food Hydrocolloids*, vol. 101, p. 105457, 2020.
- [4] M. S. P. Abdullah, M. I. Noordin, S. I. M. Ismail, S. Nyamathulla, M. Jasamai, L. K. Wai, *et al.*, "Physicochemical evaluation and spectroscopic characterisation of gelatine from shank and toes of *Gallus gallus domesticus*," *Sains Malaysiana*, vol. 45, pp. 435-449, 2016.
- [5] R. Widyasari and S. Rawdkuen, "Extraction and characterization of gelatin from chicken feet by acid and ultrasound assisted extraction," *Food and Applied Bioscience Journal*, vol. 2, pp. 85-97, 2014.
- [6] D. P. Kumar, M. V. Chandra, K. Elavarasan, and B. Shamasundar, "Structural properties of gelatin extracted from croaker fish (*Johnius sp*) skin waste," *International Journal of Food Properties*, vol. 20, pp. S2612-S2625, 2017.
- [7] N. Ktari, M. Jridi, R. Nasri, I. Lassoued, H. B. Ayed, A. Barkia, *et al.*, "Characteristics and functional properties of gelatin from zebra blenny (*Salaria basilisca*) skin," *LWT-Food Science and Technology*, vol. 58, pp. 602-608, 2014.
- [8] Y. H. Kuan, A. M. Nafchi, N. Huda, F. Ariffin, and A. A. Karim, "Comparison of physicochemical and functional properties of duck feet and bovine gelatins," *Journal of the Science of Food and Agriculture*, vol. 97, pp. 1663-1671, 2017.
- [9] O. Aidat, L. Belkacemi, M. Belalia, M. khairi Zainol, and H. S. Barhoum, "Physicochemical, rheological, and textural properties of gelatin extracted from chicken by-products (feet-heads) blend and application," *International Journal of Gastronomy and Food Science*, vol. 32, p. 100708, 2023.
- [10] L. Du, Z. Khiari, Z. Pietrasik, and M. Betti, "Physicochemical and functional properties of gelatins extracted from turkey and chicken heads," *Poultry science*, vol. 92, pp. 2463-2474, 2013.

- [11] S. Saenmuang, S. Phothiset, and C. Chumnanka, "Extraction and characterization of gelatin from black-bone chicken by-products," *Food Science and Biotechnology*, vol. 29, pp. 469-478, 2020.
- [12] A. Bichukale, J. Koli, A. Sonavane, V. Vishwasrao, K. Pujari, and P. Shingare, "Functional properties of gelatin extracted from poultry skin and bone waste," *Int. J. Pure Appl. Biosci*, vol. 6, pp. 87-101, 2018.
- [13] R. Widyasari and S. Rawdkuen, "Gelatin from chicken feet: papain-assisted extraction, characterization and its application " *Journal of Food Science and Agricultural Technology (JFAT)*, vol. 1, pp. 136-143, 2015.
- [14] K. Rammaya, K. S. Shukri, V. Q. Yin, and A. S. Babji, "PHYSICAL AND CHEMICAL PROPERTIES OF GELATIN FROM MECHANICALLY DEBONED CHICKEN MEAT RESIDUE (MDCMR)".(

الفصل الثالث:

عربيات من اللغات

تُعتبر تقنية النانو من أبرز الابتكارات التي ظهرت في النصف الثاني من القرن العشرين، حيث تُستخدم في مجموعة متنوعة من المجالات بما في ذلك الطب، صناعة الإلكترونيات الضوئية، وكمحفزات كيميائية لتحويل الطاقة، و تتم صناعة الجسيمات النانوية عبر عدة طرق منها فيزيائية وكيميائية متنوعة مثل الاستئصال بالليزر، الانحلال الحراري، وترسيب البخار الكيميائي، و نظراً لارتفاع تكاليف هذه العمليات أو استلزامها لمذيبات قد تكون سامة، فقد بدأ مؤخراً الاتجاه نحو تطوير طرق بديلة صديقة للبيئة لتوليف الجسيمات النانوية المعدنية.

### 1.III. معلومات عامة عن المواد النانوية

#### 1.1.III. لمحة تاريخية

المصطلح "نانوتكنولوجي" قُدم للمرة الأولى في عام 1974 على يد الفيزيائي الياباني نوريو تانيغوتشي (Norio Taniguchi)، ومنذ ذلك الحين شهدت تقنيات تصنيع المواد النانوية تطورات مهمة، كالترسيب الكيميائي البخاري وتقنيات التصنيع بالليزر، إن هذه التقنيات مكنت العلماء من تطوير مواد جديدة وتحسين خصائص المواد في مجموعة واسعة من التطبيقات بما في ذلك الإلكترونيات، الطب، علوم المواد، البيئة، والطاقة، و يستمر علم النانوتكنولوجي في التطور بوتيرة متسارعة مما يسمح بإنتاج مواد ذات دقة وفعالية عالية على مستوى النانومتر، إن هذه الابتكارات تقدم حلولاً للعديد من التحديات مثل التلوث البيئي، تحسين التشخيص الطبي والعلاجات، وتطوير التكنولوجيات الجديدة، و يُعد علم النانوتكنولوجي مجالاً يواجه تحديات و فرصاً كبيرة لتطوير تكنولوجيا متقدمة ومبتكرة تلبى احتياجات المستقبل [1].

يمكن سرد تعريفات بإيجاز لأهم المصطلحات العلمية المستخدمة في علم النانو [2]:

- **الطبقة النانوية:** هي مواد نانوية ذات بعد واحد فقط يتراوح بين 1 إلى 100 نانومتر.
- **علم النانو:** هو العلم الذي يهتم بالتعامل مع المواد في مستواها الجزيئي والذري بمقياس لا يتعدى 100 نانومتر، وكذلك يهتم باكتشاف ودراسة الخصائص المميزة لمواد النانو.
- **تكنولوجيا النانو:** تقنية النانو تشمل الأبحاث والتطورات التقنية على المستويات الذرية والجزيئية في مجال طولي حوالي 1-100 نانومتر، لتوفير فهم أساسي للظواهر والمواد على مقياس النانو، وهي التي تستخدم وتصنع تركيبات لديها خصائص فريدة نظراً لصغر حجمها.
- **المواد النانوية:** المواد المتوافقة مع الهياكل الداخلية والخارجية للأبعاد النانوية.
- **الجسيمات النانوية:** جسيمات نانوية ذات ثلاث طبقات نانوية وذات أبعاد خارجية، ويتم استخدام المصطلحات النانوية أو الصفائح النانوية بدلاً من الجسيمات النانوية (NPs) عندما يختلف طول المحور الأطول والأقصر لجسم النانو.
- **الألياف النانوية:** عندما تكون الأبعاد النانومترية الخارجية متشابهة وبعدها ثلاثياً أكبر، فهي موجودة في مادة نانوية.

### III.1.2. الجسيمات النانوية المعدنية

اشتق مصطلح "نانو" من الكلمة اليونانية "nanos" ، والتي تعني "قزم" أي "صغير جداً"، تشير وحدة القياس النانومتر إلى جزء واحد من المليار من المتر، أي أن 1 نانومتر يساوي  $10^{-9}$  متر، أو جزء من المليون من المليمتر، حيث 1 نانومتر يعادل  $10^{-6}$  متر، الجسيمات النانوية أو ما يعرف بـ (Nanoparticles)، هي جسيمات دقيقة تمتلك على الأقل بُعداً واحداً يتراوح حجمه بين 1 إلى 100 نانومتر [3].

### III.2. خصائص المواد النانوية

عندما تنتقل المواد من حالتها الكبيرة كالأكسيد إلى حالة الجسيمات النانوية، فإنها تكتسب خصائص جديدة متميزة، في الفقرات التالية، سنستعرض بشكل موجز الخصائص التحفيزية، المغناطيسية، و الضوئية، لهذه الجسيمات النانوية [4].

#### III.1.2. الخصائص الحفزية

يُعد التحفيز أحد التطبيقات البارزة للجسيمات النانوية، حيث تم توظيف مجموعة متنوعة من العناصر والمواد مثل الألومنيوم، الحديد، ثاني أكسيد التيتانيوم، الطين، والسيليكا وغيرها، كمحفزات نانوية على مدى سنوات عديدة، وتُعتبر الجسيمات النانوية اليوم من بين أبرز المحفزات الصناعية نظراً لتطبيقاتها الواسعة والمتنوعة ويعود النشاط التحفيزي الفريد والمتفاوت لهذه الجسيمات إلى عدم تجانسها واختلاف أحجامها الفردية.

#### III.2.2. الخواص المغناطيسية

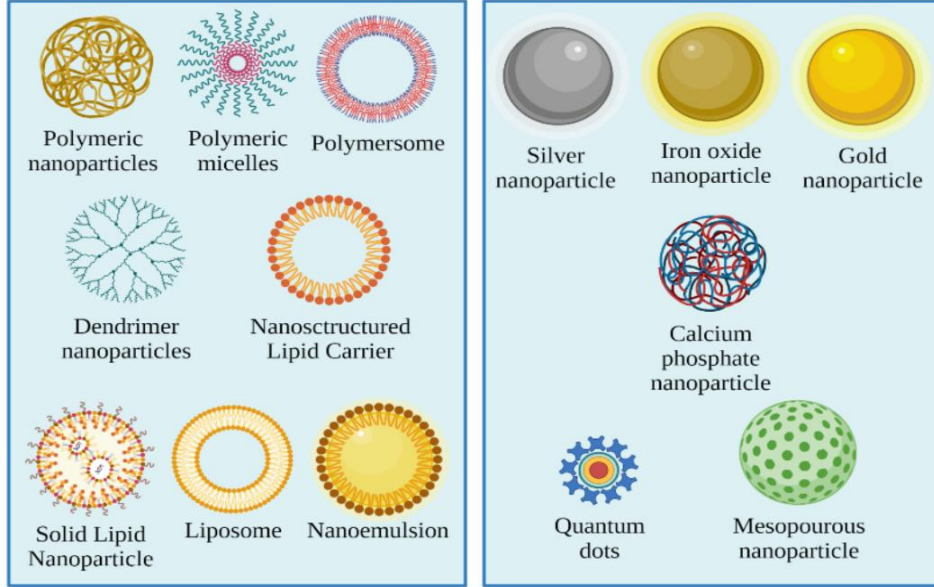
يمكن التحكم بالخصائص المغناطيسية للجسيمات النانوية عبر التعديل في حجمها وشكلها، وهذه الجسيمات تعمل كجسم مغناطيسي ذات قوة وشدة عالية، الجسيمات النانوية المغناطيسية تُستخدم في العديد من التطبيقات مثل تخزين البيانات المغناطيسية، التصوير بالرنين المغناطيسي (MRI)، التكنولوجيا الحيوية، وفي المجال الطبي لتوصيل الأدوية [5، 6].

#### III.3.2. الخواص البصرية

أصبحت الخصائص البصرية مهمة بشكل كبير في دراسة الهياكل النانوية، و ينتج عن تقليل حجم المادة تغييرات في خصائصها البصرية نتيجة للحبس الكمي ورنين بلازمون السطح، إن هذا التصغير يؤدي إلى حبس الشحنات مما ينتج عنه تباين في مستويات الطاقة وتغير في لون المادة، و هذا التباين الملحوظ في التغير اللوني يسمح بتصنيع مواد نانوية بدقة عالية من خلال اختيار طرق التركيب المناسبة [7].

## 3.III. أنواع وتصنيف المواد النانوية

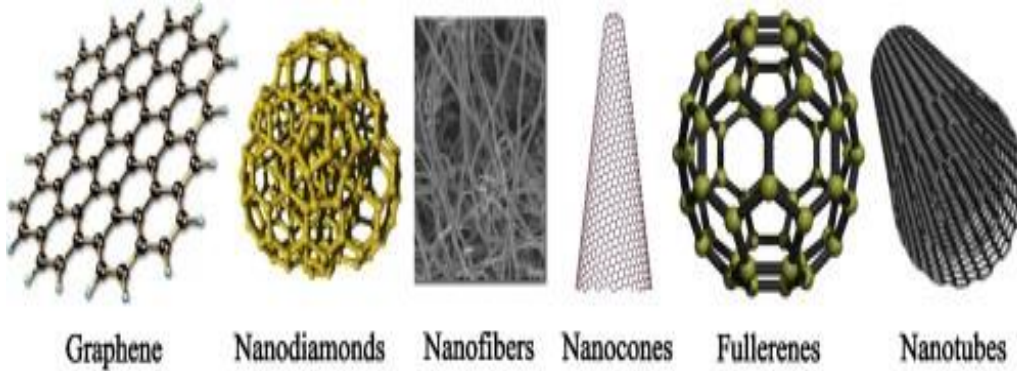
يمكن تنظيم معظم NPs الحالية في أربع فئات بناءً على الأجهزة [8] ويلخص الشكل (1.III) الأنواع المعروفة من الجسيمات النانوية.



الشكل 1.III: أنواع الجسيمات النانوية (مستنسخة بإذن من كريستينا وآخرون [9]).

## أ. المواد النانوية ذات الأساس الكربوني:

المواد النانوية المبنية على الكربون تتألف من الكربون وتضم خمسة أنواع رئيسية، وهي أنابيب الكربون النانوية، الجرافين، الفوليرين (Fullerène)، ألياف الكربون النانوية، وأسود الكربون، كما هو موضح في الشكل (2.III)، الفوليرين المعروف أيضاً بكرات بوكي، يتميز بطبيعته الكروية والإهليلجية من مواد الكربون النانوية، حيث أن الفوليرينات ذات البنية الكروية تتراوح أقطارها بين 8.2 نانومتر للطبقة الواحدة ومن 4 إلى 36 نانومتر و هي ذات طبقات متعددة، تضم من 28 إلى 1500 ذرة كربون [10].



الشكل 2.III: أنواع المواد النانوية ذات الأساس الكربوني (مستنسخة بإذن من تشانغ وآخرون [11]).

## ب. المواد النانوية غير العضوية:

الجسيمات النانوية غير العضوية هي جسيمات نانوية لا تحتوي على ذرات كربون وتُعرف على أنها تتكون من مواد نانوية ذات أساس معدني أو أكسيد معدني [10].

## ت. المواد النانوية العضوية:

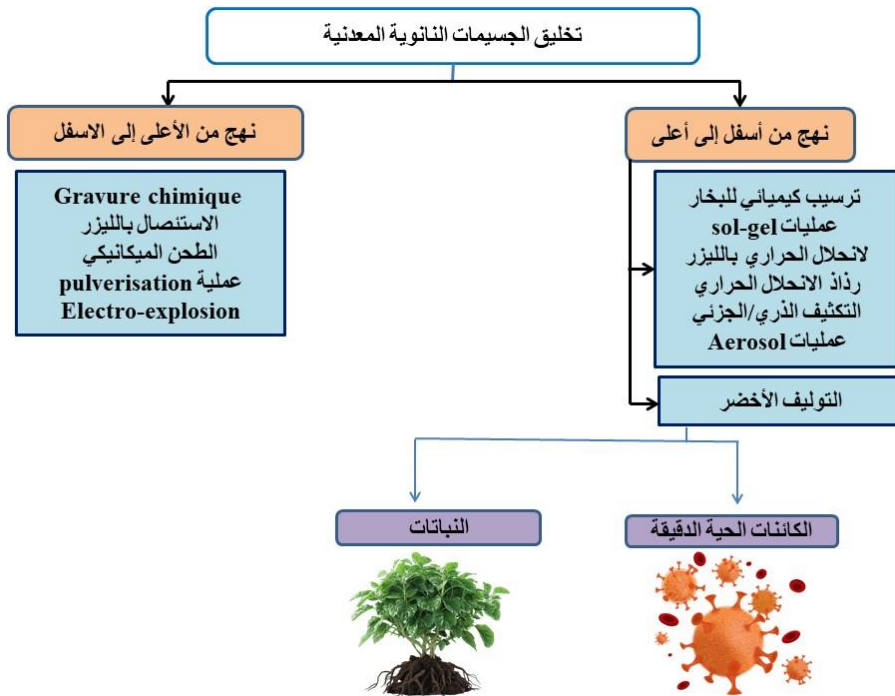
على مقياس النانو، يتم تحويل المركبات العضوية إلى مواد نانوية عضوية، من الأمثلة على الجسيمات النانوية العضوية أو البوليمرات هي الجسيمات الشحمية التشعبات (dendrimers)، المذيلات (micelles)، والفيريتين (ferritin)، هذه الجسيمات النانوية غير السامة والقابلة للتحلل الحيوي والمعروفة بإسم المذيلات، وتتميز الجسيمات الشحمية النانوية بأجزاء داخلية مجوفة تكون حساسة للحرارة والإشعاع الكهرومغناطيسي والضوء [10، 12].

## ث. المواد النانوية المركبة:

المواد النانوية المركبة تتشكل من دمج جسيمات نانوية بجسيمات نانوية أخرى أو بمواد ذات حجم أكبر، تُستخدم هذه المواد بالفعل في تعزيز الخصائص الميكانيكية، الحرارية، ومقاومة اللهب في منتجات مثل قطع غيار السيارات ومواد التعبئة والتغليف [13، 14].

## 1.3.III طرق تركيب الجسيمات النانوية

يتميز بين التصنيع على المستوى الجزيئي (التجميع الذاتي) وبين الصناعات الشكلية التقليدية وكذلك الحصول على جسيمات نانوية بأشكال مختلفة، حيث وضع العلماء مفهومين رئيسيين لتخليق الجسيمات النانوية كما هو موضح في الشكل (3.III) [15].



الشكل 3.III: طرق توليف مختلفة لتحضير الجسيمات النانوية المعدنية [16].

### ❖ المفهوم الأول من الأعلى للأسفل Top-Down

يعتمد هذا المفهوم على تقليص حجم المواد من كبير إلى صغير، حتى الوصول إلى الحجم النانوي المطلوب، والذي قد يصل إلى أصغر حجم ممكن وهو 100 نانومتر، باستخدام طرق تقليدية مثل القطع والطحن، التثريخ والحفر، أو عن طريق استخدام تقنيات فيزيائية مثل الإشعاع بالليزر أو التحلل الحراري، إذ تندرج طرق التحضير الفيزيائية والميكانيكية تحت هذا المفهوم [15].

### ❖ المفهوم الثاني من الأسفل للأعلى Bottom-up

يُعرف هذا المفهوم بأنه عملية بناء الهياكل النانوية ذرة بذرة وجزئية بجزئية، لتشكيل هياكل أكبر حجماً، حيث يمكن الحصول على جزيئات بحجم نانومتري صغير، من الأساليب المستخدمة في هذا السياق، طريقة البناء الحيوي (Biosynthesis) التي تستند إلى سلسلة من التفاعلات الكيميائية بما في ذلك عمليات الاختزال الحيوي، يتميز هذا المفهوم بتعزيز قوة الرابطة بين الجسيمات النانوية المتكونة وكذلك بتقليل الهدر في المادة الأصلية، إذ تندرج طرق التحضير الكيميائية والاحيائية ضمن هذا المفهوم [15].

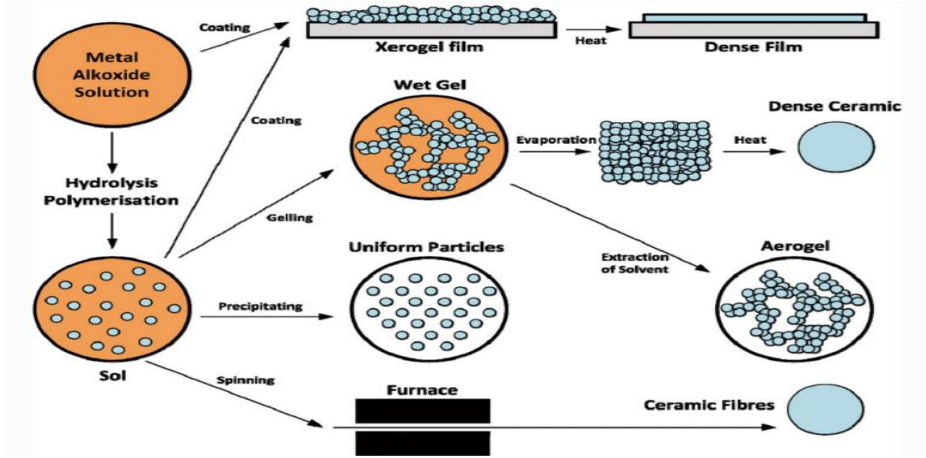
### 4.III طرق تصنيع جسيمات أكسيد المعادن النانوية

#### 1.4.III توليف NPs بواسطة Sol-Gel " طريقة فيزيائية "

مثل طريقة الغرويات (Colloids) وطريقة الهلام السائل (Sol-gel) والشرائح (L-B films) وتتميز هذه الطرق بما يلي:

- ✓ تحتاج إلى تقنيات بسيطة
- ✓ غير مكلفة إذ أنها تحتاج إلى أجهزة أقل مقارنة بالطرق الفيزيائية
- ✓ تتطلب درجات حرارية منخفضة لتصنيعها
- ✓ تكون كميات المواد النانوية المصنعة بهذه الطرق كبيرة
- ✓ يمكن تصنيع المواد النانوية بأحجام وأشكال مختلفة
- ✓ تعد هذه الطرق آمنة

تُستخدم تقنية sol-gel بشكل واسع لتصنيع مواد ذات بنية نانوية لأكاسيد المعادن في التطبيقات التقنية والتكنولوجية، كما يظهر في الرسم التخطيطي الموضح بالشكل (4.III) يتم الحصول على المحلول الملحي من خلال تفاعلات التحلل المائي أو البلمرة بإضافة الكواشف المناسبة إلى المحلول الأولي، يمكن بعد ذلك ترسيب هذا المحلول الملحي على سطح ركيزة كطبقة رقيقة باستخدام تقنيات الطلاء الدوراني أو الغمس، عادةً ما تشمل هذه العملية تكثيف المحلول الملحي أو إضافة بوليمرات لتحويله إلى جل، ويمكن استخدام الجل المتكون لتشكيل مواد مختلفة مثل جسيمات النانوية أو الزجاج أو السيراميك [17].



الشكل 4.III: رسم تخطيطي تمثيلي لتقنية sol-gel ( مستنسخة بإذن من بليني وآخرون [17]).

### 2.4.III. توليف NPs عن طريق العملية الحرارية المائية

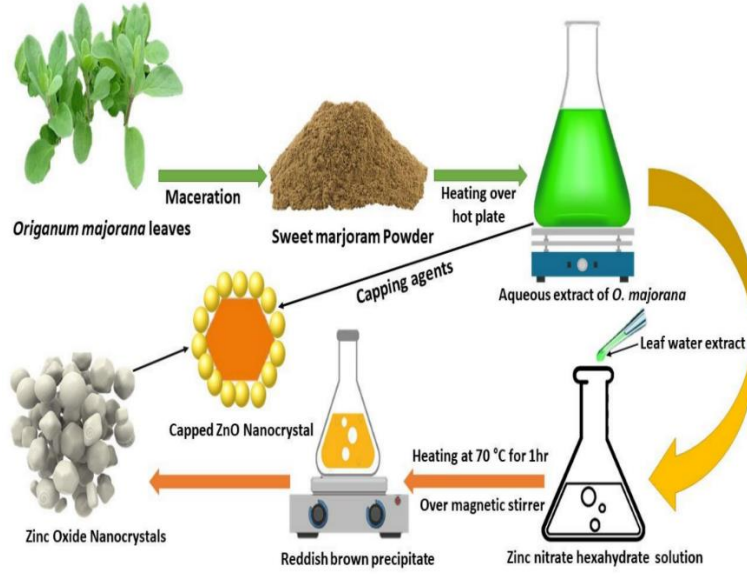
تُنَفَّذ هذه الطريقة عادة باستخدام آلية من الأعلى إلى الأسفل، حيث يتم تقليل حجم المادة إلى النانو باستخدام تقنيات فيزيائية مثل الموجات الصوتية (ultra-sonication)، الإشعاع بالموجات الميكروية (microwave irradiation)، والأساليب الإلكتروكيميائية (electrochemical method)، في هذه الطريقة، يمكن استخدام أنبوب تسخين في ظروف البارومترية لدمج الجسيمات النانوية عن طريق تكثيف البخار، حيث يتم تبخير المادة المصدرة للجسيمات النانوية داخل الجهاز وتحولها بواسطة الحرارة إلى غاز يُحمل بعيداً، تستخدم هذه الطريقة في تصنيع جسيمات نانوية من معادن مثل الذهب، الفضة، الرصاص، الكاديوم، وغيرها من الفلزات [18].

### 3.4.III. توليف NPs بواسطة الكيمياء الخضراء " توليف حيوي "

تُعتبر الطرق الكيميائية والفيزيائية لتصنيع الجسيمات النانوية مكلفة نسبياً، وتحمل الطريقة الكيميائية مخاطر استخدام عناصر ومركبات قد تكون سامة وخطيرة للباحثين، بالإضافة إلى أنها قد تشكل خطورة على البيئة والكائنات الحية، كما أن بعض العمليات في هاتين الطريقتين لا تؤدي دائماً إلى إنتاج جسيمات بالشكل والحجم والنقاوة المطلوبة وقد يصعب التحكم فيها لذلك من الضروري البحث عن طرق بديلة تكون أكثر أماناً، دقة وأقل تكلفة [19].

من ناحية أخرى، تُعد الطريقة الحيوية أو ما يُعرف بالطريقة الخضراء (Green method) أكثر فعالية في تقليل العيوب، حيث تتيح بناء الجسيمات النانوية من خلال استخدام كائنات مجهرية مثل البكتيريا، الفطريات، الطحالب أو المستخلصات النباتية، وتُحدد خصائص الكائن الحي مثل المسارات البيوكيميائية، النشاط الإنزيمي، مراحل نمو الخلية، والتفاعلات المثالية الكائن أو المستخلص المناسب لتوليف الجسيمات النانوية [20]، في هذه الطريقة يتم إنتاج الجسيمات النانوية ضمن الوظائف الطبيعية للكائن، ولأن البكتيريا

سريعة التطور و النمو و التكلفة المنخفضة و من السهل السيطرة على بيئتها [21]، حيث يوضح الشكل (5.III) رسماً تخطيطياً تمثيلاً يوضح الطريقة الخضراء لتصنيع الجسيمات النانوية.



الشكل 5.III: رسم تخطيطي تمثيلي لطريقة الخضراء (مستنسخة بإذن من ياسين وأخرون [22]).

### 5.III. التقنيات المستخدمة في تشخيص المواد النانوية

يتم توصيف الجسيمات النانوية ودراسة خصائصها والتأكد من تركيبها من قبل تقنيات القياس العلمية

التالية [23]:

- ❖ مجهر القوة الذري (Atomic Force Microscope)
- ❖ مطياف رامان (Raman Spectrometer)
- ❖ المجهر الإلكتروني الماسح (Scanning Electron Microscopy)
- ❖ المجهر الإلكتروني النافذ (Transmission Electron Microscope)
- ❖ المجهر النفقي الماسح (Scanning Tunneling Microscope)
- ❖ الأشعة السينية (X-Ray Diffraction)

## 6.III. تطبيقات المواد النانوية

## 1.6.III. التحفيز

تُستخدم المواد النانوية المعدنية كمحفزات غير متجانسة، وهي تتميز بنشاط تحفيزي عالٍ جداً، تشمل المحفزات النانوية بشكل أساسي في التفاعلات الكيميائية التحفيزية مثل تفاعلات الأكسدة، الاختزال، والتفاعلات الكهروكيميائية، تمتلك الجسيمات النانوية خصائص خاصة تمكنها من تحفيز التفاعلات عبر التفاعل مع الكواشف [24].

## 2.6.III. مستحضرات التجميل

تلعب المواد النانوية دوراً كبيراً وفعالاً في صناعة مستحضرات التجميل، مما يفتح آفاقاً جديدة لهذه الصناعة، تُساهم إضافة الجسيمات النانوية إلى التركيبات التجميلية في تحسين المظهر الخارجي، التغطية، والتساق المنتج بالجلد، دون تغيير خصائص المستحضرات الأصلية، يستفيد منتج مستحضرات التجميل من الخصائص النانوية لزيادة الحماية ضد الأشعة فوق البنفسجية، تعزيز اختراق الجلد، تحسين اللون وإطلاق العطور، وتأثيرات مكافحة الشيخوخة، بالإضافة إلى خصائص أخرى متنوعة [25]، تم توظيف مستحضرات التجميل النانوية بشكل واسع في صياغة تركيبات مختلفة مضادة للشيخوخة وتم تسويقها بنجاح كمنتجات للعناية بالبشرة، الشعر والأظافر [26]، رغم الفوائد العديدة لهذه المواد، هناك تحديات تتعلق بالاستقرار، السمية والتكلفة، وما زالت مواصفات السلامة والسمية للمواد النانوية موضوع نقاش، من المعروف أن الفعالية الحيوية للمواد النشطة تتأثر أكثر بالجرعة بدلاً من خصائصها الفيزيائية والكيميائية، وبالتالي يُعتبر استخدامها في مستحضرات التجميل مصدر قلق رئيسي بسبب تأثيراتها المحتملة على تركيز المكونات النشطة التي قد تصل إلى الدم وتؤثر على السمية.

## 3.6.III. توصيل الأدوية

أنظمة توصيل الدواء تهدف إلى تحقيق إطلاق مُتحكم به للأدوية، إطالة مدة التسليم، وتقليل الجرعة وتنظيمها، مما يُعد تقدماً كبيراً في صناعة المستحضرات الصيدلانية، هذه الأنظمة مصممة لنقل المكونات الفعالة مثل الببتيدات، اللقاحات، البروتينات والجينات، تم تطوير أنظمة توصيل الدواء باستخدام الجسيمات النانوية لتوفير توصيل مستهدف وفعال للعلاجات، وذلك لتقليل الضرر للأعضاء المحيطة نظراً لأن حوالي 70% من الأدوية المُصنعة عالمياً تمتلك قابلية ذوبان مائي ضعيفة وبالتالي خصائص ديناميكية دوائية محدودة في الجسم [27]، الجسيمات النانوية تتمتع بخصائص سطحية مميزة تمكنها من استهداف الخلايا المريضة بشكل انتقائي وتجنب الخلايا السليمة، مما يزيد من فعالية الدواء ويقلل من آثاره الجانبية، إضافةً إلى ذلك يمكن تصميم الجسيمات النانوية لتحرير حمولتها بطريقة مُنظمة، مما يوفر توصيلاً مستداماً للدواء على مدى الوقت [28]، الجسيمات النانوية يمكن استخدامها أيضاً لأغراض التشخيص كعوامل تباين في

التصوير الطبي أو لكشف جزيئات حيوية محددة في العينات البيولوجية، وكسقالات لهندسة الأنسجة أو كحاملات لعوامل النمو وجزيئات الإشارة الأخرى التي تعزز إصلاح الأنسجة وتجديدها [28].

### III.4.6. صناعة الورق

تُعتبر صناعة اللب والورق قطاعاً قيماً يساهم في التقدم الاجتماعي والاقتصادي، مما يخلق فرصة وضرورة لإجراء بحوث مكثفة لتطوير منتجات ورقية ولباب بتكلفة معقولة وخصائص محسنة وعالية الجودة، مثل مقاومة الشحوم، القوة الرطبة والجافة،... إلخ [29]، استخدام تكنولوجيا النانو في هذا المجال قد أدى إلى تطوير إضافات نانوية تساعد على تحسين خصائص الشد للورق، وذلك من خلال تشابك ألياف السليلوز النانوية التي تحافظ على قوتها حتى عندما تبتل بفضل روابطها التساهمية، كما أن دمج المركبات النانوية في ملاط الورق يمكن أن يوفر خصائص مثل النعومة المرتفعة، المظهر الجذاب ووظائف إضافية لم تكن ممكنة سابقاً [30].

### III.5.6. مجال الصناعات النسيجية

في هذا المجال تم استغلال تقنية النانو لتعزيز جودة الملابس وتحسين خصائصها من حيث خفة الوزن وقدرتها على مقاومة امتصاص السوائل والبقع والأوساخ [31، 32].

### III.6.6. مجال تقنية المياه

مياه الصرف الصناعي تشكل تحدياً بيئياً كبيراً نظراً لما تحمله من مخاطر على جودة المياه عند تصريفها في الأنهار والبحيرات، يجري العمل على إزالة الملوثات العضوية وغير العضوية بفعالية لتلبية معايير الجودة البيئية الصارمة بشكل متزايد، الجسيمات النانوية تُستخدم لتقليل تأثير هذه النفايات السائلة التي قد تظل تحتوي على ملوثات [33]، يمكن لهذه الجسيمات أيضاً امتصاص الملوثات من مياه الصرف الصحي، بما في ذلك تلك التي يصعب إزالتها، من مميزات استخدام الجسيمات النانوية عدم إطلاق منتجات ثانوية ضارة خلال عملية التصنيع، بفضل خصائصها الفريدة مثل حجمها الصغير، مساحة سطحها الكبيرة، التفاعل العالي، ومساميتها العالية، هذه المزايا تمنح الجسيمات النانوية خصائص بصرية متميزة، مثل الشفافية ووجود أفلام قزحية الألوان [34]، كما أن بعض الجسيمات النانوية قابلة لإعادة الاستخدام، مما يدعم الاستدامة، يمكن جمع الجسيمات النانوية المغناطيسية وفصلها من مياه الصرف بعد معالجتها وإعادة استخدامها عدة مرات لإزالة المعادن الثقيلة [35].

### III.7.6. في مجال الغذاء

يُعرف "الغذاء النانوي" (Nano-aliments) بأنه الغذاء الذي يتم تطبيق تقنيات النانو في أي من مراحل إنتاجه، سواء في زراعته، معالجته، أو تغليفه، التغليف هو أحد أبرز التطبيقات العملية لتقنية النانو، حيث يُستخدم فيه جسيمات نانو الطين (Nano-argile) التي تتألف من مركبات الفيلوسيليكات

(phyllosilicates) بناءً على عناصر مثل الأكسجين والسيليكون و مكونات أخرى، وتُستخرج من المصادر الطبيعية لصنع أغلفة بلاستيكية قوية، خفيفة، مقاومة للحرارة وقادرة على حجب الأكسجين وثاني أكسيد الكربون لمنع تلف الأطعمة [36]، بالإضافة إلى ذلك تُستخدم تقنيات النانو في تطوير تغليف خاص يقاوم الميكروبات والبكتيريا، و تسعى شركات الأغذية إلى استخدام تقنيات النانو لتحسين إنتاج المحاصيل الزراعية، حيث يرون العلماء أن هذه التقنيات ستمكن شركات الأغذية من إنتاج مواد غذائية خالية من المواد الحافظة الضارة وبتكلفة أقل عبر استخدام كميات أقل من المواد الكيميائية في إنتاج الأغذية في المستقبل [37].

### 7.III. الإمتزاز والتحفيز الضوئي

#### 1.7.III. تعريف المياه المستعملة " المياه العادمة "

المياه العادمة، المعروفة أيضًا بالمياه المستعملة هي المياه التي أصبحت ملوثة نتيجة لأنشطة بشرية متنوعة وبالتالي لم تعد صالحة للاستخدام الغرض الأصلي، تشمل هذه المياه تلك التي استُخدمت في الأنشطة السكنية، الصناعية، التجارية، والزراعية والتي تلوثت بمزيج من المواد العضوية وغير العضوية، المواد الصلبة العالقة والكائنات الحية الدقيقة التي قد تكون ضارة [38].

يمكن أن يختلف تركيب ومستوى تلوث مياه الصرف الصحي بشكل كبير اعتمادًا على مصدرها، ويمكن أن تشكل خطرًا بيئيًا وصحيًا كبيرًا إذا لم يتم معالجتها وإدارتها بشكل مناسب، لذلك تُستخدم عمليات معالجة مياه الصرف الصحي لإزالة أو تقليل الملوثات وضمان أمانها للإطلاق مرة أخرى في البيئة أو لإعادة استخدامها في تطبيقات محددة، الإدارة الفعالة لمياه الصرف الصحي ضرورية لحماية الموارد المائية، النظم البيئية المائية، والصحة العامة [39، 40].

#### 2.7.III. سمية الملوثات

سمية الملوثات تعني قدرتها على إحداث الضرر للكائنات الحية أو النظم البيئية عندما تكون موجودة بتركيزات معينة في البيئة، الملوثات يمكن أن تكون لها تأثيرات سامة متنوعة على البشر، الحياة البرية والمائية، وذلك يعتمد على تركيبها الكيميائي، تركيزها، و مدة التعرض لها وكيفية التعرض لها، فهم سمية هذه الملوثات ضروري لحماية صحة الإنسان والمحافظة على التنوع البيولوجي والصحة العامة للنظم البيئية، الجهود المبذولة للتقليل من التلوث وتقليل التعرض للمواد السامة تُعتبر أمرا ضروريا لتخفيف حيوية الآثار الضارة الملوثة للبيئة والصحة العامة.

**3.7.III. التحفيز الضوئي**

تشير الدراسات إلى أن الطرق التقليدية لمعالجة المياه، مثل الترشيح الغشائي، التبخير الكيميائي، والمعالجة البيولوجية و غيرها، قد لا تكون فعالة بشكل كامل في إزالة بعض الملوثات من المياه، أو أن النتائج المتحصل عليها ليست مرضية، لذلك يتم استخدام التحلل الضوئي وهي تقنية أكسدة متقدمة للتخلص من هذه الملوثات، هذه التقنية تستفيد من الضوء لكسر الروابط الكيميائية للمركبات وتحويلها إلى جزيئات أصغر وأخف وزناً، وغالباً ما تستخدم الضوء المرئي أو الأشعة فوق البنفسجية لتحقيق ذلك [41].

**خلاصة الفصل:**

لقد تناولنا في هذا الفصل معلومات عامة عن المواد النانوية، تاريخها، خصائصها، أنواعها، تصنيفها، مع شرح أهم طرق توليف الجسيمات النانوية وهي: Sol-Gel، والعملية الحرارية المائية، والتوليف الأخضر والتقنيات المستخدمة في تشخيص المواد النانوية؛ وذكر أهم تطبيقاتها خاصة في معالجة المياه.

## مراجع الفصل الثالث:

- [1] L. Pokrajac, A. Abbas, W. Chrzanowski, G. M. Dias, B. J. Eggleton, S. Maguire, *et al.*, "Nanotechnology for a sustainable future: Addressing global challenges with the international network4sustainable nanotechnology," ed: ACS Publications, 2021.
- [2] M .Nasrollahzadeh, S. M. Sajadi, M. Sajjadi, and Z. Issaabadi, "An introduction to nanotechnology," in *Interface science and technology*. vol. 28, ed: Elsevier, 2019, pp. 1-27.
- [3] J. Olchowik, R. M. Bzdyk, M. Studnicki, M. Bederska-Błaszczuk, A. Urban, and M. Aleksandrowicz-Trzcińska, "The effect of silver and copper nanoparticles on the condition of english oak (*Quercus robur* L.) seedlings in a container nursery experiment," *Forests*, vol. 8, p. 310, 2017.
- [4] Z. Alhalili, "Metal Oxides Nanoparticles: General Structural Description, Chemical, Physical, and Biological Synthesis Methods, Role in Pesticides and Heavy Metal Removal through Wastewater Treatment," *Molecules*, vol. 28, p. 3086, 2023.
- [5] K. Zhang, X. Song, M. Liu, M. Chen, J. Li, and J. Han, "Review on the Use of Magnetic Nanoparticles in the Detection of Environmental Pollutants," *Water*, vol. 15, p. 3077, 2023.
- [6] L. M. Sanchez, D. A. Martin, V. A. Alvarez, and J. S. Gonzalez, "Polyacrylic acid-coated iron oxide magnetic nanoparticles: The polymer molecular weight influence," *Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects*, vol. 543, pp. 28-37, 2018.
- [7] J. Z. Zhang, *Optical properties and spectroscopy of nanomaterials*: World Scientific, 2009.
- [8] J. Jeevanandam, A. Barhoum, Y .S. Chan, A. Dufresne, and M. K. Danquah, "Review on nanoparticles and nanostructured materials: history, sources, toxicity and regulations," *Beilstein journal of nanotechnology*, vol. 9, pp. 1050-1074, 2018.
- [9] K. C. B. Ferreira, A. B. C. d. S. Valle, C .Q. Paes, G. D. Tavares, and F. Pittella, "Nanostructured lipid carriers for the formulation of topical anti-inflammatory nanomedicines based on natural substances," *Pharmaceutics*, vol. 13, p. 1454, 2021.
- [10] B. Mekuye and B. Abera, "Nanomaterials: An overview of synthesis, classification, characterization, and applications," *Nano Select*, 2023.
- [11] B.-T. Zhang, X. Zheng, H.-F. Li, and J.-M. Lin, "Application of carbon-based nanomaterials in sample preparation: A review," *Analytica chimica acta*, vol. 784 ,pp. 1-17, 2013.

- [12] I. Ijaz, E. Gilani, A. Nazir, and A. Bukhari, "Detail review on chemical, physical and green synthesis, classification, characterizations and applications of nanoparticles," *Green Chemistry Letters and Reviews*, vol. 13, pp. 223-245, 2020.
- [13] S. Khan and M. Hossain, "Nanoparticle-Based Polymer Composites," *Woodhead Publishin*, pp. 15-54, 2022.
- [14] D. C. Kabiraz, "Chemical Modification of Carbon Electrode for Sensing Application," *Chemical Modification of Solid Surfaces by the Use of Additives*, p. 110, 2021.
- [15] S. Iravani, H. Korbekandi, S. V. Mirmohammadi, and B. Zolfaghari, "Synthesis of silver nanoparticles: chemical, physical and biological methods," *Research in pharmaceutical sciences*, vol. 9, p. 385, 2014.
- [16] P. G. Jamkhande, N. W. Ghule, A. H. Bamer, and M. G. Kalaskar, "Metal nanoparticles synthesis: An overview on methods of preparation, advantages and disadvantages, and applications," *Journal of drug delivery science and technology*, vol. 53, p. 101174, 2019.
- [17] P. Innocenzi, "Understanding sol-gel transition through a picture. A short tutorial," *Journal of Sol-Gel Science and Technology*, vol. 94, pp. 544-550, 2020.
- [18] Y. X. Gan, A. H. Jayatissa, Z. Yu, X. Chen, and M. Li, "Hydrothermal synthesis of nanomaterials," *Journal of Nanomaterials*, vol. 2020, pp. 1-3, 2020.
- [19] K. Gudikandula and S. Charya Maringanti, "Synthesis of silver nanoparticles by chemical and biological methods and their antimicrobial properties," *Journal of experimental nanoscience*, vol. 11, pp. 7.2016, 721-14
- [20] I. Hussain, N. Singh, A. Singh, H. Singh, and S. Singh, "Green synthesis of nanoparticles and its potential application," *Biotechnology letters*, vol. 38, pp. 545-560, 2016.
- [21] A. Gour and N. K. Jain, "Advances in green synthesis of nanoparticles," *Artificial cells, nanomedicine, and biotechnology*, vol. 47, pp. 844-851, 2019.
- [22] M. T. Yassin, A. A. Al-Askar, K. Maniah, and F. O. Al-Otibi, "Green Synthesis of Zinc Oxide Nanocrystals Utilizing Origanum Majorana Leaf Extract and Their Synergistic Patterns with Colistin against Multidrug-Resistant Bacterial Strains," *Crystals*, vol. 12, p. 1513, 2022.
- [23] S. Mourdikoudis, R. M. Pallares, and N. T. Thanh, "Characterization techniques for nanoparticles: comparison and complementarity upon studying nanoparticle properties," *Nanoscale*, vol. 10, pp. 12871-12934, 2018.
- [24] J. Wang and H. Gu, "Novel metal nanomaterials and their catalytic applications," *Molecules*, vol. 20, pp. 17070-17092, 2015.

- [25] V. Gupta, S. Mohapatra, H. Mishra, U. Farooq, K. Kumar, M. J. Ansari, *et al.*, "Nanotechnology in cosmetics and cosmeceuticals—A review of latest advancements," *Gels*, vol. 8, p. 173, 2022.
- [26] E. B. Souto, A. R. Fernandes, C. Martins-Gomes, T. E. Coutinho, A. Durazzo, M. Lucarini, *et al.*, "Nanomaterials for skin delivery of cosmeceuticals and pharmaceuticals," *Applied Sciences*, vol. 10, p. 1594, 2020.
- [27] P. Khadka, J. Ro, H. Kim, I. Kim, J. T. Kim, H. Kim, *et al.*, "Pharmaceutical particle technologies: An approach to improve drug solubility, dissolution and bioavailability," *Asian journal of pharmaceutical sciences*, vol. 9, pp. 304-316, 2014.
- [28] A. Yusuf, A. R. Z. Almotairy, H. Henidi, O. Y. Alshehri, and M. S. Aldughaim, "Nanoparticles as Drug Delivery Systems: A Review of the implication of nanoparticles' physicochemical properties on responses in biological systems," *Polymers*, vol. 15, p. 1596, 2023.
- [29] Z. Song, G. Li, F. Guan, and W. Liu, "Application of chitin/chitosan and their derivatives in the papermaking industry," *Polymers*, vol. 10, p. 389, 2018.
- [30] N. M. Julkapli and S. Bagheri, "Developments in nano-additives for paper industry," *Journal of wood science*, vol. 62, pp. 117-130, 2016.
- [31] J. K. Patra and S. Gouda, "Application of nanotechnology in textile engineering: An overview," *J. Eng. Technol. Res*, vol. 5, pp. 104-111, 2013.
- [32] M. A. Shah, B. M. Pirzada, G. Price, A. L. Shibiru, and A. Qurashi, "Applications of nanotechnology in smart textile industry: A critical review," *Journal of Advanced Research*, vol. 38, pp. 55-75, 2022.
- [33] K. Jain, A. S. Patel, V. P. Pardhi, and S. J. S. Flora, "Nanotechnology in wastewater management: a new paradigm towards wastewater treatment," *Molecules*, vol. 26, p. 1797, 2021.
- [34] E. I. Epelle, P. U. Okoye, S. Roddy, B. Gunes, and J. A. Okolie, "Advances in the Applications of Nanomaterials for Wastewater Treatment," *Environments*, vol. 9, p. 141, 2022.
- [35] L. Madhura, S. Singh, S. Kanchi, M. Sabela, K. Bisetty, and Inamuddin, "Nanotechnology-based water quality management for wastewater treatment," *Environmental Chemistry Letters*, vol. 17, pp. 65-121, 2019.
- [36] X. He, H. Deng, and H.-m. Hwang, "The current application of nanotechnology in food and agriculture," *Journal of food and drug analysis*, vol. 27, pp. 1-21, 2019.

- [37] A. Patel, F. Patra, N. Shah, and C. Khedkar, "Application of nanotechnology in the food industry: present status and future prospects," *Impact of nanoscience in the food industry*, pp. 1-27, 2018.
- [38] A. Bhargava, "Physico-chemical waste water treatment technologies :an overview," *Int J Sci Res Educ*, vol. 4, pp. 5308-5319, 2016.
- [39] G. Crini and E. Lichtfouse, "Advantages and disadvantages of techniques used for wastewater treatment," *Environmental Chemistry Letters*, vol. 17, pp. 145-155, 2019.
- [40] E. Obotey Ezugbe and S. Rathilal, "Membrane technologies in wastewater treatment: a review," *Membranes*, vol. 10, p. 89, 2020.
- [41] G. Balbayeva, A. Yerkinova, V. J. Inglezakis, and S. G. Pouloupoulos, "Photochemical degradation of organic pollutants in wastewaters," in *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 2018, p. 012099.

الفصل الرابع:

الجزء العشر / الشاكر والشاكرة

في هذا الفصل سوف نقوم بتحضير وتوصيف الجيلاتين من أرجل الدجاج ومقارنته مع الجيلاتين التجاري، وأيضا تم تحضير مركب أكسيد الزنك@الجيلاتين النانوي ( ZnO@Gelatin nanocomposite) ويتم تشخيص العينات باستخدام تقنيات التحليل الطيفية: جهاز الأشعة المرئية وفوق البنفسجية (UV-Vis) وجهاز الأشعة تحت الحمراء (FTIR).

تم إجراء الجانب العملي للموضوع بمخبر الكيمياء التطبيقية والبيئة بكلية العلوم الدقيقة، بجامعة الشهيد حمه لخضر بالوادي.

#### 1.IV. المواد والأدوات والأجهزة المستعملة

##### 1.1.IV. المواد الكيميائية

يعرض الجدول (1.IV) أهم المواد الكيميائية المستعملة.

#### جدول 1.IV: المواد الكيميائية المستعملة.

| المواد                 | الصيغة الكيميائية                                  | الكتلة المولية (g/mol) | النقاوة (%) | الشركة المنتجة         |
|------------------------|--|------------------------|-------------|------------------------|
| هيدروكسيد الصوديوم     | NaOH   | 40                     | 97          | BIOCHEM<br>Chemopharma |
| حمض الأسيتيك           | CH <sub>3</sub> COOH                               | 60,052                 | 98          |                        |
| كبريتات النحاس الثنائي | CuSO <sub>4</sub>                                  | 159,609                | 98          |                        |
| خلات الرصاص الثنائي    | (CH <sub>3</sub> COOH) <sub>2</sub> Pb             | 325,29                 | 98          |                        |
| أزرق الميثيلين         | C <sub>16</sub> H <sub>18</sub> ClN <sub>3</sub> S | 319.85                 | 98          |                        |

تم حصول على مركب أكسيد الزنك النانوية (ZnO NPs) من الشيتوزان المحضر من *Pimelia Payraudi Latreille* [1].

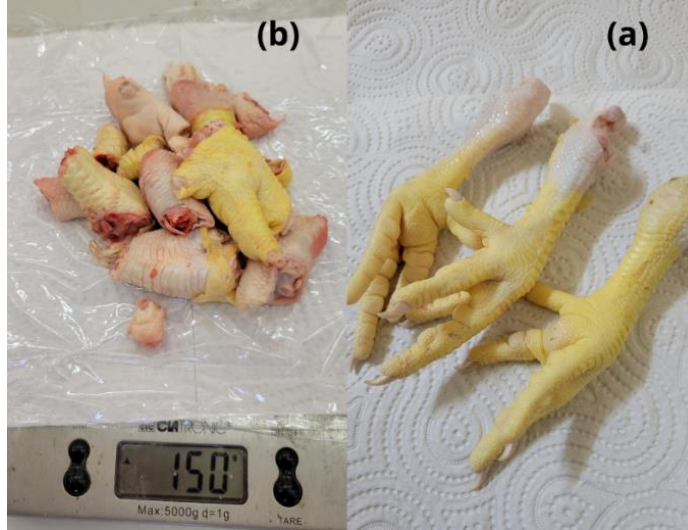
#### 2.1.IV. الأدوات والأجهزة

بيشر (Bécher)، حوالة، أنابيب اختبار (tubes essai)، قمع، ورق الترشيح (Papier à filter)، ملعقة (Spatule)، جهاز الأشعة تحت الحمراء (IR-ATR)، جهاز الأشعة المرئية وفوق البنفسجية (UV-Vis)، ميزان حساس، جهاز تسخين وتحريك مرفق بجهاز قياس درجة الحرارة، جهاز pH متر، جهاز الطرد المركزي (Centrifugation) وفرن.

## 2.IV. خطوات العمل

## 1.2.IV. مرحلة جمع وتحضير العينة

تم تجميع أرجل الدجاج، وغسلها جيدا بالماء وتقطيعها قطع صغيرة وحفظها في الثلاجة حتى مرحلة الاستخلاص مثل ما هو مبين في الشكل (1.IV).

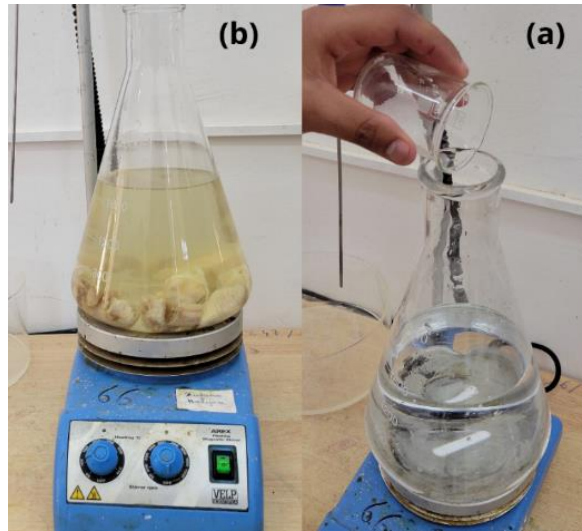


الشكل 1.IV: (a) أرجل الدجاج قبل التقطيع. (b) أرجل الدجاج بعد التقطيع.

## 2.2.IV. مرحلة الاستخلاص

## الخطوة الثانية: 🚦

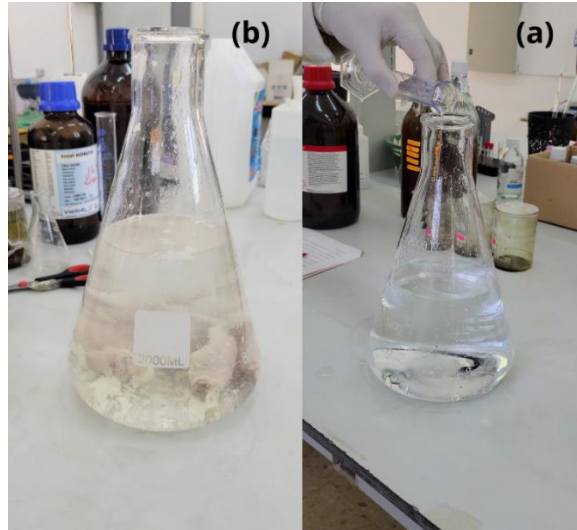
للتخلص من المواد غير الكولاجينية تم نقع 150 غ من عينة (أرجل الدجاج) في 1 لتر من محلول من هيدروكسيد الصوديوم (NaOH) بتركيز 0.5 مولاري عند درجة حرارة الغرفة لمدة 24 ساعة تحت التحريك، وتم ترشيح العينة وغسلها عدة مرات بالماء المقطر لتعديل الرقم الهيدروجيني كما هو مبين في الشكل (2.IV).



الشكل 2.IV: (a) تحضير محلول NaOH . (b) معالجة العينة بمحلول NaOH .

#### الخطوة الثالثة: 🇸🇦

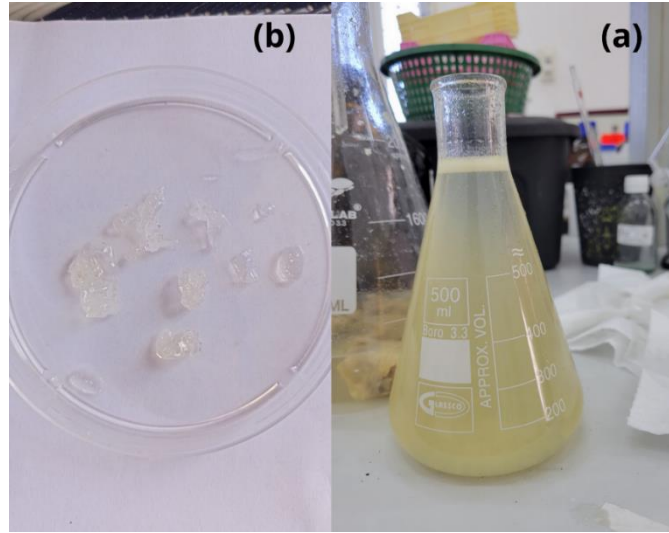
بعد الترشيح تمت معالجة العينة بمحلول حمض الأسيتيك ( $\text{CH}_3\text{COOH}$ ) بتركيز 3 % في 1 لتر عند درجة حرارة الغرفة لمدة 18 ساعة مع التحريك المستمر، تم ترشيح العينة وغسلها عدة مرات بالماء المقطر لتحديد الرقم الهيدروجيني كما هو مبين في الشكل (3.IV).



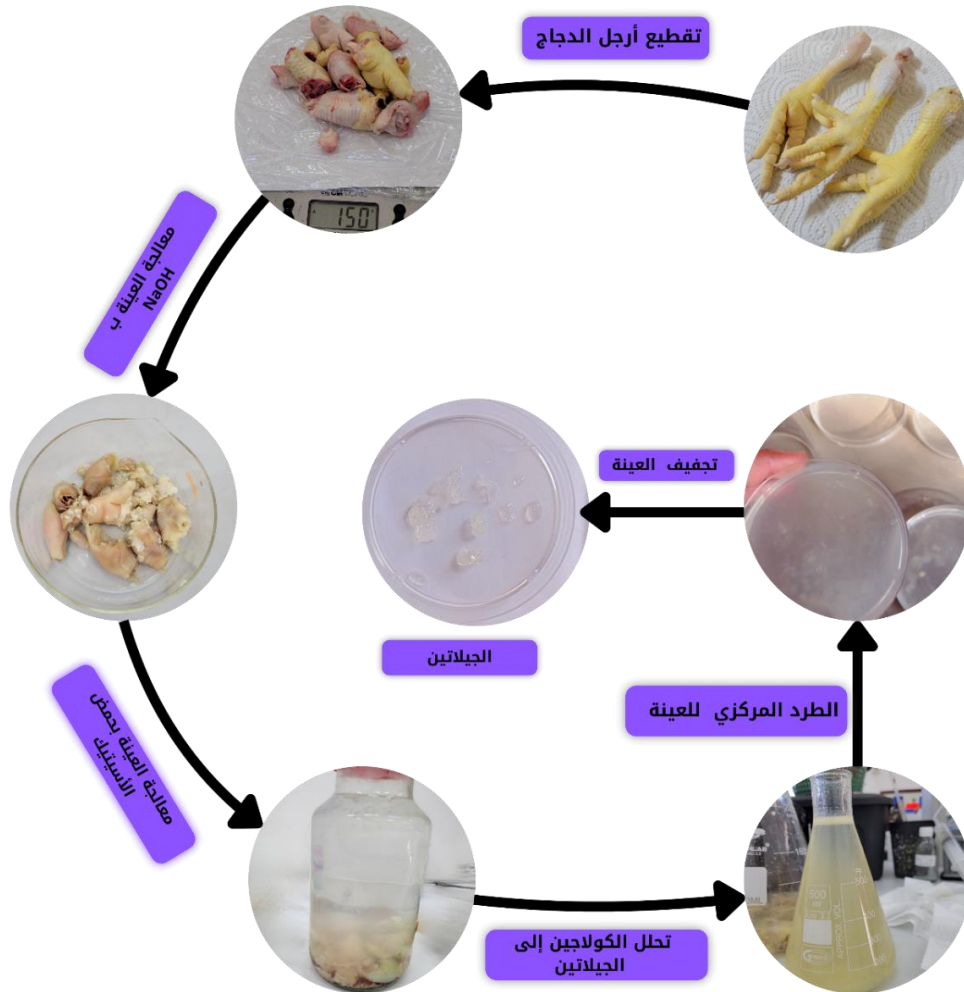
الشكل 3: (a) تحضير محلول أسيتيك. (b) معالجة العينة بمحلول حمض أسيتيك.

#### الخطوة الرابعة: 🇸🇦

تم إجراء استخلاص الجيلاتين عن طريق معالجة عينة ب 1 لتر من ماء المقطر عند درجة حرارة  $75\text{ }^\circ\text{C}$  لمدة 6 ساعات، بعد ذلك تم طرد العينة بجهاز طرد المركزي عند 3000 دورة في دقيقة لمدة 20 دقيقة بعد ذلك تم تخلص من مادة الطافية وحفظ راسب ووضعها في أطباق بترية وتجفيفها لمدة 48 ساعة في فرن عند  $45$  درجة مئوية كما هو مبين في الشكل (4.IV).



**الشكل 4.IV:** (a) تحلل كولاجين الى جيلاتين. (b) مرحلة الحصول على الجيلاتين. والمخطط التالي يوضح طريقة الاستخلاص كما في الشكل (5.IV).



**الشكل 5.IV:** مخطط يوضح طريقة إنتاج الجيلاتين.

## 3.IV. الكشف

✚ طريقة الكشف باللون: أخذنا حجم من المحلول الناتج وأضفنا عليه حجماً من محلول  $\text{CuSO}_4$  و  $\text{NaOH}$  المخفف.

✚ طريقة الترسيب: أضفنا حجماً من محلول خلات الرصاص  $(\text{CH}_3\text{COOH})_2\text{Pb}$  إلى حجم من المحلول الناتج.

## 4.IV. محتوى الرطوبة والرماد للجيلاتين

تم تحديد محتوى الرطوبة والرماد في الجيلاتين المجفف باختصار، حيث قمنا بتحديد محتوى الرطوبة عن طريق التجفيف بالفرن عند درجة حرارة 105 درجة مئوية إلى كتلة ثابتة، وكذلك تحديد محتوى الرماد قياساً وزنياً بعد حرق العينة عند درجة حرارة 550 درجة مئوية في فرن.

$$\text{Moisture content}\% = (W_1 - W_2/W_1) \times 100 \quad (1)$$

حيث  $W_1$  و  $W_2$  هما الأوزان (بالغرام) للعينة الرطبة و العينة المجففة بالفرن، على التوالي.

$$\text{Ash}\% = (W_2 \div W_1) \times 100 \quad (2)$$

حيث  $W_1$  و  $W_2$  هما الأوزان (بالغرام) للعينة قبل و بعد الحرق، على التوالي.

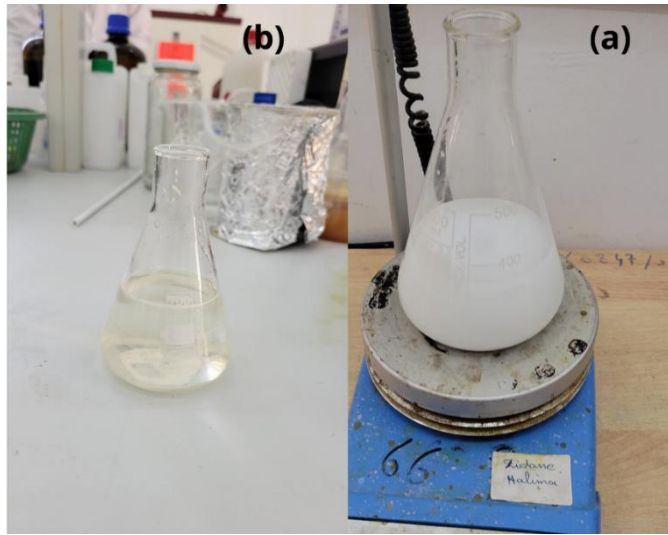
## 6.IV. تحديد الرقم الهيدروجيني

تم تحضير محلول الجيلاتين (1%) في الماء المقطر، ثم تم تسخينه عند درجة حرارة  $45^\circ\text{C}$  لمدة 5 دقائق لإذابة الجيلاتين، بعد ذلك تم تبريد المحلول في درجة حرارة الغرفة ثم تم قياس الرقم الهيدروجيني باستخدام مقياس الرقم الهيدروجيني.

## 7.IV. تحضير مركب أكسيد الزنك @ الجيلاتين النانوي (ZnO@Gelatin nanocomposite)

## ✚ المرحلة الأولى

لتخليق مركب أكسيد الزنك @ الجيلاتين النانوي تمت إذابة 4 غ من ZnO NPs في 350 مل من الماء المقطر وتقليبه لمدة 10 دقيقة باستخدام محرك مغناطيسي، في الوقت نفسه تم إذابة 1.5 غ من الجيلاتين في 100 مل من الماء المقطر الدافئ ثم ندمجهم مع بعض مع التحريك المستمر لمدة 12 ساعة عند  $60^\circ\text{C}$  للحصول على مركب أكسيد الزنك @ الجيلاتين النانوي (Ge-ZnO NPs) كما هو مبين في الشكل (6.IV).



الشكل 6.IV: (a) تحضير محلول ZnO NPs. (b) تحضير محلول جيلاتين.

#### المرحلة الثانية

تم إجراء استخلاص أكسيد الزنك @ الجيلاتين النانوي، بعد ذلك تم طرد العينة بجهاز طرد المركزي عند 3000 دورة في الدقيقة لمدة 20 دقيقة بعد ذلك تم التخلص من مادة الطافية وحفظ راسب ووضعها في أطباق بتريية وتجفيفها لمدة 12 ساعة في فرن عند 40 درجة مئوية كما هو مبين في الشكل (7.IV).



الشكل 7.IV: استخلاص أكسيد الزنك @ الجيلاتين النانوي .

## 8.IV. دراسة بعض الخصائص الفيزيائية للعينات

تمت دراسة بعض الخصائص الفيزيائية للعينات باستعمال الأجهزة التالية:

## 1.8.IV. التحليل الطيفي للأشعة المرئية وفوق البنفسجية (UV-Visible)

تستعمل مطيافية الأشعة فوق البنفسجية والمرئية لقياس الامتصاصية أو الكثافة الضوئية لمادة كيميائية معينة ومعرفة الخصائص البصرية للعينات المراد تحليلها حيث يوفر الطول الموجي المقاس معلومات مهمة حول التركيب الكيميائي وعدد الجزيئات.

## 1.1.8. IV. مبدأ عمل مطيافية الأشعة فوق البنفسجية – المرئية

تعتمد هذه التقنية على تفاعل الضوء مع العينة المراد تحليلها، يمتص جزء من الشعاع الوارد أو ينعكس أو ينفذ عبر العينة، عندما تمتص المادة الضوء في مجال الأشعة فوق البنفسجية والمرئية، فإن الطاقة الممتصة تعمل على إثارة الإلكترونات فينتقل من حزمة التكافؤ إلى حزمة النقل (الإمتصاص الأساسي) أو انتقالات أخرى، خروج الشعاع من المصدر، يكون الضوء متعدد الألوان متجه نحو صمام لجعل الحزمة أحادية اللون، ثم يتم إرسال الحزمة على مرآة نصف عاكسة لتقسم الحزمة إلى حزمتين، تمر الأولى عبر العينة والثانية عبر المرجع، وتوجه الحزمتين نحو لاقط من أجل مقارنة النتائج ورسمها نطاقات الطول الموجي المدروسة.

بالنسبة للأشعة فوق البنفسجية (UV) تكون محصورة بين 200 و 400 نانومتر وما بين 400 و 800 نانومتر للإشعاع المرئي (Vis).



الشكل 8.IV: جهاز الأشعة المرئية وفوق البنفسجية (UV-Visible).

#### 2.8.IV. التحليل بمطيافية الأشعة تحت الحمراء (ATR-FTIR)

يستخدم جهاز (FTIR) من أجل الحصول على الطيف الخاص بالعينة عن طريق قياس امتصاصها للأشعة ثم مقارنتها مع أطياف الأشعة تحت الحمراء للمواد المعروفة لتحديد ماهية المادة، يحتوي الجهاز على مصدر للضوء متعدد الألوان، تقسم الحزمة الضوئية إلى نصفين وتوجه كل حزمة باستخدام مرآة عاكسة، يمكن لواحدة من بين المرآيا أن تتحرك حتى تسمح بالحصول على المنحنى أي وجود فرق مسير الحزمة الضوئية، بالإضافة إلى احتوائه كاشف يقوم بقياس شدة انتقال المرآة فنتحصل على إشارة رقمية، ثم يتم حساب تحويل فوري للحصول على طيف الأشعة تحت الحمراء.

#### 1.2.8.IV. مبدأ عمل الجهاز

يعتمد على الاهتزازات بين الذرات وبين المجموعات المختلفة للجزيء عندما يتم تحفيزها بواسطة الطول الموجي لطيف الأشعة تحت الحمراء. يجعل الجهاز من الممكن قياس هذه الاهتزازات وتوفير طيف مميز للجزيء (عندما يكون نقيًا) مما يجعل من الممكن التعرف عليه والتعرف عليه بشكل خاص من خلال استخدام قواعد البيانات [2]، [3].

#### 2.2.8.IV. مجال طيف الأشعة تحت الحمراء:

ينقسم من حيث العدد الموجي إلى ثلاث مناطق [4]:

✚ منطقة الأشعة تحت الحمراء (NIRS):  $4000 - 14000 \text{ cm}^{-1}$ ؛

✚ منطقة الأشعة تحت الحمراء المتوسطة (MIRS):  $400 - 4000 \text{ cm}^{-1}$ ؛

✚ منطقة الأشعة تحت الحمراء البعيدة (FIRS):  $10 - 400 \text{ cm}^{-1}$ .



الشكل 9.IV: صورة لجهاز مطيافية الأشعة تحت الحمراء (ATR-FTIR).

## 9.IV. تجربة إزالة الصبغة أزرق الميثيلين:

تم تقييم نشاط التحفيز الضوئي من خلال ملاحظة التدهور الكيميائي الضوئي لصبغة أزرق الميثيلين في المحلول المائي تحت مصباح الأشعة فوق البنفسجية بقدرة 1000 واط [5]، قبل الإضاءة تم خلط صبغة  $6 \times 10^{-5}$  مولاري مع كمية مناسبة من المحفز (10 ملغ) لمدة 15 - 120 دقيقة في الظلام لامتصاص أكبر كمية من أزرق الميثيلين، و يتم بعد ذلك استخدام مطياف الأشعة فوق البنفسجية المرئية (UV-Vis) لتتبع تطور التفاعل على فترات مختلفة تحت إضاءة الأشعة فوق البنفسجية، تم إجراء تجربة تفاعل الاختزال الكامل، و انخفضت شدة اللون الأزرق لخليط التفاعل ، و لوقف التدهور تم تعريض المحلول لعملية الطرد المركزي ثم قياس امتصاصية المحلول  $\lambda_{max} = 663$  نانومتر.

يتم الحصول على كفاءة الإزالة الصبغة (%) باستخدام المعادلة التالية:

$$(5) \quad \text{كفاءة إزالة الصبغة (\%)} = \frac{(C_0 - C_e)}{C_0} \times 100$$

حيث  $C_0$  هو التركيز الأولي لصبغة، و  $C_e$  هو التركيز الفوري.

## 10.IV. النتائج والمناقشة:

## 1.10.IV. المردود الجيلاتين

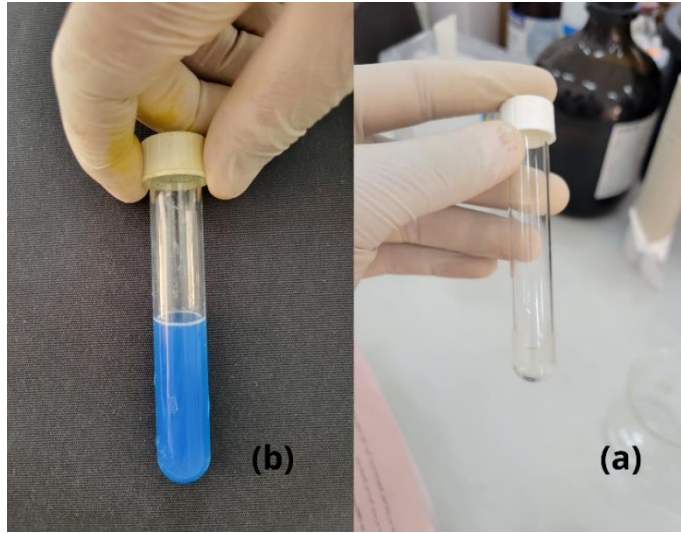
تم حساب النسبة المئوية من مردود الجيلاتين بقسمة وزن الجيلاتين المستخلص على وزن أرجل الدجاج الأولي على النحو التالي:

$$(6) \quad \text{مردود الجيلاتين (\%)} = \left[ \frac{\text{الجيلاتين المستخرج (غ)}}{\text{أرجل الدجاج (غ)}} \right] \times 100$$

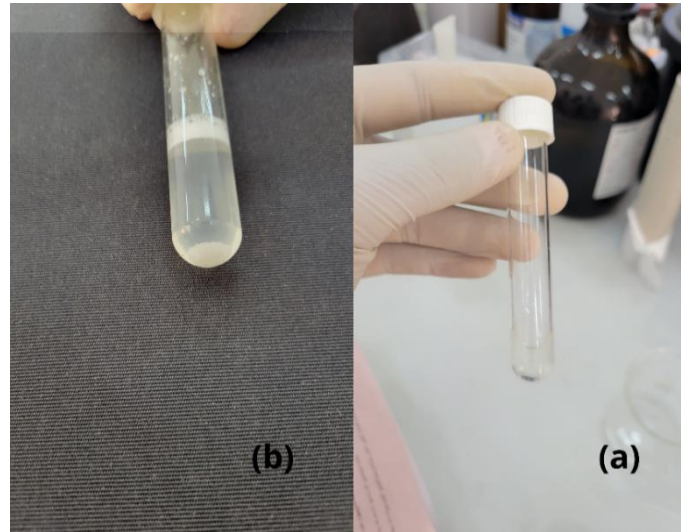
كان مردود استخلاص الجيلاتين من أرجل الدجاج هو % 10 ، وهو ما كان مشابهًا للنتائج التي تم الإبلاغ عنها في دراسات سابقة [6]، كما هو ذكر سابقا في الفصل الأول الجدول (2.I).

## 2.10.IV. تجارب الكشف

نلاحظ عند إضافة محلول  $\text{CuSO}_4$  و  $\text{NaOH}$  المخفف إلى حجم من البروتين المستخلص تحول المستخلص الى اللون البنفسجي المزرق دليل على وجود البروتين، كما هو موضح في الشكل (10.IV).



**الشكل 10.IV:** (a) العينة قبل إضافة الكاشف (  $\text{CuSO}_4$  و  $\text{NaOH}$  ). (b) العينة بعد إضافة الكاشف. نلاحظ عند إضافة محلول  $(\text{CH}_3\text{COOH})_2\text{Pb}$  الى حجم معين من البروتين ظهور راسب أبيض، دليل على وجود البروتين في العينة، كما هو موضح في الشكل **الشكل (11.IV)**.



**الشكل 11.IV:** (a) العينة قبل إضافة الكاشف  $(\text{CH}_3\text{COOH})_2\text{Pb}$ . (b) العينة بعد إضافة الكاشف.

### 3.10.IV. محتوى الرماد

محتوى الرماد هو البقايا غير العضوية المتبقية عندما يتحلل الجيلاتين تمامًا عن طريق التسخين في وجود الهواء الساخن ، و كما هو موضح في **الشكل (2.IV)** كان للجيلاتين من أرجل الدجاج والجيلاتين التجاري نسبة رماد تقدر ب 1% و 1.6%، و أظهر محتوى الرماد المنخفض أن عملية المعالجة المسبقة كانت فعالة في إزالة المعادن من العظام<sup>[7]</sup>.

## 4.10.IV. محتوى الرطوبة (MC)

كانت قيم محتوى الرطوبة (MC) 6.8 و 8% للجيلاتين من أرجل الدجاج والجيلاتين التجاري على التوالي، يشير محتوى الرطوبة إلى وجود رطوبة في العينة وهذا لا يعتمد فقط على مدى التجفيف، ولكن أيضاً على وجود الرطوبة أثناء التخزين [7].

## 5.10.IV. درجة الحموضة (pH)

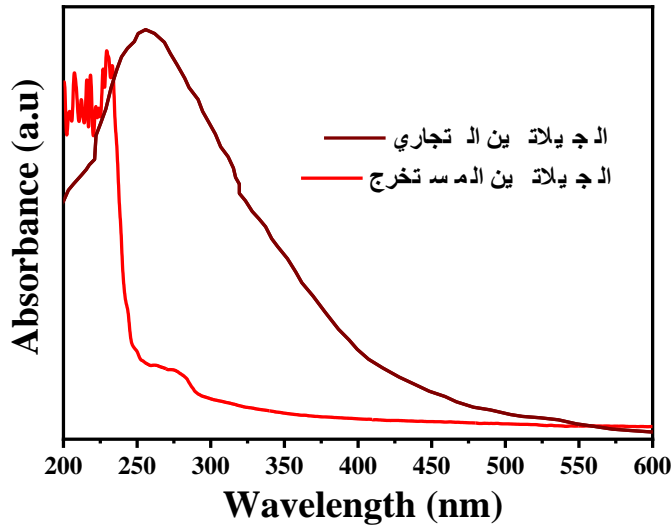
كانت قيم الرقم الهيدروجيني للجيلاتين المستخرج والجيلاتين التجاري في معايير الرقم الهيدروجيني للجيلاتين التجاري (3.8-7.6) [8]، و يمكن أن تتأثر قيمة الرقم الهيدروجيني بتركيز حمض الأسيتيك المستخدم أثناء مرحلة الاستخلاص، أو بحموضة ماء الاستخلاص الذي يكون حمضياً قليلاً، و وفقاً لبعض الدراسات [9, 10] تتأثر قيمة الرقم الهيدروجيني للجيلاتين بنوع وقوة المادة الكيميائية المستخدمة أثناء عملية الاستخراج، وكذلك عملية الغسيل.

## جدول 2.IV: خصائص المصادر المختلفة للجيلاتين.

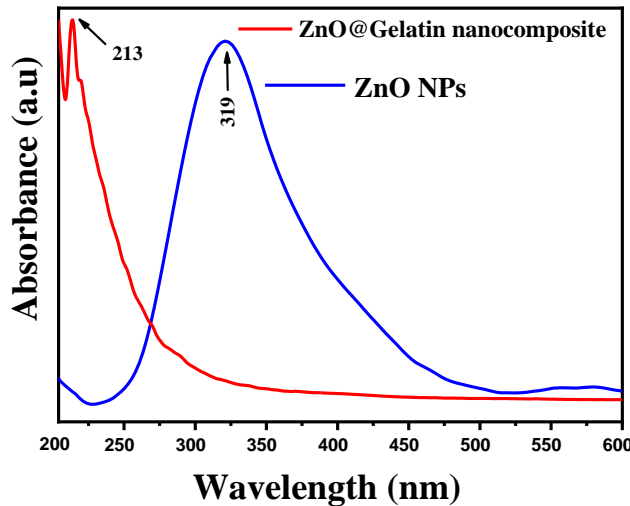
| الجيلاتين التجاري | الجيلاتين المستخرج | المردود             |
|-------------------|--------------------|---------------------|
| /                 | 10%                |                     |
| 8%                | 6.8%               | محتوى الرطوبة (MC)  |
| 1.6%              | 1%                 | محتويات الرماد (AC) |
| 6                 | 4                  | درجة الحموضة (pH)   |

## 6.10.IV. مناقشة نتائج الأشعة فوق البنفسجية والمرئية (UV-Vis)

يمثل الشكل (12.IV) أطياف UV-Vis للجيلاتين التجاري والجيلاتين المستخرج من أرجل الدجاج، وتظهر كل من أطياف نطاقات امتصاص مميزة عند 265 نانومتر للجيلاتين التجاري وعند 235 و 225 و 220 نانومتر للجيلاتين المستخرج من أرجل الدجاج، أطياف الامتصاص المتحصل عليها مشابهة للدراسات السابقة [11-13].



**الشكل 12.IV:** منحني أطياف UV-Vis للجيلاتين المستخرج من أرجل الدجاج والجيلاتين التجاري. يمثل **الشكل (13.IV)** أطياف UV-Vis ل ZnO NPs ومركب أكسيد الزنك@الجيلاتين النانوي (ZnO@Gelatin nanocomposite)، و تظهر كل من أطياف نطاقات امتصاص مميزة عند 319 نانومتر ل ZnO NPs و عند 213 نانومتر للمركب أكسيد الزنك@الجيلاتين النانوي، أطياف الامتصاص المتحصل عليها مشابهة للدراسات السابقة [5، 14، 15].



**الشكل 13.IV:** منحني أطياف UV-Vis ل ZnO NPs و للمركب أكسيد الزنك@الجيلاتين النانوي.

#### 7.10.IV. مناقشة نتائج الأشعة تحت الحمراء:

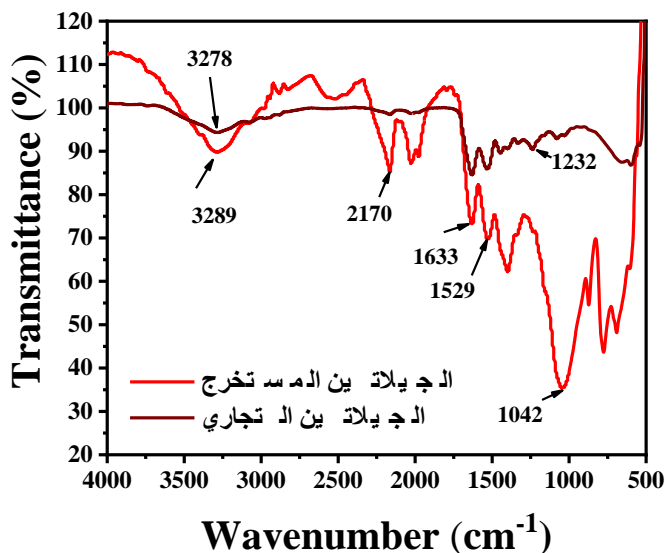
يمثل **الشكل (14.IV)** أطياف FTIR للجيلاتين المستخرج من أرجل الدجاج وجيلاتين التجاري، يسمح لنا طيف الأشعة تحت الحمراء بالتعرف على أبرز المجموعات الوظيفية في العينة المدروسة حيث يعطينا معلومات عن الوظائف وذلك حسب مجال العدد الموجي الخاص والمميز لكل مجموعة وظيفية.

في أطيف الجيلاتين المستخرج يظهر قمم عند  $3289\text{cm}^{-1}$  تتوافق مع وجود ماء الرابطة الهيدروجينية، القمم  $1633\text{cm}^{-1}$  تتوافق مع وجود الأמיד الأول، عند  $1529\text{cm}^{-1}$  تشير إلى وجود الأמיד الثاني، وتتراوح القمم من  $1499\text{cm}^{-1}$  إلى  $1285\text{cm}^{-1}$  وتُعزى إلى اهتزازات الانحناء المتماثلة وغير المتماثلة لمجموعة الميثيل.

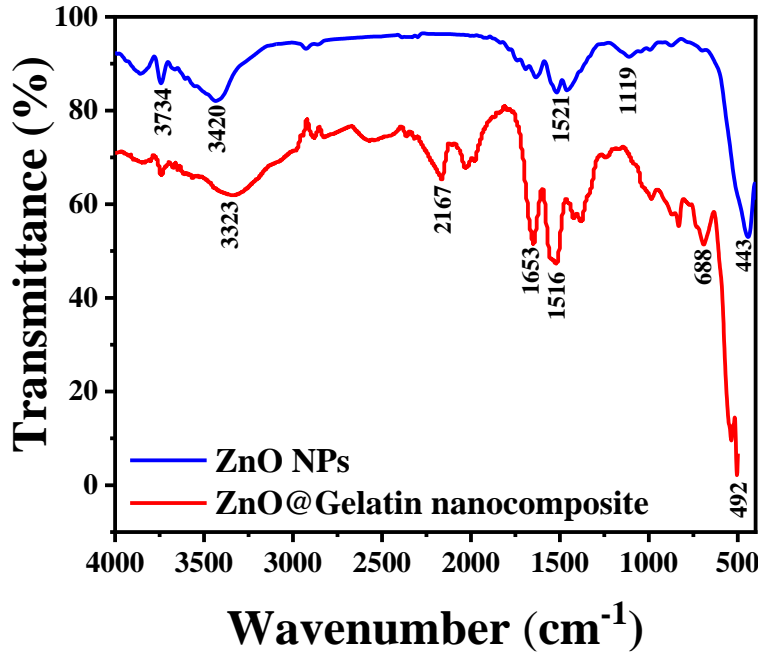
أما بالنسبة لطيف الجيلاتين التجاري يظهر قمم عند  $3278\text{cm}^{-1}$  منسوبة إلى وجود ماء الرابطة الهيدروجينية والأמיד الأول وعند النطاق  $1232\text{cm}^{-1}$  إلى اهتزاز رابطة C-H والأמיד الثالث.

أطيف FTIR لـ ZnO NPs **الشكل (15.IV)** حيث تظهر القمم الواسعة الكبيرة في المنطقة العلوية بين  $3420$  و  $3734\text{cm}^{-1}$  ناتجة عن اهتزاز التمديد لمجموعات الهيدروكسيل (OH) ومجموعات amide I و II، اهتزازات التمديد (C-O) عند تردد  $1119\text{cm}^{-1}$ ، و يمكن رؤية اهتزازات تشوه الإنحناء لـ ZnO NPs من القمم عند  $1521\text{cm}^{-1}$  المقابلة لتمدد C = O للمجموعة الوظيفية، وتعتبر اهتزازات التمديد لروابط Zn-O عند  $423\text{cm}^{-1}$ ، دليلاً على تكوين جسيمات الزنك النانوية (إنظر إلى الملحق I).

أما بالنسبة إلى أطيف مركب أكسيد الزنك @ الجيلاتين النانوي **الشكل (15.IV)** تم تخصيص النطاق العريضة عند  $3323\text{cm}^{-1}$  إلى وضع التمديد O-H لمجموعات الهيدروكسيل وقد لوحظت زيادة في شدة قمم الامتصاص عند  $492\text{cm}^{-1}$  عند استخدام ZnO NPs، مما يشير إلى تكوين تفاعلات بين ZnO NPs والجيلاتين.



**الشكل 14.IV:** أطيف الأشعة تحت الحمراء (FTIR) للجيلاتين المستخرج من أرجل الدجاج وجيلاتين التجاري.



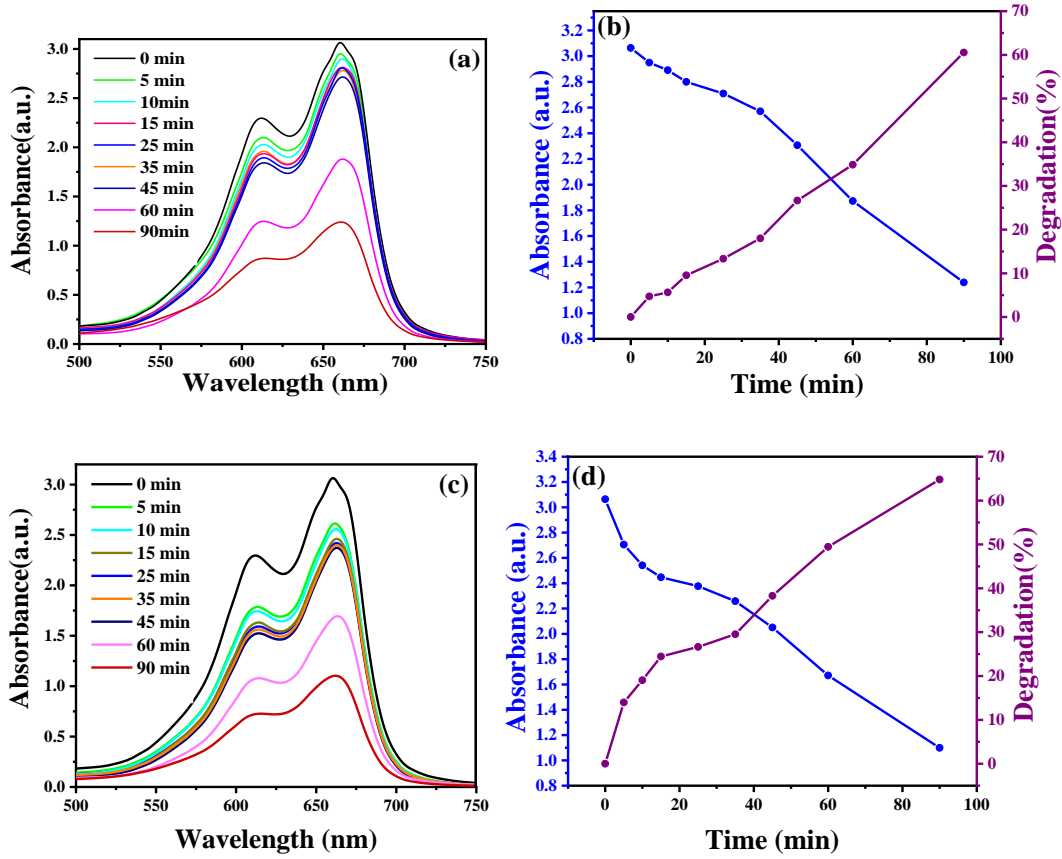
الشكل 15.IV: أطياف الأشعة تحت الحمراء (FTIR) للـ ZnO NPs و ZnO@Gelatin nanocomposite.

#### 8.10.IV. إزالة صبغة أزرق الميثيلين

يمكن أن يؤدي التحفيز الضوئي، وهو عملية بسيطة، وتكنولوجيا صديقة للبيئة إلى تدهور الملوثات العضوية الموجودة في مياه الصرف وتحويلها إلى ماء، تعتمد آلية التحفيز الضوئي القيمة على خصائص الجسيمات النانوية وتكوين الأنواع النشطة المتولدة في وسط التفاعل.

في هذا العمل، تم استخدام صبغة أزرق الميثيلين كملوث عضوي نموذجي لتقييم نشاط التحفيز الضوئي لـ ZnO NPs و مركب أكسيد الزنك@الجيلاتين النانوي (ZnO@Gelatin nanocomposite) تحت إشعاع ضوء الأشعة فوق البنفسجية، من ملوثات صبغة أزرق الميثيلين وهو نوع سام ومسرطن وغير قابل للتحلل الحيوي التي تسبب مخاطر جسيمة على صحة الإنسان والبيئة [16]، لذلك هناك حاجة لتطوير تقنية صديقة للبيئة وفعالة لإزالة صبغة أزرق الميثيلين من مياه الصرف الصحي، ومن بين العمليات المختلفة، يوصى بالتحلل التحفيزي الضوئي لإزالة أزرق الميثيلين من مياه الصرف، و تتميز بميزة تمعدن الصبغة بالكامل إلى أنواع بسيطة وغير سامة وتقليل تكاليف المعالجة.

يوضح الشكل (16.IV) أن مركب أكسيد الزنك@الجيلاتين النانوي تمتص صبغة أزرق الميثيلين بشكل أفضل بمرور الوقت من ZnO NPs، مما يفسر أن الجيلاتين يؤثر على تكوين ZnO NPs، وباستخدام الظروف التجريبية المثلثة تم تحقيق تدهور بنسبة 75% و 85% لـ ZnO NPs ومركب أكسيد الزنك@الجيلاتين النانوي (ZnO@Gelatin nanocomposite) على التوالي في غضون 90 دقيقة.



**الشكل 16.IV:** تأثير الوقت على تفاعل على تحلل صبغة أزرق الميثيلين: ZnO NPs (a) و (c) مركب أكسيد الزنك@الجيلاتين النانوي؛ نسبة تحلل صبغة أزرق الميثيلين ZnO NPs (b)، (d) مركب أكسيد الزنك@الجيلاتين النانوي.

### خاتمة الفصل:

تضمن هذا الفصل شرح لكيفية تحضير الجيلاتين من أرجل الدجاج وقد تم التحقق من نجاح عملية التحضير من خلال تحليلها بواسطة تقنيات التحليل الطيفية والتي تطرقنا إليها في الفصل، وأخيراً قمنا بدراسة فعالية إزالة صبغة أزرق الميثيلين من المياه المستعملة.

## مراجع الفصل الرابع:

- [1] I. B. Amor, H. Hemmami, S. E. Laouini, H. B. Temam, H. Zaoui, and A. Barhoum, "Biosynthesis MgO and ZnO nanoparticles using chitosan extracted from *Pimelia Payraudi* Latreille for antibacterial applications," *World Journal of Microbiology and Biotechnology*, vol. 39, p. 19, 2023.
- [2] R. A. Shaw and H. H. Mantsch, "Infrared spectroscopy in clinical and diagnostic analysis," *Encyclopedia of analytical chemistry: applications, theory and instrumentation*, 2006.
- [3] J. M. Thompson, *Infrared spectroscopy*: Jenny Stanford Publishing, 2018.
- [4] B. C. Smith, *Infrared spectral interpretation: a systematic approach*: CRC press, 2018.
- [5] I. Ben Amor, H. Hemmami, S. E. Laouini, M. S. Mahboub, and A. Barhoum, "Sol-gel synthesis of ZnO nanoparticles using different chitosan sources: effects on antibacterial activity and photocatalytic degradation of AZO Dye," *Catalysts*, vol. 12, p. 1611, 2022.
- [6] J. Choe and H. Kim, "Effects of chicken feet gelatin extracted at different temperatures and wheat fiber with different particle sizes on the physicochemical properties of gels," *Poultry science*, vol. 97, pp. 1082-1088, 2018.
- [7] M. S. P. Abdullah, M. I. Noordin, S. I. M. Ismail, S. Nyamathulla, M. Jasamai, L. K. Wai, *et al.*, "Physicochemical evaluation and spectroscopic characterisation of gelatine from shank and toes of *Gallus gallus domesticus*," *Sains Malaysiana*, vol. 45, pp. 435-449, 2016.
- [8] R. Gál, P. Mokrejš, P. Mrázek, J. Pavlačková, D. Janáčová, and J. Orsavová, "Chicken heads as a promising by-product for preparation of food gelatins," *Molecules*, vol. 25, p. 494, 2020.
- [9] A. K. Chakka, A. Muhammed, P. Sakhare, and N. Bhaskar, "Poultry processing waste as an alternative source for mammalian gelatin:

- Extraction and characterization of gelatin from chicken feet using food grade acids," *Waste and Biomass Valorization*, vol. 8, pp. 2583-2593, 2017.
- [10] O. Aidat, L. Belkacemi, M. Belalia, M. khairi Zainol, and H. S. Barhoum, "Physicochemical, rheological, and textural properties of gelatin extracted from chicken by-products (feet-heads) blend and application," *International Journal of Gastronomy and Food Science*, vol. 32, p. 100708, 2023.
- [11] M. P. Das, P. Suguna, K. Prasad, J. Vijaylakshmi, and M. Renuka, "Extraction and characterization of gelatin: a functional biopolymer," *Int. J. Pharm. Pharm. Sci*, vol. 9, p. 239, 2017.
- [12] N. Chatterjie, J. P. Stables, H. Wang, and G. J. Alexander, "Anti-narcoleptic agent modafinil and its sulfone: a novel facile synthesis and potential anti-epileptic activity," *Neurochemical research*, vol. 29, pp. 1481-1486, 2004.
- [13] Y. Liu, X. Liu, and X. Wang, "Biomimetic synthesis of gelatin polypeptide-assisted noble-metal nanoparticles and their interaction study," *Nanoscale Res Lett*, vol. 6, pp. 1-11, 2011.
- [14] S. Amjadi, S. Emaminia, S .H. Davudian, S. Pourmohammad, H. Hamishehkar, and L. Roufegarinejad, "Preparation and characterization of gelatin-based nanocomposite containing chitosan nanofiber and ZnO nanoparticles," *Carbohydrate Polymers*, vol. 216, pp. 376-384, 2019.
- [15] N. Babayevska, Ł. Przysiecka, G. Nowaczyk, M. Jarek, M. Järvekülg, T. Kangur, *et al.*, "Fabrication of gelatin-zno nanofibers for antibacterial applications," *Materials*, vol. 14, p. 103, 2020.
- [16] S. Anisuzzaman, C. G. Joseph, C. K. Pang, N. A. Affandi, S. N. Maruja, and V. Vijayan, "Current trends in the utilization of photolysis and photocatalysis treatment processes for the remediation of dye wastewater: A short review," *ChemEngineering*, vol. 6, p. 58, 2022.



## الخاتمة العامة

هدفت هذه الدراسة إلى استخلاص وتوصيف الجيلاتين من أرجل الدجاج ، ومقارنته مع الجيلاتين التجاري، و تم تحقيق ذلك بنجاح من خلال عملية استخلاص وقد أظهرت النتائج أن مردود استخلاص الجيلاتين من أرجل الدجاج كان بنسبة 10%، كما أظهر تحليل FTIR و UV-Vis تطابقاً في الخصائص الفيزيائية والكيميائية مع الجيلاتين التجاري.

علاوة على ذلك، تم تحضير مركب أكسيد الزنك النانوي المُدعم بالجيلاتين ( ZnO@Gelatin nanocomposite) وتقييم فعاليته في إزالة صبغة أزرق الميثيلين من المياه، وقد أظهر المركب كفاءة عالية (85%) في إزالة الصبغة في غضون 90 دقيقة، مما يُبرز إمكانات استخدامه في مجال معالجة المياه.

تُسلط هذه الدراسة الضوء على أهمية استغلال المخلفات الحيوانية كمصادر بديلة وفعالة لإنتاج الجيلاتين، كما تُظهر إمكانات استخدام الجيلاتين كداعم للمواد النانوية لتحسين خصائصها وتطبيقاتها، و تُفتح آفاقاً جديدة لإجراء المزيد من الأبحاث لاستكشاف تطبيقات جديدة للجيلاتين، خاصة في مجال معالجة الضوئية للمياه.

وتُوصي الدراسة بالآتي:

- ❖ إجراء المزيد من الأبحاث حول تأثير ظروف الاستخلاص على خصائص الجيلاتين المستخلص.
- ❖ دراسة إمكانات استخدام الجيلاتين المُستخلص من مصادر حيوانية مختلفة في تطبيقات صناعية أخرى، مثل الصناعات الغذائية والدوائية.
- ❖ تقييم فعالية مركب أكسيد الزنك النانوي المُدعم بالجيلاتين في إزالة ملوثات أخرى من المياه.

إن نتائج هذه الدراسة تُشجع على المزيد من الأبحاث والتطوير في مجال استغلال المخلفات الحيوانية وإنتاج مواد نانوية فعالة وصديقة للبيئة.



**الملاحق I:**  
جدول امتصاص الأشعة تحت الحمراء:

| التردد (cm <sup>-1</sup> ) | رابطة                        | المجموعة الوظيفية                          |
|----------------------------|------------------------------|--|
| 3640–3610 (s, sh)          | O–H stretch, free hydroxyl   | Alcohols, phenols                          |
| 3500–3200 (s,b)            | O–H stretch, H–bonded        | Alcohols, phenols                          |
| 3400–3250 (m)              | N–H stretch                  | 1°, 2° amines, amides                      |
| 3300–2500 (m)              | O–H stretch                  | Carboxylic acids                           |
| 3330–3270 (n, s)           | –C≡C–H: C–H stretch          | Alkynes (terminal)                         |
| 3100–3000 (s)              | C–H stretch                  | Aromatics                                  |
| 3100–3000 (m)              | =C–H stretch                 | Alkenes                                    |
| 3000–2850 (m)              | C–H stretch                  | Alkanes                                    |
| 2830–2695 (m)              | H–C=O: C–H stretch           | Aldehydes                                  |
| 2260–2210 (v)              | C≡N stretch                  | Nitriles                                   |
| 2260–2100 (w)              | –C≡C– stretch                | Alkynes                                    |
| 1760–1665 (s)              | C=O stretch                  | carbonyls (general)                        |
| 1760–1690 (s)              | C=O stretch                  | Carboxylic acids                           |
| 1750–1735 (s)              | C=O stretch                  | Esters, saturated aliphatic                |
| 1740–1720 (s)              | C=O stretch                  | Aldehydes, saturated aliphatic             |
| 1730–1715 (s)              | C=O stretch                  | α, β–unsaturated esters                    |
| 1715 (s)                   | C=O stretch                  | ketones, saturated aliphatic               |
| 1710–1665 (s)              | C=O stretch                  | 1°, 2°–unsaturated aldehydes, ketones      |
| 1680–1640 (m)              | –C=C– stretch                | Alkenes                                    |
| 1650–1580 (m)              | N–H bend                     | 1° amines                                  |
| 1600–1585 (m)              | C–C stretch (in–ring)        | Aromatics                                  |
| 1550–1475 (s)              | N–O asymmetric stretch       | Nitro compounds                            |
| 1500–1400 (m)              | C–C stretch (in–ring)        | Aromatics                                  |
| 1470–1450 (m)              | C–H bend                     | Alkanes                                    |
| 1370–1350 (m)              | C–H rock                     | Alkanes                                    |
| 1360–1290 (m)              | N–O symmetric stretch        | Nitro compounds                            |
| 1335–1250 (s)              | C–N stretch                  | Aromatic amines                            |
| 1320–1000 (s)              | C–O stretch                  | Alcohols, carboxylic acids, esters, ethers |
| 1300–1150 (m)              | C–H wag (–CH <sub>2</sub> X) | Alkyl halides                              |
| 1250–1020 (m)              | C–N stretch                  | Aliphatic amines                           |

|                |                      |                  |
|----------------|----------------------|------------------|
| 1000–650 (s)   | =C–H bend            | Alkenes          |
| 950–910 (m)    | O–H bend             | Carboxylic acids |
| 910–665 (s, b) | N–H wag              | 1°, 2° amines    |
| 900–675 (s)    | C–H “oop”            | Aromatics        |
| 850–550 (m)    | C–Cl stretch         | Alkyl halides    |
| 725–720 (m)    | C–H rock             | Alkanes          |
| 700–610 (b, s) | –C ≡ C – H: C–H bend | Alkynes          |
| 690–515 (m)    | C–Br stretch         | Alkyl halides    |

حاد = sh، واسع = b، ضيق = n، قوي = s، ضعيف = w، متوسط = m