الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
جامعة الشهيد حمه لخضر الوادي
كلية علوم الطبيعة والحياة
قسم البيولوجيا

رقم الترتيب:
رقم التسلسل:

مذكرة تخرج

لنيل شهادة ماستر أكاديمي

ميدان: علوم الطبيعة والحياة

شعبة: علوم بيولوجية

تخصص: التنوع الحيوي وفيزيولوجيا النبات

الموضوع:

تقدير القيمة الغذائية والمحتوى الفينولي ودراسة النشاطية المضادة للأكسدة لثلاثة أصناف من نبات الكينوا ***Chenopodium quinoa*** **willd** المزروعة في منطقة واد سوف

من إعداد الطالبين:

أبا ميلود ودحه حمزة

نوقشت يوم 11 / 10 / 2020 من طرف **اللجنة المناقشة:**

➢ د. عمار التهامي العايش	أستاذ محاضر قسم ب	رئيسًا	جامعة الشهيد حمه لخضر
➢ د. أحمد الخليفة شمسة	أستاذ محاضر قسم أ	مؤطرًا	جامعة الشهيد حمه لخضر
➢ د. مونية بن قدور	أستاذ مساعد قسم ب	ممتحنًا	جامعة الشهيد حمه لخضر

الموسم الجامعي: 2019 / 2020

الشكر والعرفان

الحمد لله رب العالمين, والصلاة و السلام على أشرف الأنبياء والمرسلين سيدنا محمد عليه وعلى آله وصحبه أفضل الصلاة و أتم التسليم, فالشكر الكبير و الأول و الأخير إلى من يسر لنا أمرنا ووفقنا حتى الآن, فلك الشكر والحمد ربي حتى ترضى ولك الحمد بعد الرضى.

يجدر بنا في هذا المقام أن نتقدم بالشكر الجزيل و الامتنان عظيم العرفان وفير إلى أستاذنا الفاضل أحمد الخليفة شمسة على تأطيره لهاته المذكرة وعلى رحابة صدره وصبره علينا و على ما بذله من جهد عظيم وإرشاد ومتابعة و تسهيل كل العقبات خلال مراحل إنجاز هذا البحث, و كان له الفضل في توفير جميع الامكانيات اللازمة لإتمام هذا العمل, فكان النبراس الذي أضاء طريقنا بفضل توجيهاته القيمة والتي نبع من خلالها هذا العمل.

كما نتقدم بالشكر الخالص لأساتذتنا أعضاء اللجنة الفضلاء على قبولهم لعضوية اللجنة والذين سيثرون مذكرتنا من خلال ما سيقدمونه من نقد بناء.

كما تتسع دائرة شكرنا إلى كل أساتذتنا الأكارم الذين فتحوا لنا درب البحث و التعلم في مشوارنا الدراسي من أول الطريق لآخره، لتنوير وفتح سبل العلم والمعرفة لنا, و إلى جميع موظفين وعمال المخابر بكلية علوم الطبيعة والحياة, وإلى جميع زملائنا وطلبة دفعة ماستر 2020. وإلى كل من ساعدنا من قريب وبعيد في إنجاح هذا العمل من البداية إلى غاية الانتهاء

إهداء

أحمد الله عز وجل على منه و عونه لإتمام هذا البحث.

إلى الذي وهبني كل ما يملك حتى أحقق له آماله، إلى من كان يدفعني قدما نحو الأمام لنيل المبتغى، إلى الإنسان الذي إمتلك الإنسانية بكل قوة، إلى الذي سهر على تعليمي بتضحيات جسام مترجمة في تقديسه للعلم، إلى مدرستي الأولى في الحياة،

أبي الغالي على قلبي أطال الله في عمره

إلى التي وهبت فلذة كبدها كل العطاء و الحنان، إلى التي صبرت على كل شيء، التي رعتني حق الرعاية و كانت سندي في الشدائد، و كانت دعواتها لي بالتوفيق، تتبعتني خطوة خطوة في عملي، إلى من إرتحت كلما تذكرت إبتسامتها في وجهي نبع الحنان **أمي** أعز ملاك على القلب و العين جزاها الله عني خير البزاء في الدارين؛

إليهما أهدي هذا العمل المتواضع لكي أدخل على قلبهما شيئا من السعادة إلى **إخوتي وأخواتي** الذين تقاسموا معي عبء الحياة ؛

كما أهدي ثمرة جهدنا لأستاذي الكريم الدكتور: أحمد الخليفة شمسة الذي كلما تظلمت الطريق أمامنا لجأنا إليه فأنارها لنا و كلما دب اليأس في أنفسنا زرع فينا الأمل لنسير قدما و كلما سألنا عن معرفة زودنا بها و كلما طلبنا كمية من وقته الثمين وفره لنا بالرغم من مسؤولياته المتعددة, إلى كل أساتذة قسم علوم الطبيعة والحياة

و إلى كل من يؤمن بأن بذور نجاح التغيير هي في ذواتنا و في أنفسنا قبل أن تكون في أشياء أخرى...

قال الله تعالى " : **إن الله لا يغير ما بقوم حتى يغيروا ما بأنفسهم**"....
الآية 11 من سورة الرعد
إلى كل هؤلاء أهدي هذا العمل

الملخص

Résumé

Abstract

الملخص

بغية تثمين زراعة نبات الكينوا *Chenopodium quinoa* Willd في منطقة وادي سوف أجريت هذه الدراسة, حيث اعتمدت على التقدير الكمي للقيمة الغذائية والمحتوى الفينولي ودراسة النشاطية المضادة للأكسدة لبذور ثلاث أصناف من الكينوا, والتي تم الحصول عليها من سيدي عون ولاية وادي سوف.

بينت نتائج تقدير القيمة الغذائية تفوق الكينوا الصفراء في المحتوى من الدهون والبروتين على الصنفين الآخرين بنسب قدرت بـ (6.49% و 21.61%), في حين سجلت الكينوا البيضاء أفضل محتوى من الكربوهيدرت بنسبة قدرت بـ 63.80%. كما أظهرت نتائج الإستخلاص ضعف في المردود بالنسبة لكل المستخلصات مقارنة مع دراسات سابقة حيث كانت (0.17% الى 1.99%).

كما أظهرت النتائج وجود إرتباط قوي مع علاقة طردية بين المحتوى من عديدات الفينول والنشاطية المضادة للأكسدة عند صنف الكينوا الصفراء إرتباط ضعيف مع علاقة عكسية بالنسبة لصنف الكينوا السوداء,علاقة ضعيفة موجبة عند الكينوا السوداء. حيث سجلت أعلى قيمة لعديدات الفينول عند الكينوا البيضاء والمتمثلة في مستخلص أسيتات الإيثيل (112.94mgEAG/gEP). في حين أبدت نتائج النشاطية المضادة لأكسدة للجذر الحر DPPH• تفوق المستخلص الميثانولي للكينوا السوداء على باقي المستخلصات بقدرة تثبيطية قدرت بـ (IC**50** = 83.16 µg/ml) .

الإختلاف بين الأصناف في القيمة الغذائية والمحتوى من عديدات الفينول يعود بشكل مباشر العوامل الوراثية والتي تحدد قدرة النبات على التحمل والتأقلم في ظروف الإجهاد, كما أن النشاطية المضادة للأكسدة تحدد بكمية ونوعية عديدات الفينول. من خلال هذه الدراسة تمكنا من التوصل الى أن الكينوا الصفراء هي الأفضل من ناحية التوازن الغذائي وكذا القدرة على إنتاج المركبات الفينولية والتأقلم مع الظروف المحلية لمنطقة واد سوف.

الكلمات المفتاحية : نبات الكينوا *Chenopodium quinoa* Willd. , عديدات الفينول, النشاطية المضادة للأكسدة, إختبار الـ DPPH •.

Résumé

Afin de valorisation de la culture de *Chenopodium quinoa* Willd dans la région d'Oued Souf, cette étude a été menée basée sur l'estimation quantitative de la valeur nutritionnelle et du contenu phénolique et l'étude de l'activité antioxydante des graines de trois variétés de quinoa, obtenues de Sidi Aoun, dans la zone d'Oued Souf.

Les résultats de l'évaluation de la valeur nutritionnelle ont montré que le quinoa jaune avait une meilleure teneur en lipid et en protéines que les deux autres variétés, avec des taux estimés à (6,49% et 21,61%), tandis que le quinoa blanc avait la meilleure teneur en glucides, estimée à 63,80%. De plus, les résultats d'extraction ont montré une faiblesse du rendement pour tous les extraits par rapport aux études précédentes, où il était de (0,17% à 1,99%).

Les résultats ont également montré une forte corrélation positive entre la teneur en polyphénols et l'activité antioxydante du quinoa jaune, tandis qu'une faible négative corrélation a été marquée pour le quinoa blanc, faible correlation pour le quinoa noir. lorsque la plus grande quantité de polyphénols est marqué dans l'extrait d'acétate d'éthyle pour le quinoa blanc par rapport au reste des extraits (mg EAG / gEP 112,94). Alors que les résultats de l'activité antioxydante des radicaux libres DPPH• a montré que L'extrait méthanolique de quinoa noir était supérieur au reste des extraits avec une capacité inhibitrice estimée à (IC_{50} = 83,16 µg /ml).

La différence entre les variétés est directement liée à les facteurs génétiques qui déterminent la capacité des plantes à résister et à s'adapter aux conditions de stress, et l'activité antioxydante est déterminée par la quantité et la qualité des polyphénols. A travers l'étude, nous avons pu conclure que le quinoa jaune est le meilleur en termes d'équilibre nutritionnel, ainsi que la capacité de produire des composés phénoliques et d'adapter aux conditions locales de la région d'Oued Souf.

Mots clés: plante de quinoa. *Chenopodium quinoa* Willd, polyphénols, activité antioxydante, test DPPH• .

Abstract

In order to enhance the cultivation of *Chenopodium quinoa* Willd in the Oued Souf region, this study was carried out based on the quantitative estimate of the nutritional value and phenolic content and the study of the antioxidant activity of the seeds of three varieties of quinoa, obtained from Sidi Aoun, in the area of Oued Souf.

The results of the nutritional value assessment showed that yellow quinoa had better Lipid and protein content than the other two varieties, with levels estimated at (6.49% and 21.61%), while white quinoa had the best carbohydrate content, estimated at (63.80%). n addition, the extraction results showed a low yield for all extracts compared to previous studies, where it was (0.17% to 1.99%).

The results also showed a strong positive correlation between the polyphenol content and the antioxidant activity of yellow quinoa, while a weak correlation was marked for black, weak negative correlation for black quinoa between the two tests , when the greater amount of polyphenols is marked in the ethyl acetate extract for white quinoa compared to the rest of the extracts (112.94 mg EAG / gEP).While the results of the antioxidant activity of free radicals DPPH • showed that The methanolic extract of black quinoa was superior to the rest of the extracts with an inhibitory capacity estimated at (IC50 = .83.16 µg / ml).

The difference between varieties in nutritional value and polyphenol content is directly related to genetic factors that determine the ability of plants to resist and adapt to stress conditions, and antioxidant activity is determined by quantity and quality of polyphenols. Through this study, we were able to conclude that yellow quinoa is the best in terms of nutritional balance, as well as the ability to produce phenolic compounds and to adapt to the local conditions of the Oued Souf region.

Keywords: the quinoa plant. *Chenopodium quinoa* Willd, polyphenols, antioxidant activity, DPPH• test

الفهارس

فهرس المحتويات

الشكر والعرفان .....

إهداء .....

الملخص .....

الفهارس .....

قائمة الإختصارات .....

المقدمة .....

الجزء النظري

الفصل الأول: دراسة تصنيفية وصفية للعائلة الرمرامية ولنبات الكينوا *Chenopodium quinoa* Willd

1. دراسة الفصيلة الرمرامية (Chenopodiaceae) 6

1.1. التعريف بالعائلة الرمرامية (Chenopodiaceae) 6

2.1. الوصف العام للعائلة الرمرامية (Chenopodiaceae) 6

3.1. الانتشار الجغرافي للعائلة الرمرامية(Chenopodiaceae) 7

2. التعريف بالنبات المدروس 7

1.2. نبات الكينوا *Chenopodium quinoa* Willd 7

3.2. نبذة عن تاريخ الكينوا 9

3.2. التوزيع الجغرافي لإنتاج الكينوا في العالم..... 10

4.2. التصنيف العلمي لنبات للكينوا 11

5.2. الدراسة المرفولوجية لنبات الكينوا : 12

6.2. القيمة الغذائية للكينوا 21

7.2. إستعمالات نبات الكينوا 24
8.2. أهم الدراسات البحثية حول نبات الكينوا 27
الفصل الثاني: مركبات الأيض عند النبات
1. مركبات الأيض النباتي 30
1.1. مركبات الأيض الأولي 30
3.1. الكربوهيدرات Carbohydrates 31
3.1. الدهون Lipids 31
3.1.1. البروتينات Proteins 32
2.1. مركبات الأيض الثانوي 33
1.2.1. التربينات Terpenes 34
2.2.1. الجليكوسيدات glycosides 35
3.2.1. الصابونينات Saponins 36
4.2.1. القلويدات Alkaloid 37
4.2.1. الفينولات (Polyphénols - phenols) 38
الجزء التطبيقي
الفصل الأول: المواد وطرق العمل
1. في الميدان 46
1.1. الموقع الجغرافي لمنطقة واد سوف 46
2.1. المادة النباتية 47
2. في المخبر 48

1.2. المواد والأجهزة المستعملة 48
2.2. الطرق المتبعة 51
1.2. تقدير القيمة الغذائية لبذور نبات الكينوا 51
1.2.2. تحضير المستخلصات النباتية 51
2.2.2. التقدير الكمي لعديدات الفينول 56
3.2.2. تقدير الفعالية البيولوجية 59
4.2.2. الدراسة الإحصائية 61
الفصل الثاني: النتائج و المناقشة
1. النتائج 63
1.1. تقدير القيمة الغذائية 63
1.1.1. المحتوى الكمي للكربوهيدرات 63
2.1.1. المحتوى الكمي للبروتينات 64
3.1.1. المحتوى الكمي للدهون 65
2.1. حساب مردود الاستخلاص 65
3.1. التقدير الكمي لعديدات الفينول 66
4.1. إختبار تثبيط الجذر الحر DPPH• 68
5.1. الدراسة الإحصائية 69
2. المناقشة 71
1.2. تقدير القيمة الغذائية 71
2.2. مردود الإستخلاص 74

3.2. تقدير المحتوى الكمي لعديدات الفينول 76

4.2. الفعالية البيولوجية 80

5.2. دراسة الإرتباط بين المحتوى الكمي من عديدات الفينول والنشاطية المضادة للأكسدة 84

الخاتمة 63

المراجع 63

الملاحق 63

فهرس الوثائق

الوثيقة 1: صورة توضح نبات الكينوا المزروع في ولاية الوادي 8
الوثيقة 2: بحيرة تيتيكاكا 9
الوثيقة 3: التوزيع الجغرافي لانتاج الكينوا في العالم لسنة 2013 11
الوثيقة 4: مراحل نمو نبات الكينوا من مرحلة الإنبات الى النضج الفزيولوجي..... 13
الوثيقة 5: صورة لجذر نبات الكينوا 14
الوثيقة 6: أنماط التفرع عند ساق نبات الكينوا..... 15
الوثيقة 7: الورقة العلوية و الوسطية و السفلية لنبات الكينوا..... 16
الوثيقة 8: أشكال العنقود الزهري لدى نبات الكينوا 17
الوثيقة 9: صورة للعنقود الزهري عند نبات الكينوا 18
الوثيقة 10: صورة توضح أزهار نبات الكينوا 19
الوثيقة 11: مقطع طولي في بذرة نبات الكينوا يوضح الأجزاء المختلفة للبذرة 19
الوثيقة 12: تنوع أشكال وألوان بذور الكينوا 21
الوثيقة 13: الأيض لدى النبات 30
الوثيقة 14: طريق تصنيع مركبات الأيض الثانوي 34
الوثيقة 15: بعض أنواع الغليكوزيدات (غليكوزيدات قلبية) 36
الوثيقة 16: البنية الكيميائية للصابونين 37
الوثيقة 17: البنية الكيميائية للقلويدات 38
الوثيقة 18: البنيات الكيميائية لبعض المركبات الفينولية المعروفة..... 39
الوثيقة 19: التصنيع الحيوي للمركبات الفينولية 40
الوثيقة 20: بعض الأحماض الفينولية Phenolic Acids 41
الوثيقة 21: البنية الكيميائية الأساسية للفلافنويدات 42

الوثيقة 22: التركيب الكيميائي لنوعي التانينات (القابلة للتحلل بالماء و المكثفة) 43
الوثيقة 23: صورة لولاية واد سوف مع موقع جمع عينات الكينوا 47
الوثيقة 24: مخطط يوضح أهم خطوات لإستخلاص الكربوهيدرات, البروتين والدهون 52
الوثيقة 25: مخطط يوضح خطوات الاستخلاص لبذور الكينوا بإستعمال جهاز Soxhlet..... 57
الوثيقة 26: مخطط يوضح خطوات التقدير الكمي لعديدات الفينول وفق طريقة 59
الوثيقة 27 المحتوى الكمي للكربوهيدرات في الأصناف الثلاثة لنبات الكينوا 63
الوثيقة 28: المحتوى الكمي للبروتينات في الأصناف الثلاثة لنبات الكينوا 64
الوثيقة 29: المحتوى الكمي للدهون في أصناف الكينوا الثلاثة لنبات الكينوا 65
الوثيقة 30: مردود الإستخلاص بإستخدام جهاز Soxhlet لأصناف الكينوا الثلاثة 66

فهرس الجداول

الجدول1: التصنيف العلمي لنبات الكينوا 12
الجدول 2: القيمة الغذائية المحتواة في بذور الكينوا *Chenopodium quinoa* Willd 22
الجدول 3: القيمة الغذائية للكينوا مقارنة مع بعض الأغذية الأخرى 24
الجدول 4: أهم الدراسات البحثية على النبات 27
الجدول 5: بعض أقسام التربينات 35
الجدول 6: الأدوات والأجهزة المستعملة في العمل المخبري 48
الجدول 7: المحتوى الكمي لعديدات الفينول لمستخلصات أصناف الكينوا..... 67
الجدول 8: قيم IC_{50} المثبطة لنسبة 50% من جذور DPPH• لمستخلصات أصناف الكينوا..... 68
الجدول 9: معامل الإرتباط (R) بين مختلف المتغيرات المدروسة لصنف الكينوا الصفراء 69
الجدول 10: معامل الإرتباط (R) بين مختلف المتغيرات المدروسة لصنف الكينوا السوداء 70
الجدول 11: معامل الإرتباط (R) بين مختلف المتغيرات المدروسة لصنف الكينوا البيضاء..... 70
الجدول 12: القيمة الغذائية لنبات الكينوا مقارنة بدراسات سابقة..... 74

قائمة الاختصارات

DPPH : Radical 2,2-Diphenyl-1Picrylhydrazil.

MeOH : Methanol.

ETH : Acétate d'Ethyl.

HEX: Hexane.

IC_{50} : Inhibition Concentration 50%.

ROS : Reactive Oxygen Species.

Vit C : Vitamine C.

Mg EAG/g MP : Milligramme Equivalent Acide Gallique sur Gramme des Matières d'Extraits.

BSA : Bovine Serum Albumin.

nm : نانومتر.

(V/V) : حجم/حجم.

I% : نسبة التثبيط

g : غرام.

µg : ميكروغرام.

pH : درجة الحموضة.

ppm : جزء من المليون .

TCA: Trichloroacetic Acid.

المقدمة

مع تزايد النمو السكاني السريع في العالم والحاجة الكبيرة الملحة لمصادر تغذية بإمكانها تأمين حاجة العالم خصوصا مع التغيرات المناخية التي تشهدها المعمورة بات من الضروري إيجاد مصادر طبيعية لسد هذه الحاجة وتأمين الحاجة الغذائية والعيش السليم لسكان العالم.

هناك توجه في الآونة الأخيرة الى التغذية السليمة والتي تأمنها النباتات المختلفة, ومنها نبات الكينوا *Chenopodium quinoa* Willd, حيث حظيت هاته النبتة بإهتمام كبير في السنوات الأخيرة بسبب قدرتها الغذائية العالية والفوائد الصحية التي توفرها (Bastidas et al .,2016) . على الرغم من أن الكينوا نشأت من منطقة الأنديز في أمريكا الجنوبية, إلا أن تنوعها الوراثي العالي سمح للعديد من أصنافها بالنمو في أجزاء كثيرة من العالم, وهذا راجع الى قدرتها الكبيرة على التأقلم في مناطق ذات ظروف ظروف طبيعية قاسية بما في ذلك مناطق الجفاف والملوحة العالية وحموضة التربة وندرة مغذياتها ودرجات الحرارة العالية والبرودة الشديدة, كما تم زراعتها على إرتفاعات عالية في المناطق الجبلية (Jacobson S. 2003 ; Vilche et Santalla .,2003 ; Tang et al .,2015).

تعرف الكينوا بإحتوائها على قيمة غذائية عالية (Comai et al .,2007), تظاهي أو تفوق تلك الموجودة في أغلب الحبوب كالقمح والذرة والشعير (Ahamed et al .,1998), حيث بينت العديد من الدراسات على التركيب الكيميائي لبذور الكينوا إحتوائها على محتوى هام من البروتين يضاهي ذلك الموجود في حليب الأم حيث تعد من أهم مصادر البروتين (Aubrech., Biacs., 2001). بالإضافة الى كونها مصدرا للمغذيات الأساسية والفيتامينات والمعادن فهي كذلك تمتلك محتوى هام من مركبات الأيض الثانوي والمتمثلة في عديدات الفينول, فلافنويدات, أنثوسيانيدات, مادة الصابونين والتانينات, هذه المركبات أكسبت الكينوا نشاطية بيولوجية هامة, والتي تساهم في الخصائص الفزيولوجية المتنوعة مثل النشاطية المضادة للميكروبات, مضادات الأكسدة, مضادات الالتهابات, مضادات الأورام والتأثيرات المضادة للسرطان (Repo-Carrasco-Valencia et al

(2010 والتي تعتبر أساسا للعديد من الإستخدامات العلاجية والأغذية الوظيفية لبذور النبات, كما تعتبر بذور الكينوا بديلا غذائيا للأشخاص الذين يعانون من حساسية تجاه بروتين الغلوتين أو مرضى الإضطرابات الهضمية (Saturni et al .,2010 ; Alvarez-Jubete et al .,2009).

الكينوا هي نبات أدخل حديثا الى الجزائر مطلع عام 2014, حيث شرعت الجزائر في تجربة زراعة حبوب الكينوا ضمن مشروع لمنظمة الأغذية والزراعة للأمم المتحدة يشجع إنتاجها,ويستهدف إدماجها في النظم الزراعية, نظرًا لمميزاتها الجمة التي ترشحها لدعم الأمن الغذائي في دول من المنطقة (ITDAS, 2015) , حيث شهدت زراعتها نجاحا مبهرا في عدة مناطق من الوطن من بينها ولاية واد سوف حيث سجلت تأقلما كبيرا مع المناخ الجاف في المنطقة.

تم في هذه الدراسة تسليط الضوء على نبات الكينوا بهدف تثمين زراعته في منطقة واد سوف, وذلك بطرح عدة إشكاليات: ما مدى قدرة نبات الكينوا على إنتاج المحتوى الغذائي وكذا المحتوى الفينولي في ظل ظروف المنطقة ؟ وما مدى قدرته على إنتاج مضادات الأكسدة ؟ أي صنف من بين الأصناف الثلاثة أبدى أكبر قدرة على التأقلم مع ظروف ومناخ منطقة واد سوف ؟

وقصد الإجابة عن هذه الإشكاليات تم في هذه الدراسة تقدير القيمة الغذائية (كربوهيدرات, دهون بروتين) لمستخلصات الأصناف الثلاثة للكينوا, كما تحضير المستخلصات النباتية بطريقة Soxhlet بإستعمال ثلاثة مذيبات مختلفة القطبية (هيكسان, أسيتات الإيثيل, الميثانول), ومن ثم تقدير المحتوى الكمي لعديدات الفينول, ومن أجل دراسة النشاطية المضادة للأكسدة تم إجراء إختبار تثبيط الجذر الحر• DPPH, حيث تم تقسيم العمل إلى جزئين :

الجزء النظري: يتضمن فصلين, الأول يهتم بدراسة تصنيفية وصفية للعائلة الرمرامية ونبات الكينوا, أما الثاني فتم فيه التطرق الى مركبات الايض لدى النبات.

الجزء التطبيقي : يتضمن فصلين, الفصل الأول تم جرد الطرق المتبعة والأدوات المستعملة في الدراسة, أما الفصل الثاني فتم فيه عرض النتائج ومناقشتها ومقارنتها بدراسات سابقة على النبات, وفي الختام تم إقتراح بعض التوصيات المستقبلية.

الجزء النظري

الفصل الأول: دراسة تصنيفية وصفية

للعائلة الرمرامية ولنبات الكينوا

Chenopodium quinoa Willd

1. دراسة الفصيلة الرمرامية (Chenopodiaceae)

1.1. التعريف بالعائلة الرمرامية (Chenopodiaceae)

هي فصيلة نباتية تابعة للرتبة القرنفلية Caryophillales, من النباتات الملحية, (Halophytes) لذلك تنمو بكثرة في الصحاري المالحة وقرب المستنقعات, كما يمكن أن تنمو في المناطق القاحلة. تتميز بأن معظم نباتاتها عبارة عن أعشاب حولية أو معمرة, ونادرا ما تكون شجيرات أو أشجار.ومن أهم الأنواع النباتية التابعة لها السلق والسبانخ والكينوا والقيظام... إلخ (الموسوي.., 1987 ;حليس.., 2007).

2.1. الوصف العام للعائلة الرمرامية (Chenopodiaceae)

تتميز نباتات هذه العائلة بجذور وتدية ذات امتدادات عميقة في التربة, أوراق بسيطة, متبادلة, غالبا ما تكون عصارية أو غضة, عديمة الأذينات. الأزهار صغيرة الحجم, منتظمة, ثنائية الجنس غالبا, وقد تكون وحيدة الجنس كما في السبانخ (Spinacia) تتجمع في نورات غير واضحة تشبه السنبلة, أو في نورات محدودة. الغلاف الزهري بسيط مكون من خمسة قطع (تبلات) منفصلة أو ملتحمة القواعد يعرف بالغلاف الزهري كأسي المظهر. الطلع خماسي الأسدية التي تتوضع عادة بشكل حر مقابل للتبلات. المدقة مكونة من كربلتين أو ثلاث كرابل ذات مبيض علوي أو محيطي أحيانا كما في جنس Beta, وهو وحيد المسكن ذو وضع مشيمي قاعدي أو جداري. الثمرة بندقة أو فقيرة, كروية أو بيضوية أو جرابية. البذور أندوسبرمية ذات جنين معكوف أو حلزوني (Trease et Evans .,1983 ؛ حليس .,2007).

3.1. الانتشار الجغرافي للعائلة الرمرامية (Chenopodiaceae)

تضم هذه العائلة حوالي 100 جنس, تنتشر نباتاتها بشكل واسع في البيئات الحارة وشبه المدارية, خاصة في المناطق المحاذية للبحر الأبيض المتوسط وبحر قزوين والبحر الأحمر, وفي مناطق السهوب لآسيا الوسطى والشرقية, وعلى هوامش الصحراء, وفي سهول الولايات المتحدة, وفي الكارو بإفريقيا الجنوبية وأستراليا وبمنطقة بامباس الأرجنتينية, فهي تظهر على شكل أعشاب في الأراضي المالحة, خاصة عند وجود الفيضانات وفي الأراضي الوعرة (BOUCHOUKH ,.2010)

2. التعريف بالنبات المدروس

1.2. نبات الكينوا *Chenopodium quinoa* Willd

الكينوا *Chenopodium quinoa* Willd هي أحد نباتات العائلة الرمرامية Chenopodiaceae (Ren et Lieu .,2020) منشأها منطقة الأنديز في أمريكا الجنوبية (Graf .,2015), حيث تم العثور على أقدم الكينوا مزروعة على ضفاف بحيرة تيتيكاكا تعود لأكثر من 5000 سنة قبل الميلاد, كانت مصدرًا مهمًا للغذاء للسكان ما قبل مجيء الإسبان, وأحيانًا تُلقب بـ "بذور الإنكا" (Bhargava et al .,2013), يعود سبب تسميتها نسبة للعالم الألماني Carl Ludwig von Willdenow (1765-1812) (صيدلي وعالم تصنيف النبات), والذي وضع تصنيفا لها لأول مرة عام 1797 ,.Dharm) .2019)

تنمو الكينوا على إرتفاع 4000 م من مستوى سطح البحر تتميز بقدرتها على النمو تحت ظروف الإجهاد المختلفة مثل الجفاف, الارتفاعات العالية, درجات الحرارة القصوى, الملوحة, سوء التربة والظروف غير المناسبة لنمو محاصيل أخرى (brady et al.,2007).

بالإضافة إلى كونها واحد من مصادر الطاقة الهامة بسبب محتواها من النشا, كما أنها غنية بالبروتين والألياف الغذائية والدهون خاصة غير المشبعة منها. علاوة على ذلك, فإنها تحتوي

على مستويات كافية من المغذيات الدقيقة الهامة مثل المعادن والفيتامينات وكميات كبيرة من المكونات النشطة بيولوجيا مثل الصابونين, فيتوستيرولز, سكوالين وبوليفينول (Alvarez-Jubete et al ., 2010).

الوثيقة (1): صورة توضح نبات الكينوا المزروع في ولاية الوادي

3.2. نبذة عن تاريخ الكينوا

الموطن الأصلي للكينوا هو منطقة الأنديز في أمريكا الجنوبية, بالتحديد حول بحيرة تيتيكاكا, تقع هذه المنطقة بين بيرو وبوليفيا.

وفقا للأدلة التاريخية, تم زرع الكينوا لأكثر من 7000 سنة من قبل شعوب الأنديز, حيث تم اكتشاف أقدم بقايا الكينوا في أياكوتشو (بيرو), حيث يعود تاريخها إلى أكثر من 5000 عام قبل الميلاد, كذلك في تشينشورو في شمال تشيلي يعود تاريخه إلى 3000 عام قبل الميلاد. وأخيرًا تم اكتشاف آثار في بوليفيا يعود تاريخها إلى 750 عام قبل الميلاد (Herbillon., 2015).

تم استغلال وتوزيع الكينوا في جميع أنحاء الإقليم من قبل الإنكا, ومع وصول الإسبان (Cercam. ,2014) في القرن السادس عشر انخفضت زراعة هذا المحصول الى حد كبير بسبب إدخال المحاصيل الأوروبية (القمح والشعير) (Vandana .,2015)

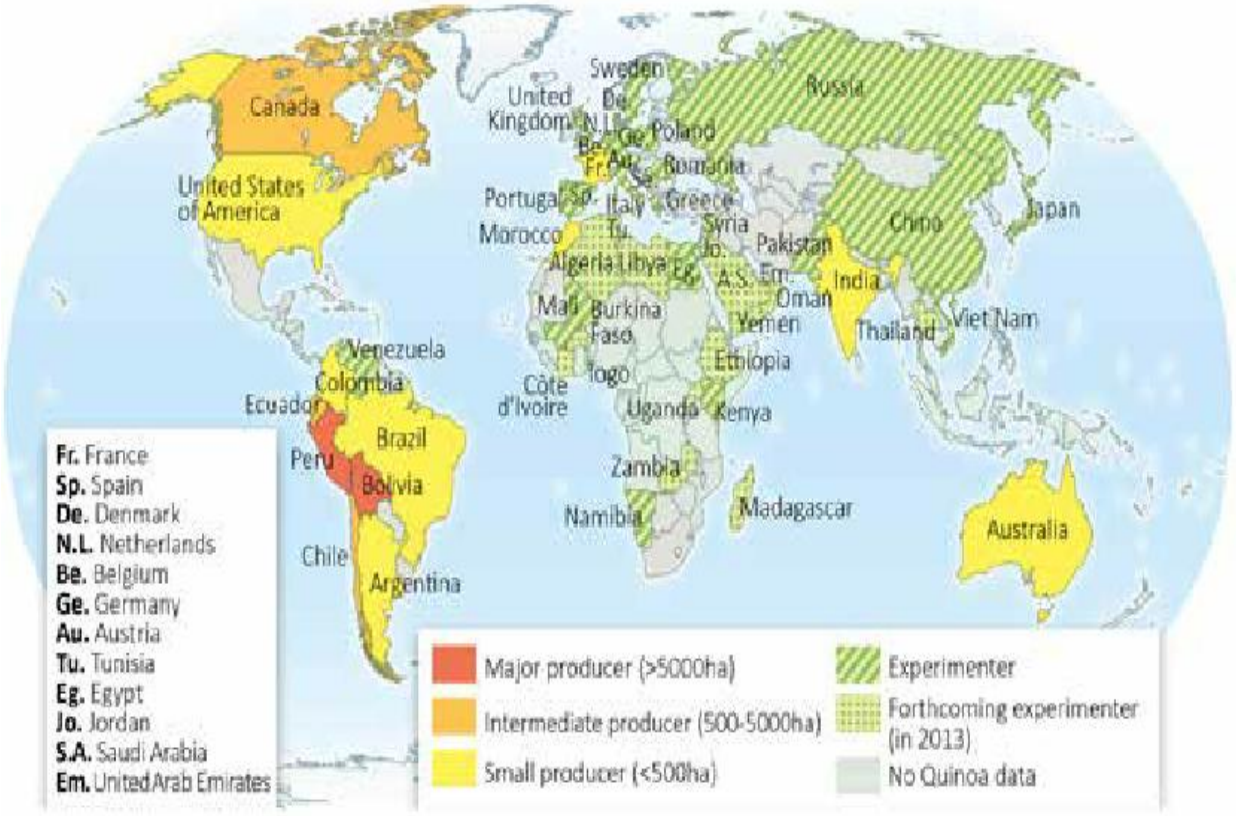
الوثيقة (2): بحيرة تيتيكاكا(Ansari .,2019)

في النصف الثاني من القرن العشرين, أصبحت الكينوا محصولا غذائيًا منتشرا خاصة في أوروبا وأمريكا الشمالية, عدد الدول التي تزرعها ارتفعت من 8 في عام 1980 إلى 95 في عام 2015, بالإضافة إلى تكثيف دراستها من قبل مراكز البحوث وإجراء التجارب البيولوجية عليها(Dancuha veloso.,2016).

3.2. التوزيع الجغرافي لإنتاج الكينوا في العالم

تنمو الكينوا بشكل طبيعي في جميع بلدان جبال الانديز, من كولومبيا مرورا بالارجنتين الى تشيلي (Ren et Lieu .,2020), وتعتبر الدول الرئيسية المنتجة للكينوا على مستوى العالم هي بوليفيا وبيرو والاكوادور(Fabio and Parraga ., 2017), ويمتد انتاجها من خط عرض 5 درجات شمالا الى خط عرض 43 درجة جنوبا, بنطاق خطوط ارتفاع من المستوى سطح البحر الى 4000 متر فوق سطح البحر.

يظهر التوزيع الجغرافي لإنتاج الكينوا العالمي في الوثيقة (04), حيث يمكن ملاحظة أن البلدان ذات الإنتاج الأكبر هي بوليفيا وبيرو وإكوادور. ومع ذلك ونتيجة لذلك لأكثر من عشرين عامًا من العمل في بلدان أوروبا وآسيا وأفريقيا وأستراليا والشمال أمريكا ومنطقة الأنديز, توسع إنتاج الكينوا في مناطق جغرافية مختلفة (FAO., 2011).



الوثيقة(3) : التوزيع الجغرافي لانتاج الكينوا في العالم لسنة 2013 (Bazile., Baudron., 2015)

4.2. التصنيف العلمي لنبات للكينوا

تنتمي الكينوا إلى فئة Dicotyledoneae ,عائلة Chenopodiaceae , جنس Chenopodium (Vandana.,2015) الذي يحتوي على حوالي 250 نوعًا (Risic .,1984) وحوالي 1800 نوع من الكينوا معروفة (Foucault., 2014). يعتمد تصنيفها أساسا على لون النبات والبذور وكذا الشكل المرفولوجي للنبات (Bastidas.,2016). منذ عام 2009 تصنف الكينوا حسب التصنيف الفيلوجينيتيكي (APG III) في عائلة Amaranthaceae (Herbillon., 2015) .

الجدول (1): التصنيف العلمي لنبات الكينوا (Herbillon., 2015)

حسب تصنيف Cronquist (1981)		
Règne	Plant	المملكة
Embranchement	Magnoliophyta	الطائفة
Classe	Magnoliopsida	القسم
Ordre	Caryophyllales	الرتبة
Famille	Chenopodiaceae	العائلة
Genre	Chenopodium	الجنس
Espéce	*Chenopodium quinoa* Willd	النوع
حسب التصنيف الفيلوجينيتيكي APG III (2009)		
Ordre	Caryophyllales	الرتبة
Famille	Amaranthaceae	العائلة

5.2. الدراسة المرفولوجية لنبات الكينوا :

تنتمي الكينوا (*Chenopodium quinoa* willd) الى مغلفات البذور من النباتات الملحية, وهذا يساعدها على مقاومة الملوحة والتكيف مع البيئات المالحة من خلال آليات مختلفة ,.Herbillon (2015 ; Bhargava et al.,2006), نبتة الكينوا نبتة منتصبة, عشبية, كما أنها تعد من النباتات الحولية, يصل ارتفاعها من 30 الى اكثر من 200 سنتيمترا وذلك بحسب نوع الكينوا وتركيبتها الوراثية, والظروف البيئية المحلية وكذا خصوبة التربة, درجة الحرارة والرطوبة المثلى تنبت البذور في حوالي عشر ساعات, وتظهر النبتات عادةً في اليوم السابع بعد الانبات (Del Castillo.,et) .

(2008 al. أهم الخصائص الخضرية التي يعتمد عليها في تصنيف أنواع الكينوا هي لون النبات والبذور, نمط نمو النبات (Jancurová.,2009).

الوثيقة (4): مراحل نمو نبات الكينوا من مرحلة الإنبات الى النضج الفزيولوجي (Lebon., 2008)

1.5.2. الخصائص الخضرية

1.1.5.2. الجذر

نظام جذري متطور للغاية يحمي الكينوا من ظروف الجفاف وتعطيها استقرارا جيدا (Bhargava., et al.,2006), يرتبط نمو الجزء الجذري إرتباطًا وثيقًا بنمو الجزء هوائي, على سبيل المثال النباتات التي يصل ارتفاعها إلى 1.70 م قد تنمو جذورها الى 1.50 م بارتفاع 90 سم مع جذر 80 سم.

إنبات بذور الكينوا سريع للغاية بسبب عدم وجود فترة سكون في البذور, حيث يتم انباتها في غضون ساعات قليلة في وجود رطوبة التربة الكافية. يبرز الجذير أولاً, ثم يستمر في حتى يصل عمق 30 سم ثم تتفرع جذورًا ثانوية وثالثية والتي يمكن أن تتفرع أيضا(Herbillon., 2015) .

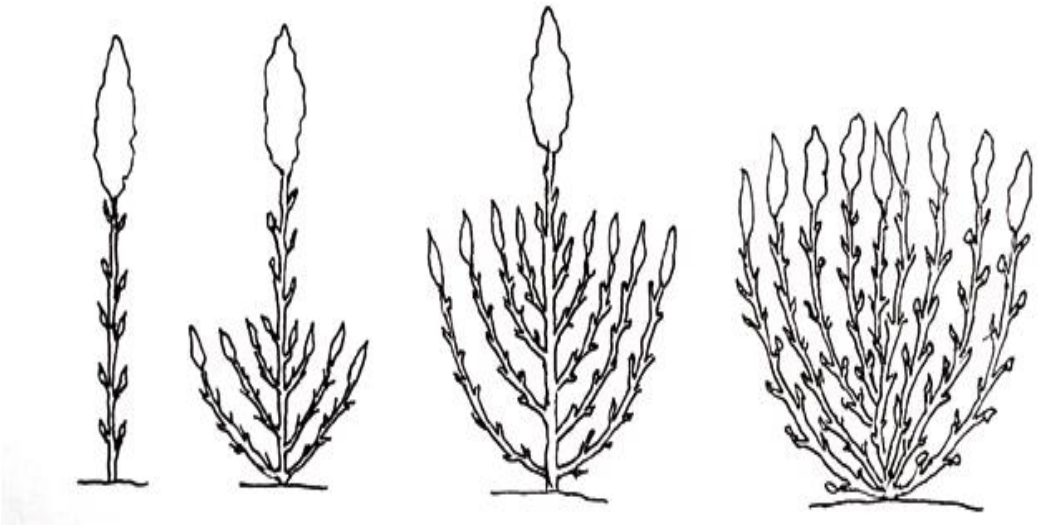
الجذر الرئيسي سهل التمييز عن الجذور الثانوية الكثيرة على الرغم من أن مظهره يشبه الكتلة المتشابكة الكبيرة ويتفاوت عمق الجذر والتفرعات وتوزيع الجذيرات تبعا للتركيب الوراثي (Jacobsen et Stolen.,1993).

الوثيقة (5): صورة لجذر نبات الكينوا (Djedei et Merabet ., 2019)

2.1.5.2. الساق

ساق الكينوا أسطواني الشكل عند قاعدة النبتة (Jacobsen et Stolen.,1993), زاويا عند التفرعات مع أوضاع أوراق متناوبة وهناك أنواع ذات تفرعات كثيرة (كينو الوديان), وأنواع أخرى وحيدة الساق (كينوا المرتفعات), ويتراوح لون الساق من الأخضر الى الأحمر بحسب التركيب الوراثي وكثافة البذر ووفرة المغذيات (Mujica et al., 2001).

الساق ذو قشرة جلدية ولحاء صلب مندمج مع أغشية سيليلوزية يوجد بداخله نخاع يتحلل عند النضج, مخلفا فراغا جافا اسفنجيا غنيا بالبكتين والسليلوز, ويتفاوت قطر الساق تبعا للتركيب الوراثي وقرب البذور من بعضها عند الزراعة والتسميد وظروف الجر(Herbillon., 2015).



الوثيقة (6): أنماط التفرع عند ساق نبات الكينوا (Rojas and Pinto., 2013)

3.1.5.2. الأوراق

أوراق الكينوا متعاقبة تتكون من معلاق ونصل ويتفاوت طول المعلاق في النبتة الواحدة حسب موضع الورقة (Mujica et al., 2001). أما الأنصال فهي متعددة الأشكال في النبتة الواحدة, شبه معين, مثلثة أو سنانية, منبسطة أو مموجة.

يتفاوت حجم الورقة في النبتة, ففي الجزء السفلي تكون الأوراق كبيرة شبه معينية ومثلثة بينما تكون في الجزء العلوي صغيرة وسنانية (Tapia et al., 1979). أما عن لون الأوراق فهو متغير بصورة كبيرة من الأخضر والأحمر مع أنساق لونية مختلفة نظرا لوجود صبغة بيتاسيانين (Bhargava et al .,2006), ويمكن أن يصل طولها حتى 15 سنتيمتر وعرضها 12 سنتيمتر كما تحتوي على تعرقات مرئية وبارزة جدا تبدأ من المعلاق, ويبلغ عددها بشكل عام ثلاثة عروق, كما تمتلك خصائص مرفولوجية تمكن النبتة من التكيف مع الظروف البيئية كالجفاف من بينها

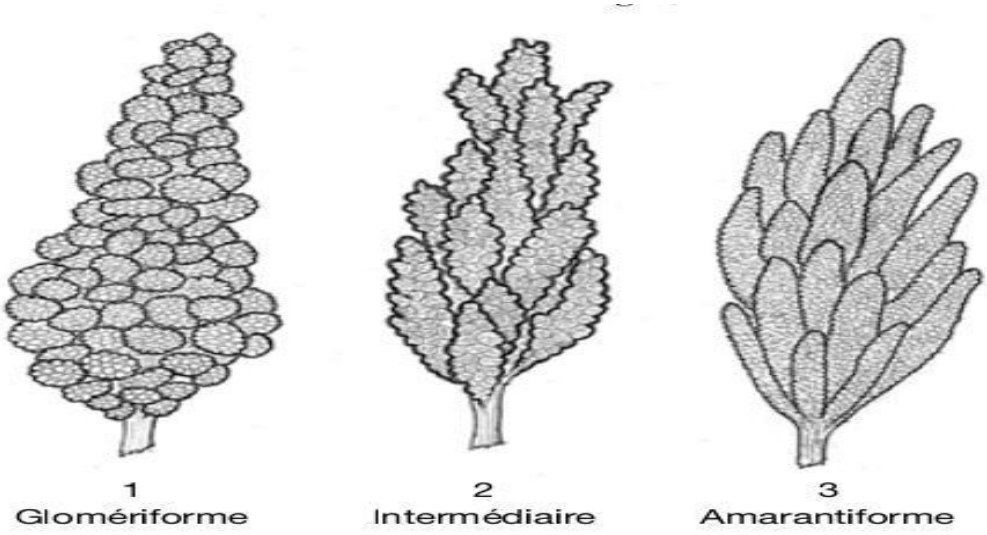
الشمع الجلدي والثغور المحمية ببشرة سميكة (Jacobsen et Stolen.,1993), حيث تكون الأوراق محمولة على أفرع كثيرة التفرع (Bhargava et al .,2006).

الوثيقة (7): الورقة العلوية و الوسطية و السفلية لنبات الكينوا (Jacobsen et Stolen.,1993)

2.5.2. الخصائص الزهرية

1.2.5.2. العنقود الزهري

يعد العنقود الزهري وخصائصه من بين أهم معايير تصنيف أنواع الكينوا وكذا حجم ولون البذور. العنقود الزهري متفرع ذو شكل نموذجي, فهو يتكون من محور مركزي وفروع ثانوية وثالثية وزنيدات تسند الكبب, وذلك بسبب طريقة ترتيب الأزهار, ولأن المحور الرئيسي يكون أكثر تطورا من المحاور الثانوية, ويمكن أن يكون العنقود مرتخيا قطيفيا أو مدمجا (كبيبيا) ,مع وجود تشكيلات وسيطية تمثل خصائص الانتقال بين المجموعتين (Stolen.,1993 , Jacobsen et) فيكون كبيبيا عندما تشكل العناقيد الزهرية مجموعات كروية مدمجة ذات زنيدات قصيرة متقاربة للغاية, تعطي مظهرا مدمجا متماسكا, ويكون قطيفيا عندما تكون الكبب متطاولة, ويحمل المحور المركزي فروعا ثانوية وثالثية كثيرة.



الوثيقة (8): أشكال العنقود الزهري لدى نبات الكينوا (Rojas and Pinto., 2013)

تحمل الأزهار ضمن عناقيد مرتخية نسبيا, وقد أعطي هذا الاسم بسبب شبهه بعناقيد أزهار جنس القطيفية, ويتفاوت طول العنقود الزهري المتفرع تبعا للتركيب الوراثي, ونوع الكينوا, ومكان نموها, وخصوبة التربة, ويمكن أن يصل طوله من 30 الى 80 سنتيمترا, وقطره ما بين 5 الى 30 سنتيمترا, ويتراوح عدد الكبب للعنقود الواحد ما بين 80 و 120, وعدد البذور ما بين 100 و 3000, وقد تم العثور على عناقيد زهرية متفرعة كبيرة ينتج الواحد منها نحو 50 غرام من البذور (Herbillon., 2015).

الوثيقة (9): صورة للعنقود الزهري عند نبات الكينوا

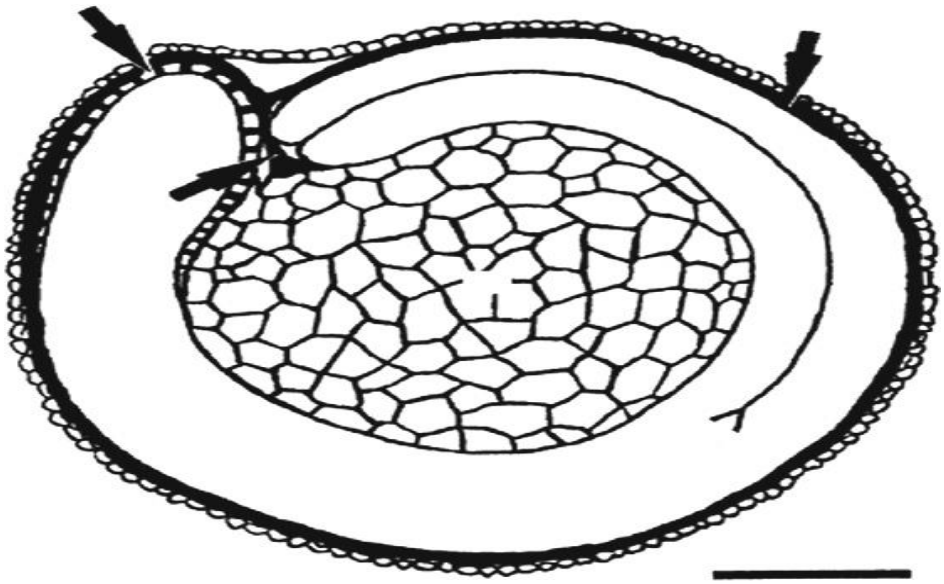
2.2.5.2. الازهار :

جميع أفراد عائلة Chenopodiaceae, بما في ذلك جنس Chenopodium, تمتلك أزهار غير مكتملة ولاطئة بدون بتلات. تكون أزهار الكينوا خنثى أو مؤنثة (Hunziker .,1943). يبلغ حجمها بين 2 و 5 ميليمتر (Jacobsen et Stolen.,1993). وهي ذات ألوان مختلفة لها خمس سبلات خضراء, ومجموع أعضاء تذكير ذو خمس أسدية قصيرة, وانحناءات صفراء, وخيوط قصيرة, ومدقة ذات مبيض علوي وحيد الحجرة, وتكون الأزهار الخنثى الموجودة في الكبيبة قمية وتبرز بين المدقات (Herbillon., 2015).

الوثيقة (10): صورة توضح أزهار نبات الكينوا

3.2.5.2. البذرة

تعتبر بذور الكينوا ثنائية الفلقة ولا تعتد من الحبوب (Chauhan et al ,1992) صغيرة الحجم, دائرية ومفطحة يبلغ قطرها حوالي (1.5 - 2) ملم كما أنها خفيفة الوزن إذ أن حوالي 350 بذرة تزن 1 غ (Varriano-Marston et De Francisco .,1994 ; Ruales Nair., 1992). كما تمتلك بذور الكينوا قيمة غذائية عالية مقارنة مع أغلب الحبوب (Lorenz et Nyanzi .,1989)



الوثيقة (11): مقطع طولي في بذرة نبات الكينوا يوضح الأجزاء المختلفة للبذرة (Jacobsen et Stolen.,1993)

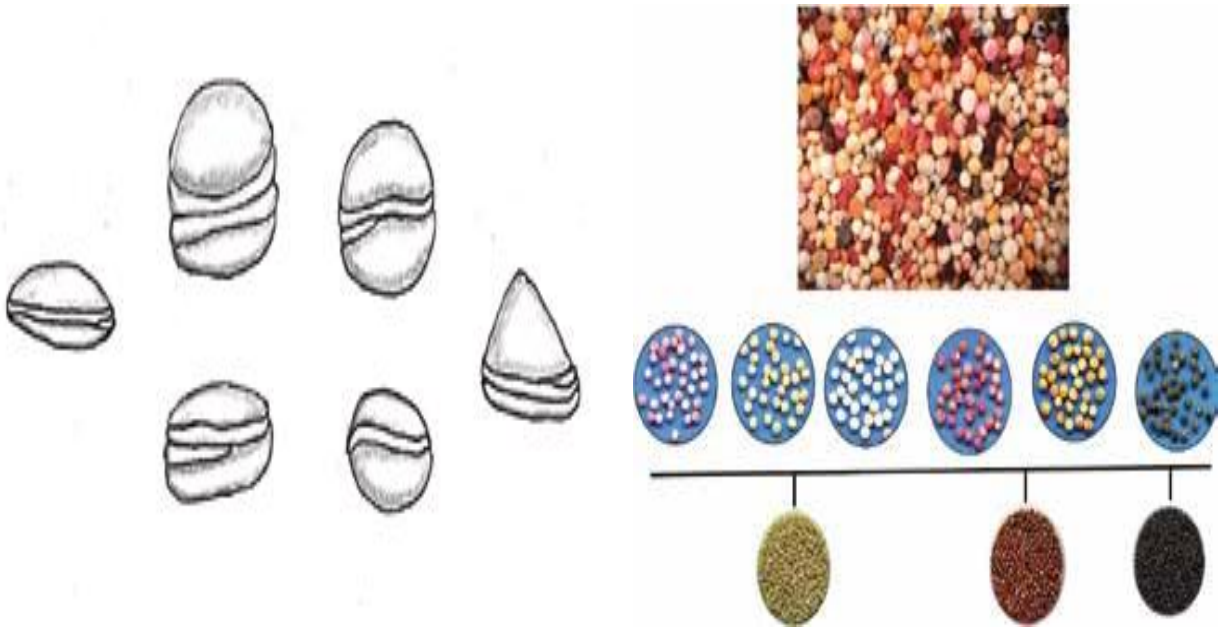
تتكون بذور الكينوا من ثلاث أجزاء :

الإبيسبيرم: يتكون أربع طبقات: طبقة خارجية خشنة هشة ويمكن فركها بسهولة, وهي تحتوي على الصابونين الذي يعطي الحبة طعمها المر (Jacobsen et Stolen.,1993) , ويتفاوت التصاقه بالبذرة تبعا للتركية الوراثية وتكون خلاياها متطاولة وجدرانها مستقيمة أما الطبقة الثانية فهي رقيقة جدا وملساء ولا يمكن رؤيتها إلا عندما تكون الطبقة الخارجية شفافة, وتكون الطبقة الثالثة صفراء اللون ورقيقة وغير شفافة, والطبقة الرابعة شفافة وتتكون من صف واحد من الخلايا (Mujica et al ., 2001)

الجنين : يتكون من فلقتين وجذير (Jacobsen et Stolen.,1993), وهو يشكل30% من الحجم الكلى للبذرة ويغلق البيريسبيرم مثل الحلقة, و يبلغ أنحناؤه 320 درجة ولون الجنين ضارب إلى الصفرة, ويبلغ, طوله 3.54 ملمتر وعرضه 0.36 ملمتر ويمكن أن يصل طوله في بعض الحالات إلى 8.2 ملمتر ويحتل الجنين 34% من إجمالي وزن البذرة ومقارنة مع البذور الأخرى فإنه يحتوي على أعلى كمية من البروتين وهي تبلغ35%– 40, بينما يشكل البيريسبيرم 6.3 الى 8.6 % من مجموع بروتين الحبة ويكون الجذير مخضبا باللون البني الداكن (Mujica et al.,2001)

البيريسبيرم : نسيج التخزين الرئيسي, فهو يتكون بصورة أساسية من حبيبات النشا, وهو ذو لون ضارب الى البياض, و يشكل في الواقع 60 % من سطح البشرة, وخلاياه كبيرة تفوق خلايا الإندوسبيرم في حجمها, وهي مضلعة ذات جدران رقيقة مستقيمة وتحتوي على كميات كبيرة من النشا تصل الى آلاف الحبيبات النشوية التي يغلب عليها الشكل السداسي (Mujica et al.,2001)

وللكينوا كذلك إندوسبيرم مكون من طبقات مختلفة تحيط بصورة تامة بالجنين الذي ينفصل عنه بطبقة من الهواء, وقد تتصل خلايا الإندوسبيرم بالجنين على نحو مباشر بعد جفاف البذرة ليستهلكها بسرعة أثناء نموه (Leonardus ., 2016).



الوثيقة(12): تنوع أشكال وألوان بذور الكينوا (Rojas and Pinto., 2013)

6.2. القيمة الغذائية للكينوا

تعد بذور الكينوا مصدرا غذائيا هاما لاحتواها على نسبة عالية من البروتينات والألياف والمعادن حيث أكدت منظمة الأغذية والزراعة للأمم المتحدة (FAO) أن بروتينات الكينوا كبروتين الكازيين مكافئة في جودتها الى حد بعيد لتلك الموجودة في الحليب بفضل الأحماض الآمينية الأساسية التي تحتوي عليها (Aubrech., Biacs., 2001), أيضا تحتوي الكينوا على وجه الخصوص على نسبة عالية من اللايسين حيث أن الأحماض الأمينية غالبا ما تكون مفقودة في الحبوب (Vega-Galvez et al., 2010), كما بينت الدراسات أن البروتينات المحتواة في بذور الكينوا تتركب أساسا من globulins و albumins وبنسبة أقل من prolamin (Drzewiecki et al., 2003).

بذور الكينوا لا تحوي الغلوتين ويعد هذا من أبرز أسباب الاهتمام بهذا النبات على وجه الخصوص للأشخاص الذين يعانون من حساسية تجاه الغلوتين, كما تعد مصدرا لأهم المعادن من المنغنيز, الحديد, النحاس, للفسفور, المغنيسيوم والزنك بنسبة أكبر منها عند الذرة

والشعير (Singhal.,1988). كما تعتبر غنية بالفيتامينات كفيتامين B2. كما تم العثور على بذور الكينوا غنية بـ polyphenols , isoflavones والمعروف أن لها نشاطية مضادة لاكسدة (Alvarez-Jubete et al., 2010).

أجريت أبحاث مقارنة بين محتوى المغذيات بين كل من الكينوا والقمح والأرز حيث بينت أن محتوى الكينوا من المغذيات الأساسية يفوق ذلك الموجود في الحبوب الثلاثة الأخرى فيما يتعلق بالبروتين, محتوى الدهون بالأخص الأحماض الدهنية المشبعة وغير المشبعة وكذا المحتوى من المعادن (Rojas et al., 2010 ; Repo-Carrasco.,2003)

الجدول (2): القيمة الغذائية المحتواة في بذور الكينوا *Chenopodium quinoa* Willd (Bazile et al .,2015)

المواد	الكمية الموجودة في 100 g
الماء	13.28 g
الطاقة	368 kcal
الكربوهيدرات الكلية	64.16 g
ألياف غذائية	7.0 g
الدهون الكلية	6.07 g
البروتين	14.12 g
Tryptophan	0.167 g
Threonine	0.421 g
Isoleucine	0.504 g
Leucine	0.840 g
Lysine	0.766 g
Methionine	0.309 g
Cystine	0.203 g

0.593 g	Phenylalanine
0.267 g	Tyrosine
0.594 g	Valine
1.091 g	Arginine
0.407 g	Histidine
0.588 g	Alanine
1.134 g	Aspartic acid
1.865 g	Glutamic acid
0.694 g	Glycine
0.773 g	Proline
0.567 g	serine
185.2 g	**الفيتامينات**
0.360 mg	Thiamine
1520 mg	Niacin
0.487 mg	Vitamin B6
22.39 mg	(total ascorbic acid) Vitamin C
630.4 mg	Betaine
2.44 mg	Vitamin E (alpha-tocopherol)
1.3 g	**المعادن**
47 mg	الكالسيوم
4.57 mg	الحديد
197 mg	الماغنيزيوم
457 mg	الفوسفور
563 mg	البوتاسيوم
5 mg	الصوديوم

الزنك	3.10 mg
النحاس	0.590 mg
المغنيز	2033 mg
السيلينيوم	8.5 µg

الجدول (3): القيمة الغذائية للكينوا مقارنة مع بعض الأغذية الأخرى (Jancurová et al ,2009) (Bazile et al ., 2015)

المادة (%)	الكينوا	الذرة	الأرز	الشعير	القمح	فول الصويا
البروتين	16.5	10.22	7.6	18.00	14.3	36.1
الدهون	6.3	4.7	2.2	1.9	2.3	18.9
الكربوهيدرات	64.16	81.1	80.4	80.7	78.4	34.1
الألياف	3.8	2.3	6.4	4.4	2.8	5.3
سعرات حرارية في 100 g	399	408	372	383	392	451

7.2. استعمالات نبات الكينوا

1.7.2. الإستخدام الغذائي

تتمتع نبتة الكينوا بخصائص جيدة تم إستغلالها في صناعة الأغذية والأعلاف نظرا لكونها خالية من الغلوتين وذات قيمة غذائية عالية, إلى جانب أنها محصول ينمو في البيئات الهامشية (Ahamed et al ,1998).

وقد تبين أنها جيدة الهضم ومعظم بروتيناتها تنتمي إلى مجموعة الألبيومينات القابلة للذوبان في الماء والجلوبيولينات القابلة للذوبان في المحاليل الملحية المخففة وهي ذات قيمة تغذوية عالية وصحية ومناسبة لمرضى السكر والأشخاص الذين يعانون من مرض الاضطرابات الهضمية

(السيلياك) والحساسية من بروتين الحليب (الكازين), كما أنها خالية من الجلوتين وتعتبر سهلة الهضم(Ruales and Nail,. 1993) .

2.7.2. أعلاف الحيوانات

تستخدم النبتة كلها, كعلف أخضر, كما يتم استخدام مخلفات الحصاد لتغذية الأبقار والضأن والخيول والطيور والدواجن (Mujica et al .,2001).

نظرا لقيمتها الغذائية, فيمكن خلطها بنسبة 30 % مع دقيق القمح والذرة لعمل الخبز, اذ يعمل على تحسين مذاقه ورفع قيمته الغذائيه ويفضل تحميص الحبوب قبل الطحن, كما تحمص الحبوب وتوكل كالفشار وقد تضاف إلى الشوربة لإعطائها مذاق مميز(Jacobsen et Stolen ; 1993)

كما يستخدم مركز بروتين الكينوا كعنصر في المكملات الغذائية للإنسان أو الحيوان. تصل نسبة الزيت في حبوب الكينوا الى 8.5 % - 9%, وهو يقارب في قيمته الغذائية زيت الذرة ويتفوق عليه في قدرته على البقاء دون تزنخ لفترة أطول (Montoya et al., 2005).

3.7.2. الاستخدام الصناعي

لنشاء الكينوا قدرة كبيرة على الثبات في ظروف التجمد والذوبان, ويمكن أن يوفر بديلا للنشويات المعدلة كيميائيا (Ahamed et al .,1998).

من بين أهم أسباب إستخدام نشا الكينوا في المجال الصناعي هو صغر حجم حبوبه, فيمكن على سبيل المثال إستخدامه في صنع الرذاذ (الأيروسول), والعجائن, وورق النسخ, والحلوى, والسواغات, في صناعة البلاستيك وأنواع التالك والمساحيق المستخدمة في الطباعة Montoya) (L.et autre 2005 ,, يستخدم دقيق الكينوا مع دقيق القمح أو الذرة في صنع البسكويت والخبز والأغذية المصنعة (Oshodi et al., 1999).

يمكن للصابونينات المستخرجة من قشرة الكينوا أن تستخدم بأشكال مختلفة مفيدة مثل استعمالها في المنظفات أو معجون.

يعتبر من المحاصيل الذي تفكر فيه جديا وكالة ناسا من أجل نظام دعم الحياة البيئية الذي يهدف إلى الاستفادة من النباتات لإزالة ثاني أكسيد الكربون من الغلاف الجوي وتوليد الغذاء والأكسجين والمياه لطاقم المهمات الفضائية طويلة المدى (Schlick et Bubenheim ., 1996).

4.7.2. الاستعمالات الطبية للكينوا

قد تفيد القيمة الغذائية العالية للكينوا والخصائص الطبية وكذا خاصية خلو الكينوا من الغلوتين في العلاج أو الوقاية من عديد المشاكل الصحية, بما في ذلك الأطفال, وكبار السن, والرياضيين ذوي الأداء العالي, والمستهلكين الذين لا يتحملون اللاكتوز, النساء المرضعات, هشاشة العظام والأشخاص الذين يعانون من فقر الدم أو مرض السكري أو اضطراب دهون الدم أو السمنة أو الاضطرابات الهضمية.

إستهلاك الكينوا لمدة 30 يوم يخفض من نسب ثلاثي الغليسيريد, الكلويستيرول وكذا نسبة السكر في الدم, كما يلاحظ نقص في الوزن, أيضا يخفض ضغط الدم (Graf et al.,2015).

تستخدم أوراق الكينوا والسيقان والحبوب للأغراض الطبية: التئام الجروح وتقليل التورم ومهدئ لوجع الاسنان وتطهير المسالك البولية. كما أنها تستخدم في إيقاف النزيف الداخلي وطاردات للحشرات. أجريت دراسة من قبل Britney et al. (2015) حول الإبتكار في القيمة الصحية وتطوير الأغذية الوظيفية للكينوا, حيث بينت أن مكملات الكينوا لها تأثير إيجابي كبير على التمثيل الغذائي والقلب والأوعية الدموية والجهاز الهضمي. ومع ذلك, فلا تزال هنالك تحديات داخل القطاعات العلمية والزراعية والإنمائية لتحسين دور الكينوا في تعزيز الصحة البشرية والتغذية العالمية (Vandana ., 2015).

8.2. أهم الدراسات البحثية حول نبات الكينوا

الجدول (4): أهم الدراسات البحثية على النبات

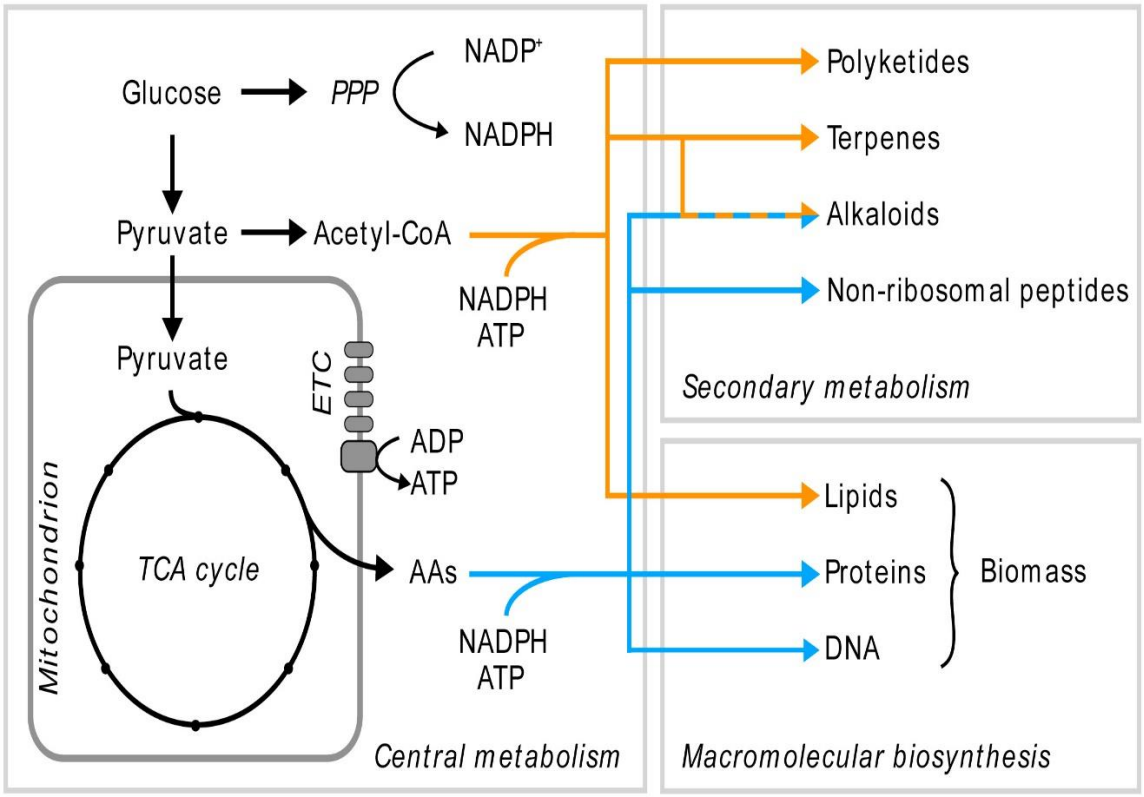
المادة من نبات الكينوا	التأثير على جسم الكائن الحي	المرجع
Betaine	زيادة التنفس الميتوكوندي لخلايا الكبد عن فئران التجارب	(Lee .,2015)
مستخلص أوراق الكينوا	إيقاف تكاثر الخلايا السرطانية, توقف أكسدة الدهون.	(Gawlik-Dziki et al .,2013)
طحين الكينوا	تثبيط نشاط الإنزيم المحول Angiotensin I بمقدار (23.3%) , إزالة الجذور الحرة القوية.	(Asao et Watanabe .,2010)
صابونين الكينوا	عدم وجود سمية بالنسبة لخلايا الفئران .	(Verza et al .,2012)
مستخلص بذور الكينوا	إنخفاض الرغبة في تناول الطعام, وزن الجسم , ترسب الدهون , ومستويات الغليسيريدات الثلاثية في الدم بالنسبة لفئران التجارب .	(Meneguetti et al .,2011)
بذور الكينوا	تراجع المحتوى الكلي من الكولستيرول (26%) والغلوكوز (10%) , الغليسيريدات الثلاثية (11%).	(Pasko et al .,2010)
Betaine	إنخفاض الحمض الأميني الهوموسيستين في البلازما 1.23 µmol/L .	(McRae .,2013)
الكينوا	التحمل الجيد دون أي تفاقم لمرض الاضطرابات الهضمية (مرض celiac). الاتجاه نحو العوامل النسيجية المحسنة والكوليسترول الكلي في الدم عند بعض المرضى .	(Zevallos et al .,2013)

نظام غذائي يحتوي على الكينوا ذو مؤشر سكر في الدم منخفض	نقص في الهيموغلوبين a1c بنسبة 50% بالنسبة لمرضى السكري النوع الثاني .	(Jenkins et al .,2013)

الفصل الثاني: مركبات الأيض عند النبات

1. مركبات الأيض النباتي

تقوم النباتات بإنتاج مجموعة واسعة جدًا من المركبات العضوية التي تعرف بمصطلح مركبات الايض الاولي والثانوي. تكمن أهميتها في أنها تأمن نمو خلايا النبات(Chadwick et Whelan.,1992).



الوثيقة (13): الأيض لدى النبات (Nielsen et Nielsen ., 2017)

1.1. مركبات الأيض الأولي

تعرف مركبات الأيض الأولي على أنها المركبات الأساسية في النبات والتي تشارك بشكل مباشر في عمليات النمو والتطور والتكاثر الطبيعي لأعضاء وخلايا النبات (Herbert .,1989). كما تعرف بكونها مركبات ضرورية لاستمرار حياة النبات والتي لها أدوار أساسية تتعلق بعملية التمثيل الضوئي والتنفس والنمو والتطور, وهي تشمل: الكربوهيدرات, الدهون, البروتينات (Vermerris ., 2006).

1.1.1. الكربوهيدرات Carbohydrates

هي مركبات عضوية تقوم النباتات بتصنيعها إنطلاقا من ثاني أكسيد الكربون (CO_2) و H_2O عن طريق التقاط الطاقة من الضوء في عملية التركيب الضوئي (Photosynthesis) , كما أن الكربوهيدرات هي المصدر الرئيسي للطاقة. تتكون الكربوهيدرات من الكربون, الهيدروجين والأكسجين ويتم تعريفهما على أنهما مشتقات ألدهيدية أو كيتونية عديدة الهيدروكسيل (polyhydroxy-aldehydesأوpolyhydroxy-ketones).

تصنف الكربوهيدرات إعتمادًا على مدى تعقيدها, حيث تضم السكريات الأحادية وتسمى أيضا السكريات البسيطة (Monosaccharides), السكريات قليلة التعدد (Oligosaccharides) أو السكريات المتعددة (Polysaccharides) (Blanco et Blanco .,2017).

1.1.1.1. دور الكربوهيدرات

- مخزن كبير للطاقة الكيميائية والتي تتحرر منها خلال عملية الهدم لتستخدم في العمليات الحيوية المختلفة.
- مصدر للكربون في عملية تكوين المركبات العضوية الأخرى.
- تستخدم كعناصر تركيبية للخلايا والأنسجة (Weymouth-Wilson .,1997) .

2.1.1. الدهون Lipids

هي مركبات عضوية غير متجانسة ذات جزيئات بيولوجية كبيرة تتكون من ذرات (C,H,O) جميعها غير قابلة للذوبان في الماء وتذوب في المذيبات الغير قطبية مثل الإيثر, والكلوروفورم, والبنزين (Gerhenson et Croteau, 1991).

تتكون الدهون من أسترات ناتجة من إرتباط أحماض دهنية بكحول, تتميز بوجود جزيء واحد على الأقل من الأحماض الدهنية أو السلسلة الدهنية (Cornely et Pratt .,2019) تصنف الدهون حسب تركيبها الكيميائي إلى دهون بسيطة, دهون مشتقة, دهون معقدة.

1.2.1.1. دور الدهون

- تشكل مصدرا مركزا للطاقة أي أنها تعطي أكثر من ضعف الطاقة التي يعطيها البروتين أو الكربوهيدرات.

تزود الجسم بالأحماض الدهنية الأساسية التي لايستطيع الجسم صنعها والهامة لنمو الأطفال والتطور العقلي لهم والهامة أيضا للبشرة.

- تزود الجسم بالفيتامينات الذائبة في الدهون (A, D, E, K).
- تشكل مصدر للفسفور من خلال الفوسفولبيدات.
- وجودها تحت الجلد يشكل عازل من تأثيرات الطقس كما تحمي الأعضاء الداخلية كالقلب والكلية (Welte et Gould.,2017; Beilstein et al.,2016) .

3.1.1. البروتينات Proteins

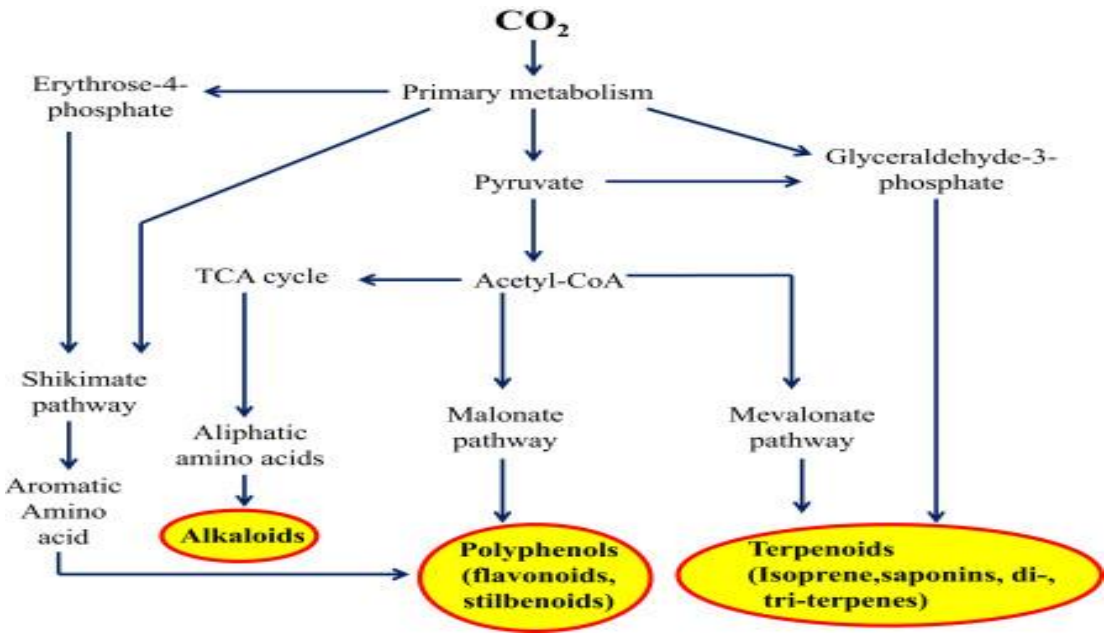
البروتينات هي جزيئات حيوية تتكون من تسلسل من الأحماض الأمينية المرتبطة ببعضها البعض بواسطة روابط بيبتيدية. البروتينات هي واحدة من الجزيئات الحيوية الرئيسية إضافة الى الكربوهيدرات والدهون والأحماض النووية. تشمل مكونات البروتينات الكربون والهيدروجين والأكسجين والكبريت والنيتروجين وأحيانًا الفوسفور. تختلف البروتينات عن بعضها البعض من خلال تكوين وتسلسل الأحماض الأمينية والموقع والوظيفة. يتم تركيب البروتينات عبر مرحلتي الإستنساخ والترجمة حيث يتم تحديد الأحماض الأمينية في البروتين من خلال تسلسل النيوكليوتيدات للترميز الجيني لها. غالبًا ما يحدد تسلسل الأحماض الأمينية التكوين ثلاثي الأبعاد للبروتين, وهذا بدوره يحدد نشاط ووظيفة البروتين. للبروتينات وظائف مختلفة بعضها عبارة عن مواد هيكلية (مثل الكيراتين) بينما يعمل البعض الآخر كأنزيمات. تشمل الوظائف الأخرى النقل (مثل الهيموجلوبين) والمناعة (مثل الأجسام المضادة) والتنظيم (Blanco et Blanco .,2017) .

1.3.1.1. دور البروتينات

- تدخل البروتينات في تكوين إنزيمات جسم الإنسان والكائنات الحية الأخرى, والتي بدورها تساعد على القيام بالعمليات الحيوية بالشكل الصحيح.
- بناء الغطاء الخارجي أو الهيكلي لجميع الخلايا الأساسية في الكائنات الحية.
- تلعب البروتينات دوراً كبيراً في نمو الجسم وبناء أنسجته, كما لها دور كبير في المحافظة على صحة الإنسان, حيث إن نقصها يؤدي إلى إصابته بالعديد من المشاكل.
- تدخل في تركيب وتكوين عضلات الجسم, كما وتلعب دوراً كبيراً في المساعدة على حرق السعرات الحرارية الإضافية في الجسم (Heller et al. 2000 ; Kimmel et Sztalryd.,2016).

2.1. مركبات الأيض الثانوي

تقوم جميع الخلايا الحية بتركيب مواد الأيض الأولي والمتمثلة في الكربوهيدرات والأحماض الأمينية والدهون, هذه الجزيئات التي هي الأساس الجزيئي للخلايا يشار إليها بإسم مركبات الأيض الأولي, أيضًا تقوم النباتات بتصنيع جزيئات عضوية أخرى تعرف باسم مركبات الأيض الثانوي وهي عبارة عن مركبات نباتية ذات طبيعة كيميائية (BELLEBCIR, 2008), والتي تعتبر واسعة النوع حيث أنه هناك أكثر من 200000 مركب معروف, تصنّف وفقًا للإنتماء الكيميائي أهمها التربينات, الستيرويدات, قلويدات, المركبات الفينولية, الفلافنويدات, الراتنجات, الزيوت الطيارة (Vermerris، 2006). هذه المركبات قد لا يكون لها دور واضح في النمو والتطور لكن لها أدوارا أخرى عند النبات كمقاومة الإجهادات البيئية المتعددة, الدفاع ضد الحيوانات المفترسة والكائنات الدقيقة المسببة للأمراض (Kansole .,2009), كما تساعد المركبات الفينولية على تصفية الأشعة فوق البنفسجية UV, وتعتبر أصباغ الأزهار ضرورية لعمليات التلقيح (Vermerris، 2006).



الوثيقة (14): طريق تصنيع مركبات الأيض الثانوي (Naik et Pandey .,2019)

1.2.1. التربينات Terpenes

هي الفئة الأكبر والأكثر تنوعًا من المركبات العضوية للنباتات, مع ما يقرب من 15000 بنية جزيئية معروفة (Belbache .,2008). هذا التنوع الكبير يعود الى عدد الوحدات الأساسية التي تتكون منها, أيضًا الى أوضاع التجميع المختلفة. وهي هيدروكربونات يتم تصنيعها أساسا من الأيزوبرين عن طريق تفاعلات التكثيف والدوران (Naik et Pandey .,2019). والصيغة العامة للتربينات هي $n(C_5H_8)$ حيث n عدد وحدات الأيزوبرين (Buchanan et al .,2000).

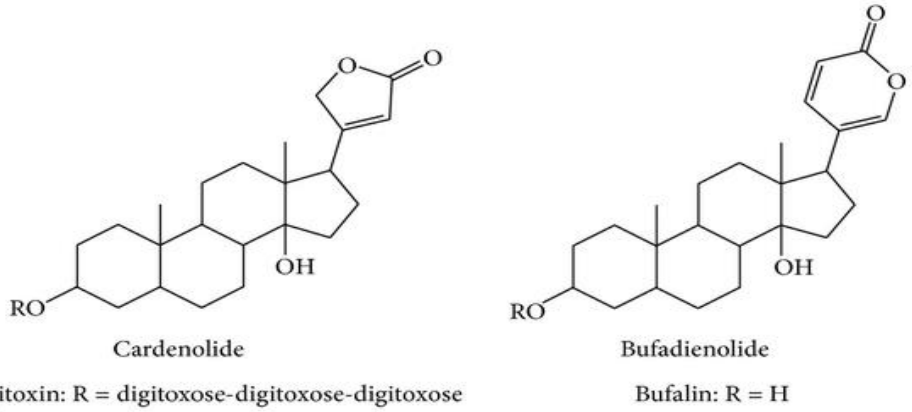
تعد السترويدات من أهم التربينات والتي هي تربينات ثلاثية, رباعية الحلقات, حيث يتم تصنيعها من التربينات الثلاثية اللاحلقية أو سكوالين تحتوى على 30 ذرة كربون (Gerhenson et Croteau, 1991).

الجدول (5): بعض أقسام التربينات (Kanoun., 2011)

عدد ذرات الكربون	اسم التربين	وحدة الايزوبرين
10	تربينات أحادية	2
15	سيسكوتربينات	3
20	التربينات الثنائية	4
25	سيسترتربينات	5
30	التربينات الثلاثية	6
40	التربينات الرباعية	8
أكثر من 40	متعدد التربينات	أكثر من 8

2.2.1. الجليكوسيدات glycosides

جليكوسيدات النبات عبارة عن مركبات أيض ثانوي تتكون من جزء سكري مرتبط بشق غير سكري. والإرتباط بينها يكون بين مجموعة الألدهيد أو كيتون من السكر ومجموعة هيدروكسيل كحولية أو فينولية لـ aglycone. قد تكون طبيعية أو إصطناعية, غير متجانسة. تخزن العديد من النباتات المواد الكيميائية في شكل جليكوسيدات غير نشطة والتي يمكن تنشيطها عن طريق التحلل المائي بالإنزيمات (Brito-Arias .,2007). تمتلك الجليكوزيدات خاصية التحلل عند تعرضها لحمض قوي لتعطي العديد من السكريات إضافة الى جزء غير سكري يسمى aglycone وهو الجزء المسؤول عن القدرة العلاجية. يمكن تصنيف الجليكوزيدات بناءً على مكون الجليكون (الجلوكوزيد أو الفركتوزيد أو الجلوكورونيد), أو الرابطة الجليكوزيدية (α-glycosides أو β-glycosides), أو مكون aglycone (Onaolapo et Onaolapo .,2019).

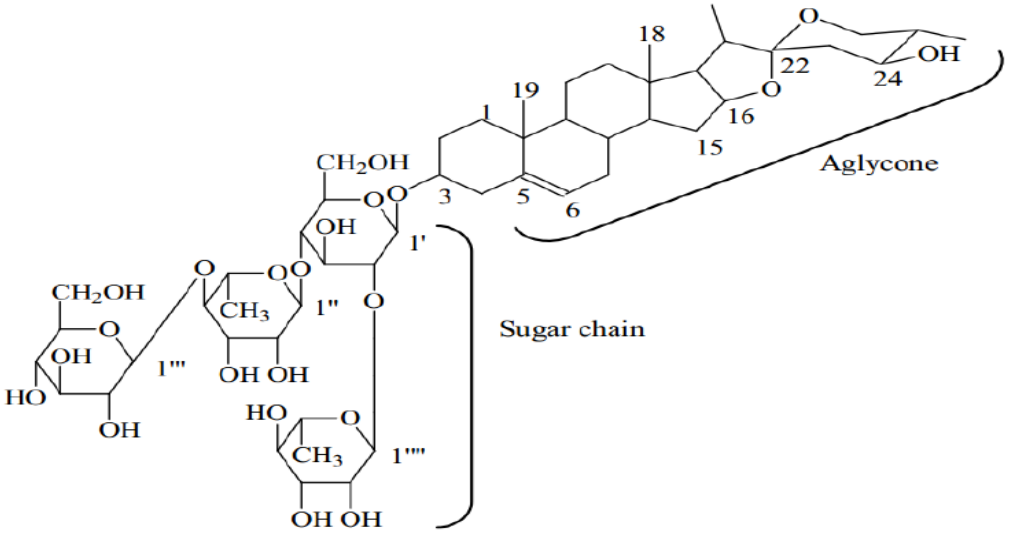


الوثيقة (15): بعض أنواع الغليكوزيدات (غليكوزيدات قلبية) (Calderón-Montaño et al (2014

3.2.1. الصابونينات Saponines

تتواجد مادة الصابونين بشكل طبيعي عند النبات, متنوعة من الناحية الهيكلية والوظيفية. وهي مجموعة معقدة ومتنوعة كيميائيًا وهي عبارة عن تريبينات حقيقية في صورة غليكوزيدية ويتعدد السكر ليصل من إثنين الى عشرة, وعليه الصابونينات تنقسم الى قسمين هما: الصوبونينات ذات نواة ثلاثية التربين (Group of triterpenes) والصابونينات ذات نواة تريبينية إسترويدية (Group of steroids). الجزيئات الكارهة للماء وجزيئات السكر المحبة للماء تمنح الصابونين خاصية amphipathic, كذلك خصائص الرغوة والاستحلاب. تلعب الصابونينات أدوارًا هامة عند النبات, كما تم إستغلالها أيضًا في مجموعة واسعة من التطبيقات التجارية في قطاعات الأغذية ومستحضرات التجميل والأدوية مثلا: تستخدم الصابونينات الموجودة في مستخلصات *Quillaja saponaria* كعوامل رغوة في المشروبات الغازية ومستحضرات التجميل, وكمستحلبات في المستحضرات التي تحتوي على ألوان أو نكهات محبة للدهون, وكمواد حافظة, ولإزالة الكوليسترول الغذائي (Güçlü- Ustündağ et Mazza.,1999 ; San Martín et Briones.,2007) .

تمتلك الصابونينات عدة خصائص علاجية حيث أنها منشّطة للمناعة, خافضة للكولسترول, ومضادة للسرطان, ومضادة للالتهابات, ومضادة للميكروبات, ولها خصائص مضادة للأكسدة (Francis et al .,2002).



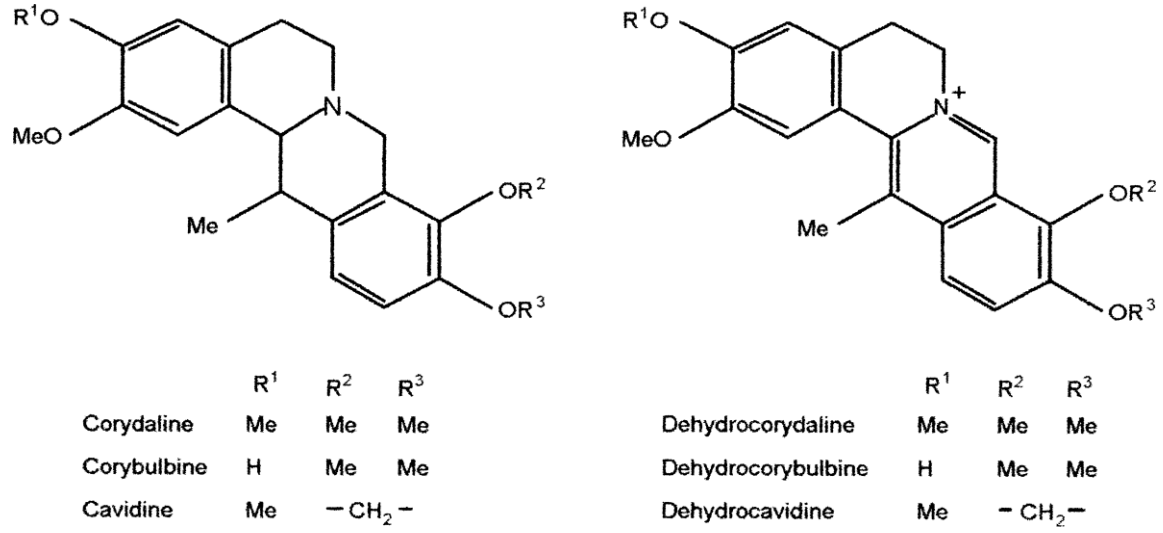
الوثيقة (16): البنية الكيميائية للصابونين (Moghimipour et Handali .,2015)

4.2.1. القلويدات Alkaloid

هي مركبات عضوية متعددة الحلقات تحتوي على النيتروجين (N). تتواجد في أجزاء مختلفة من النباتات مثل: الجذر, الساق, الأوراق, اللحاء, البذور, الزهور, الفاكهة. معظم القلويدات نشطة بيولوجيا. يتم تصنيعها إنطلاقا من الأحماض الأمينية مثل أورنيثين, ليسين, فينيل ألانين, تيروسين, مع أو بدون تخليق قاعدة شيف (Naik et Pandey .,2019) .

ومن الأمثلة أجمالين, الأتروبين, سكوبولامين, هيوسيامين, كولشيسين, كافيين, كودايين, مورفين , نيكوتين, ريزيربين, الكينين, فينبلاستين(Azimova, 2013). دورها الأساسي في النبات هو حماية النبات من مسببات الأمراض والحيوانات العاشبة, كما أن لها دور في تخزين النيتروجين عند النبات (Römer et Fraser .,2005) . تم اكتشاف أكثر من 3000 نوع من القلويات, يمكن تجميعها

في فئات مختلفة مثل بيريدين, كينولين, إندول, الستيرويدات والأيزوكينولين (Naik et Pandey ..,2019)



	R^1	R^2	R^3
Corydaline	Me	Me	Me
Corybulbine	H	Me	Me
Cavidine	Me	$-CH_2-$	

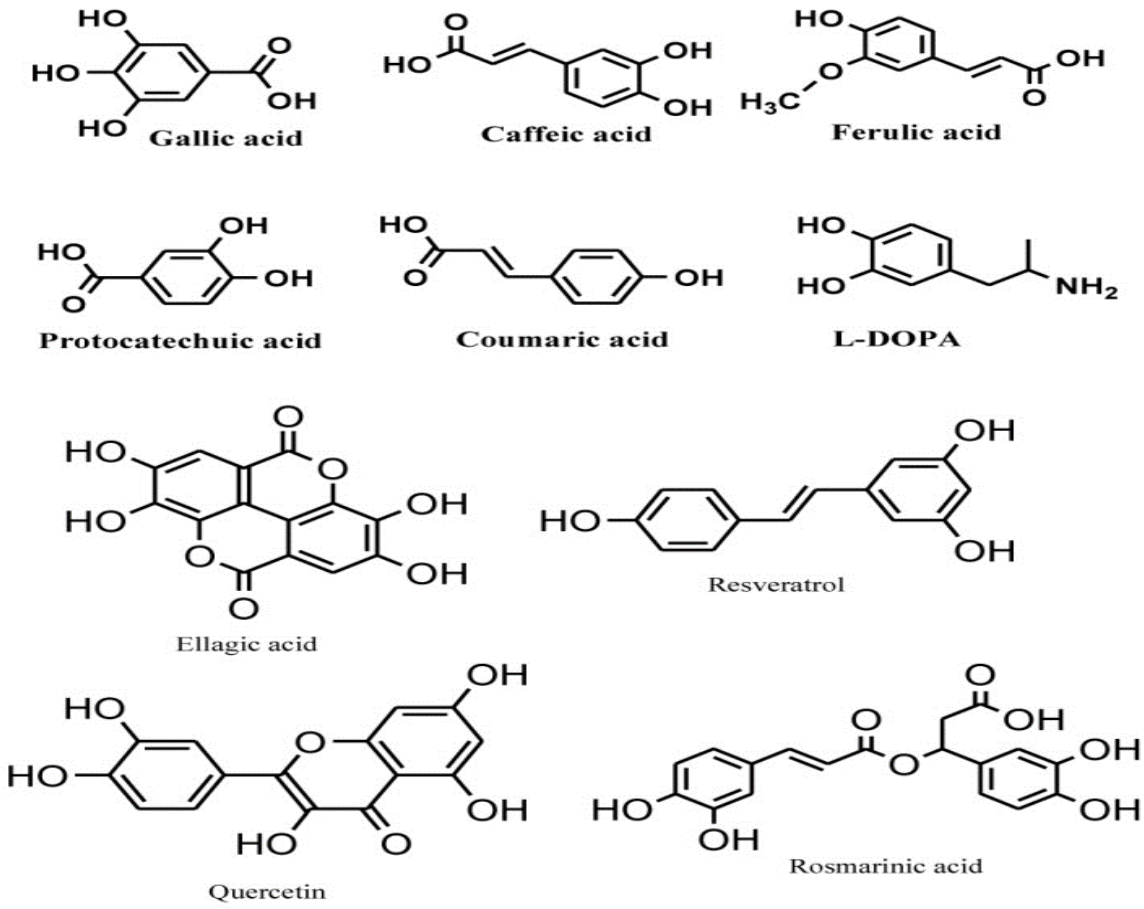
	R^1	R^2	R^3
Dehydrocorydaline	Me	Me	Me
Dehydrocorybulbine	H	Me	Me
Dehydrocavidine	Me	$-CH_2-$	

الوثيقة (17): البنية الكيميائية للقلويدات (Hiraoka et al .,2004)

4.2.1. الفينولات (Polyphénols - phenols)

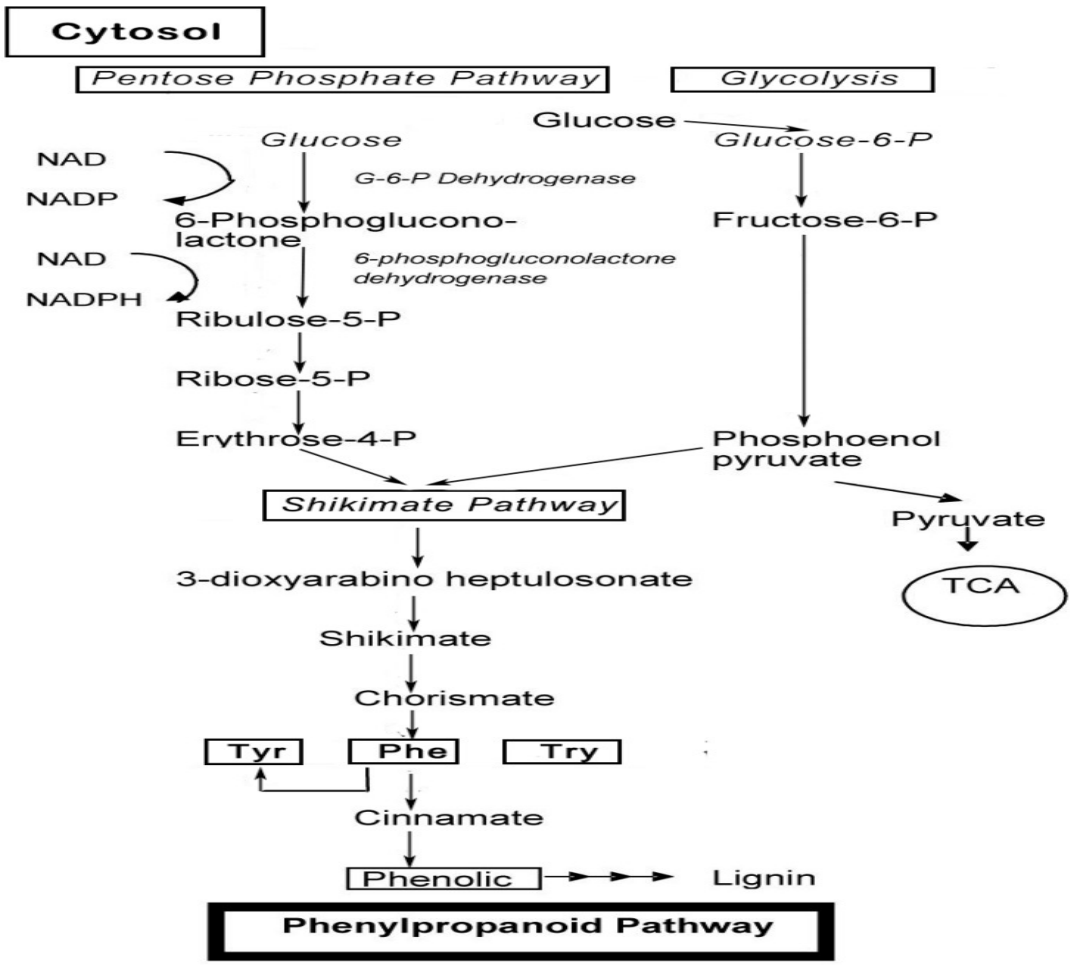
المركبات الفينولية أو عديدات الفينول تعتبر من أكثر المركبات إنتشارا في المملكة النباتية حيث تم التعرف على أكثر من 8000 مركب فينولي (Mompon et al .,1998). تتميز بنيتها الأساسية بوجود حلقة عطرية أو أكثر مرتبطة بعدة مجاميع هيدروكسيل (Lattanzio .,2013).

تتواجد الفينولات بشكل عام مترافقة مع السكريات والأحماض العضوية ووفقًا لعدد وترتيب ذرات الكربون الخاصة بها يمكن تصنيف هذه الجزيئات الى عدة فئات: الأنثوسيانين, الكومارين , الفلافونويد, التانينات,أحماض فينولية, حيث تمثل الفلافونويد المجموعة الأكثر شيوعًا والأكثر إنتشارًا (Cheynier et al 2013). كما يمكن تصنيفها الى حسب درجة تعقيد البنية الكيميائية إلى: مركبات فينولية بسيطة (أحماض فينولية, فلافنويدات) ومركبات فينولية معقدة (التانينات) . (ABEROUMAND & DEOKULE, 2008)



الوثيقة (18): البنيات الكيميائية لبعض المركبات الفينولية المعروفة (Velderrain-Rodríguez et al .,2014)

تنشأ الفينولات عن طريق مسارين إما من مسار شيكيمات / فينيل بروبانويد, أو مسار أسيتات / مالونات, تؤدي عديدات الفينول مجموعة واسعة جدًا من الأدوار الفسيولوجية في النباتات (Lattanzio .,2013).

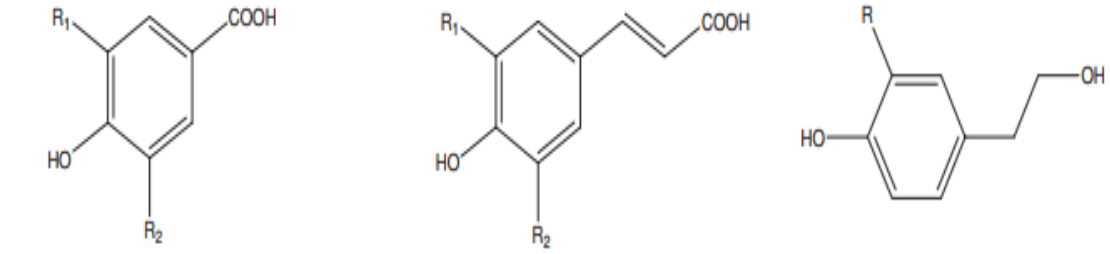


الوثيقة (19): التصنيع الحيوي للمركبات الفينولية (Lin et al .,2014)

1.4.2.1. الأحماض الفينولية Phenolic Acids

توجد أحماض الفينول بكثرة في الأطعمة ويمكن تقسيمها إلى فئتان رئيسيتان هي: مشتقات حمض الهيدروكسي بنزويك ومشتقات حمض الهيدروكسيسينامیك. تشمل أحماض الهيدروكسي بينزويك, حمض الغاليك, وأحماض بروتوكاتيكويك, والتي لها بنية مشتركة C6-C1 (Ozcan et al., 2014). أما مشتقات هيدروكسي سينامیك فهي مركبات عطرية ذات سلسلة جانبية ثلاثية الكربون(C6-C3), والتي تشمل أحماض الكافيك, والفيروليك, والسينابيك والكوماريك. تعتبر أحماض الهيدروكسي سينامیك أكثر شيوعًا من أحماض هيدروكسي بنزويك, وقد أُقترح أن تكون

فئة رئيسية في الفينول (Balasundram et al., 2006; Gonthier et al., 2006; Pandey and Rizvi, 2009; Ozcan et al., 2014)

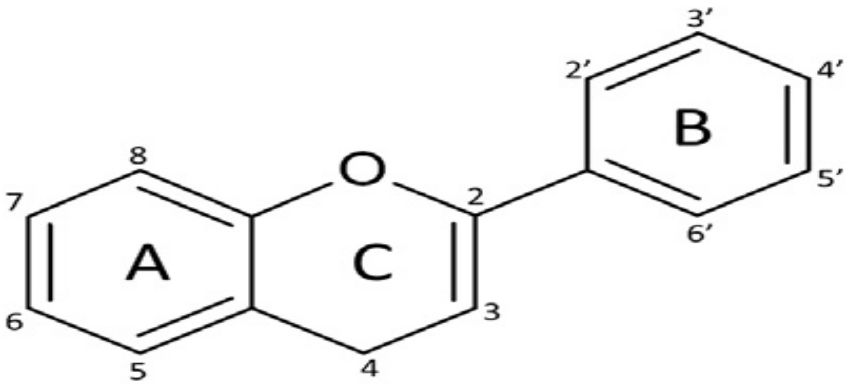


الوثيقة (20): بعض الأحماض الفينولية Phenolic Acids (Huang et al .,2009)

2.4.2.1. الفلافونيدات Flavonoids

أشتق إسمها من الكلمة اللاتينية flavus التي تعني اللون الأصفر والفلافونيدات مركبات الفلافونويدات منخفضة الوزن الجزيئي, (Ozcan et al., 2014). تمثل الفلافونيدات قسم مهم من الميتابوليزم الثانوي للنبات, وهي عبارة عن صبغات نباتية تنتشر في أجزاء النبات المختلفة. عموماً هي مركبات ملونة وهي المسؤولة عن لون الإزهار والثمار والأوراق في النبات, توجد في معظم الأصناف النباتية بالأخص الراقية منها (Sarker, Nahar., 2007). هيكلها الأساسي بسيط نسبيا فهي تتكون من 15 ذرة كربون موزعة على ثلاث حلقات من الشكل: C3-C6- C6 , حلقتين عطريتين A و B متصلتين بسلسلة من 3 ذرات كربون تسمى الحلقة C كما هو موضح في الوثيقة (21). وفقًا لعدد جزيئات الهيدروكسيل ووجود رابطة C2-C3 المزدوجة في حلقة البيرون غير المتجانسة, يمكن تقسيم مركبات الفلافونويد إلى 13 فئة أهمها: Flavones, Flavanones, Flavanoles, Flavonles, Isoflavones, Anthocyanins. (Sánchez-Moreno .,2002)

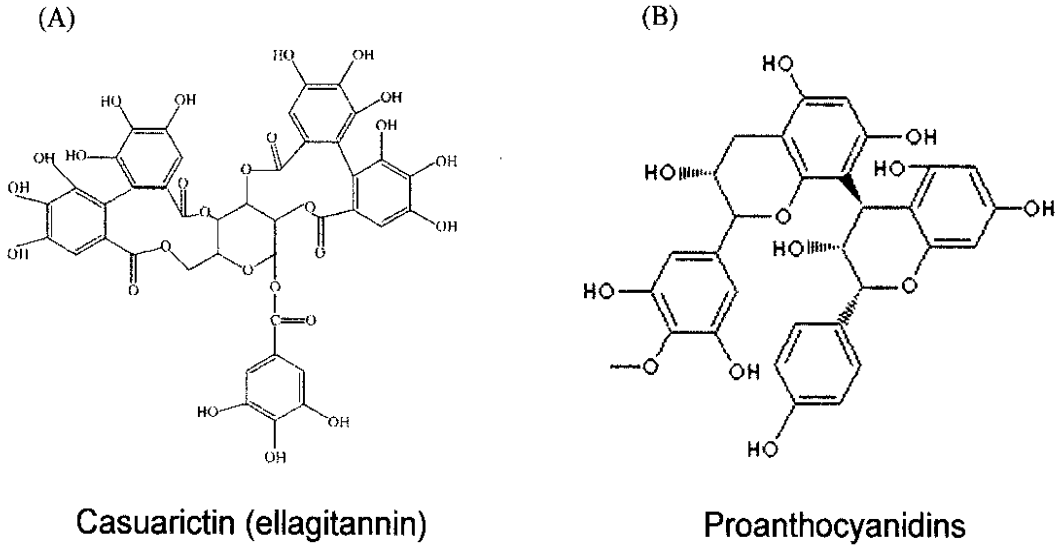
زاد الاهتمام في السنوات الأخيرة بالمركبات الفلافونويدية بحيث بينت نتائج أبحاث مكثفة في ميدان الطب والبيولوجيا فعاليتها المضادة للسرطان, المضادة للحساسية, المضادة للفيروسات والبكتيريا والمضادة للأكسدة (Spencer et al., 2008; Marzocchella et al., 2011).



الوثيقة (21): البنية الكيميائية الأساسية للفلافنويدات (Eid et al ,.2017)

3.4.2.1. التانينات Tannins

التانينات عبارة عن مركبات فينولية ذات وزن جزيئي يتراوح بين (500 - 3000 Da) (Sánchez-Moreno ,.2002 ; Krzyzowska et al ,.2017). وهي عبارة عن تكاثف لوحدات فلافنويدية, يمكنها ترسيب القلويدات والجيلاتين والبروتينات وهذا ما يمنحها خاصية تحويل جلود الحيوانات الطرية إلى جلود غير قابلة للتعفن, قليلة النفاذية (Bate-Smith et Swein ,.1962). يمكن تصنيفها إلى مجموعتين رئيسيتين: التانينات القابلة للتحلل بالماء Hydrolysables (gallo- and ellagi-tannins) والتانينات المكثفة Tannins Condensés (proanthocyanidins) (Chung et al ,.1998 ; Porter ,.1989). هناك مجموعة ثالثة من التانينات هي الفلوروتانينات والتي توجد فقط في الأعشاب البحرية البنية ولا يستهلكها البشر بشكل شائع (Ragan et Glombitza ,.1986). تتواجد التانينات في العديد من النباتات الطبية والفواكه والبذور وغيرها حيث أن لها قدرة علاجية هامة إذ تعتبر من أبرز مضادات الأكسدة الطبيعية كما بينت الدراسات أن للتانينات قدرة لعلاج الأورام السرطانية (Huh et al ,.2008).



الوثيقة (22): التركيب الكيميائي لنوعي التانينات (القابلة للتحلل بالماء و المكثفة) (Giada ,.2013)

الجزء التطبيقي

الفصل الأول: المواد

وطرق العمل

:

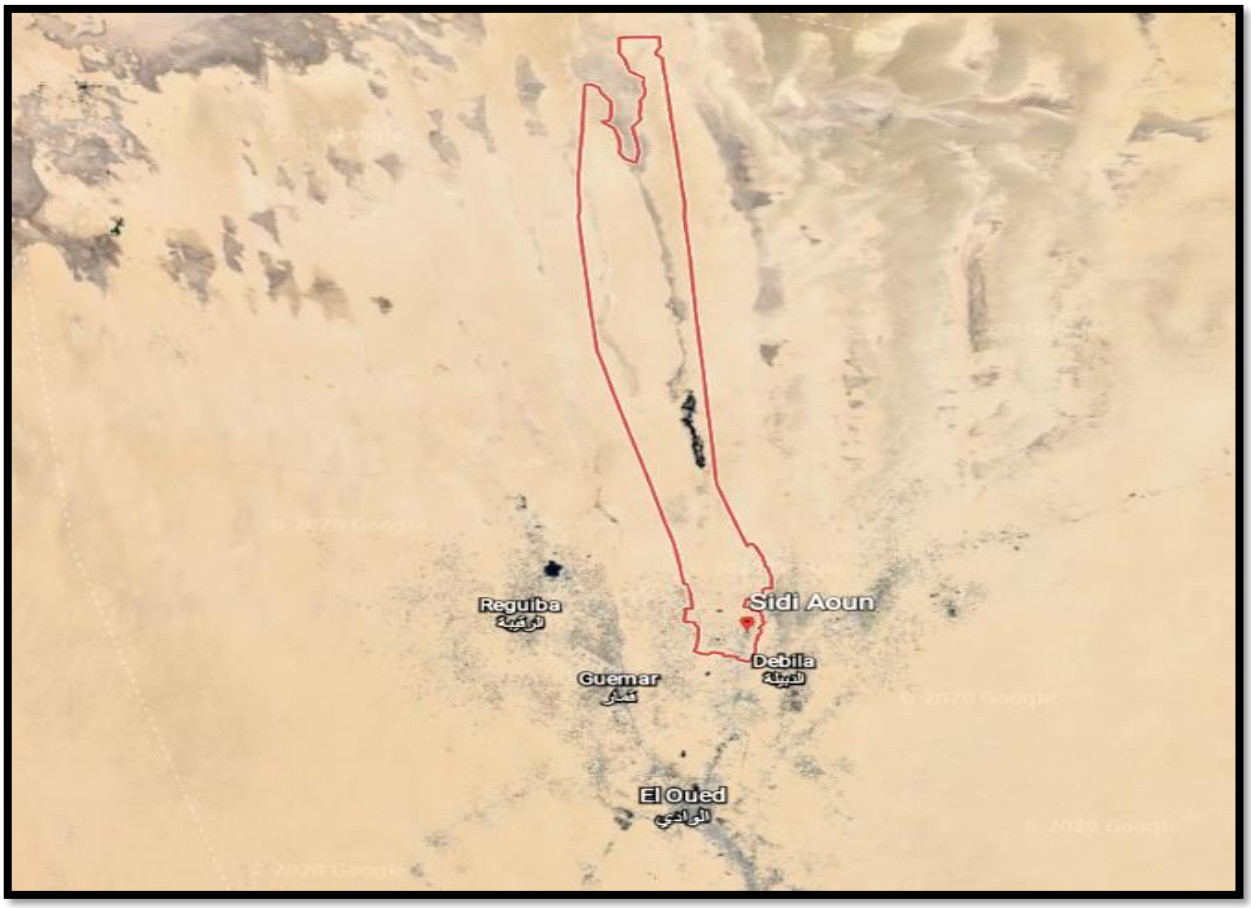
1. في الميدان

1.1. الموقع الجغرافي لمنطقة واد سوف

تقع منطقة واد سوف في الجنوب الشرقي من القطر الجزائري بالعرق الشرقي من الصحراء الكبرى, و تمتد اراضيها بين خطي عرض 31°– 34° شمالا و بين خطي طول 6° – 8° شرقا و تبلغ مساحتها 82.800 كلم² (ضيف .., 2014).

تنتهي حدود واد سوف الشمالية عند منطقة الخطوط المالحة (شط ملغيغ وشط مروان), و الجنوبية بالكثبان الرملية الحمراء لولاية ورقلة, أما الحدود الشرقية فتصل إلى مناطق الشطوط المالحة لتونس (شط الجريد وشيط الغرسة), أما غربا فتنتهي عند الأراضي المنبسطة لمنطقة وادي ريغ و منطقة تقرت (NADJAH ., 1971). كما تتميز المنطقة بمظهر الكثبان الرملية التي تغطي ثلاثة أرباع المساحة الإجمالية, تتخللها المنخفضات والأودية, كما تعد سوف أخفض نقطة في العرق الشرقي الكبير (بن موسى .,2006).

يسود منطقة واد سوف مناخ جاف يتميز بدرجة حرارة عالية في فصل الصيف ومنخفضة في فصل الشتاء كما أن درجة الرطوبة الجوية ونسبة تساقط الأمطار في سوف ضعيفة (شويخ وآخرون .,2007) ولا تتعدى 100 مم في السنة ومن أهم مميزات الأمطار في المنطقة توزعها الغير منتظم خلال العام (حليس، 2007).



الوثيقة (23): صورة لولاية واد سوف مع موقع جمع عينات الكينوا (Google Earth .,2020)

2.1. المادة النباتية

تم الحصول على بذور ثلاثة أصناف من نبات الكينوا *Chenopodium quinoa* Willd في شهر ديسمبر 2019 من مزرعة تقع في بلدية سيدي عون شمال ولاية الوادي على بعد 22 كلم من مقر الولاية. عُرفت العينات النباتية بمخبر علم النبات, بكلية علوم الطبيعة والحياة, جامعة الوادي. حيث تم تجفيفها في مكان جاف ومظلم مزود بتهوية. بعد عملية التجفيف تم طحن بذور النباتات جزئيا بواسطة ألة الطحن الكهربائية للحصول على مسحوق نباتي لتحضير المستخلصات النباتية.

2. في المخبر

1.2. المواد والأجهزة المستعملة

الجدول (6): الأدوات والأجهزة المستعملة في العمل المخبري

الأدوات	المحاليل والمواد	الأجهزة
تقدير القيمة الغذائية		
تحضير المستخلصات		
بيشر ملعقة spatule حامل أنابيب أنابيب مغلقة أنبوب اختبار مدرج أنابيب جهاز الطرد المركزي Micropipette	ماء مقطر (20%) TCA Ether Chloroforme NaOH	جهاز الرج المغناطيسي ميزان حساس جهاز الطرد المركزي Centrefégueuse
تقدير الكربوهيدرات		
أنابيب اختبار زجاجية حامل أنابيب اختبار ملعقة spatule بيشر becher Des cuves Micropipette	مستخلصات نباتية غلوكوز حمض الكبريت المركز فينول (5%) ماء مقطر حمض الغاليك	جهاز المطيافية الضوئية (Spectrophotomètres)
تقدير الدهون		

أنابيب اختبار زجاجية حامل أنابيب اختبار ملعقة spatule Micropipette بيشر becher	مستخلصات نباتية زيت الصوجا ماء مقطر Vanilline حمض الفوسفوريك (85%) حمض الكبريت المركز ether / chloroforme	ميزان حساس جهاز المطيافية الضوئية (Spectrophotomètres) جهاز الرج المغناطيسي
تقدير البروتين		
أنابيب اختبار زجاجية حامل أنابيب اختبار بيشر Becher Micropipette ملعقة Spatule أنبوب اختبار مدرج Des cuves	مستخلصات نباتية كربونات الصوديوم (2%) هيدروكسيد الصوديوم (0.1N) NaOH كبريتات النحاس (0.5%) $CuSO_4$ تيرات الصوديوم–بوتاسيوم (0.1%)$KNaC_4H_4O_6$ 4H2O Folin-Ciocalteau بروتين البومين مصل البقر (BSA) ماء مقطر	ميزان حساس جهاز المطيافية الضوئية (Spectrophotomètres)
تقدير المحتوى من عديدات الفينولي		
تحضير المستخلصات		

بيشر Becher ملعقة Spatule ورق ترشيح Des cuves أنبوب اختبار مدرج	المادة النباتية (بذور كينوا مطحونة جزئيا) Hexane Méthanol Acétate d' Ethyl	ميزان حساس جهاز Soxhlet جهاز التبخير الدوراني Rotavapor حاضنة
تقدير الفينولات الكلية		
أنابيب اختبار زجاجية حامل أنابيب اختبار Micropipette بيشر Becher ملعقة Spatule ورق المينيوم أنبوب اختبار مدرج Des cuves	مستخلصات نباتية Methanol Folin-Ciocalteau كربونات الصوديوم (7.5%) Na_2OH حمض الغاليك ماء مقطر	ميزان حساس جهاز الرج المغناطيسي جهاز المطيافية الضوئية (Spectrophotomètres)
تقدير الفعالية البيولوجية		
تقدير الفعالية المضادة للأكسدة		
أنابيب اختبار زجاجية حامل أنابيب اختبار Micropipette بيشر Becher ملعقة Spatule ورق المينيوم أنبوب اختبار مدرج Des cuves	مستخلصات نباتية DPPH• Méthanol Acide Ascorbique	ميزان حساس جهاز الرج المغناطيسي جهاز المطيافية الضوئية (Spectrophotomètres

2.2. الطرق المتبعة

1.2. تقدير القيمة الغذائية لبذور نبات الكينوا

1.2.2. تحضير المستخلصات النباتية

تم إستخلاص مواد الأيض الأولي حسب طريقة (shibko et al ., 1966) الموصوفة من طرف (Beldi , 2007 ; Amira .2013) وذلك باتباع الخطوات التالية:

- أخذ 0.25 g من مسحوق بذور نبات الكينوا ووضعها في بيشر.
- اضافة 2.5 ml من (20%) d' acide trichloracetiques (TCA) ثم الخلط بجهاز الرج المغناطيسي لمدة 5 د ثم وضعها في أنابيب زجاجية.
- فصل الخليط بجهاز الطرد المركزي لمدة 10 د وبسرعة 3000 دورة /د للحصول على الطافي I الذي يستعمل لتقدير الكربوهيدرات.
- إضافة 1 ml من محلول ether / chloroforme (1 / 1) للراسب I.
- فصل الخليط مرة ثانية بجهاز الطرد المركزي لمدة 10 د ويسرعة 3000 دورة/ د للحصول على الطافي II الذي يقدر به الدهون.
- إضافة 1 ml من محلول هيدروكسيد الصوديوم NaOH (0.1N) للراسب II ويرج الخليط ثم يقدر به البروتين.

الوثيقة (24): مخطط يوضح أهم خطوات لإستخلاص الكربوهيدرات, البروتين و الدهون(Beldi .,2007 ;Amira ., 2010)

2.1.2.2. التقدير الكمي للكربوهيدرات

تم تقدير الكربوهيدرات وفق طريقة (DUBOIS et al., 1956) , الموصفة من طرف (بن جامع ,.2008) وذلك باتباع الخطوات التالية :

- **تحضير المحلول القياسي للغلوكوز**

وذلك بإذابة 5 mg من الغلوكوز في 5 ml من حمض الكبريت (1N) للحصول على محلول ذو تركيز 1000 µg/ml, ومنه تم تحضير سلسلة المحلول القياسي بتراكيز µg/ml (25, 100, 200)

- **الخطوات العملية للتقدير**

- وضع 1 ml من سلسلة المحلول القياسي المحضرة وكذا مستخلص العينات (الطافي I) قي أنابيب زجاجية.
- إضافة 1 ml من الفينول (5%) ثم 5 ml من حمض الكبريت المركز.
- رج وترك العينات لمدة 15 دقيقة.
- قراءة شدة الإمتصاصية الضوئية عند طول موجة 490 نانومتر بواسطة جهاز المطيافية الضوئية.
- رسم المنحنى القياسي بإستعمال نتائج قراءة المحاليل القياسية التي تحدد تركيز الكربوهيدرات في كل عينة بالـ mg/g ثم بالنسبة المئوية والموضح في الوثيقة (1) (الملحق 1).

3.1.2.2. التقدير الكمي للبروتين

تم تقدير البروتين وفق طريقة Lowry et al. (1951) الموصوفة من طرف Prabhu et (Krishmaszamy ., 2012) وذلك تبعا للخطوات التالية :

❖ **تحضير المحاليل**

المحلول(أ) : تم تحضيره بمزج 50 ml من كربونات الصوديوم Na_2CO_3 (2%) مع 50 ml من هيدروكسيد الصويوم NaOH (0.1).

المحلول (ب) : يتم تحضيره بمزج 1ml من محلول كبريتات النحاس $CuSO_4$ (0.5%) من 1ml من محلول تيترات الصوديوم–بوتاسيوم $KNaC_4H_4.O_64H_2O$ (0.1%).

المحلول (ج) : يتم تحضيره بإماهة محلول Folin-Ciocalteau المركز بنسبة (1V/1V).

المحلول (د) : يحضر كاشف كبريتات النحاس القاعدي بمزج 50 ml من المحلول(أ) مع 1 ml من المحلول (ب).

❖ **تحضير المنحنى القياسي للبروتين**

إذابة 3 mg من بروتين مصل البقر (BSA) في 3ml من هيدروكسيد الصوديوم NaOH (0.5N) للحصول على محلول ذو تركيز 1000 µg/ml , ومنه تم تحضير سلسلة المحلول القياسي ذو التراكيز µg/ml (1000,800,600,400,100).

❖ **الخطوات العملية للتقدير**

- وضع 0.2 ml من سلسلة المحلول القياسي المحضرة وكذلك من المستخلص البروتيني للعينات في أنابيب إختبار زجاجية.
- إضافة 2 ml من المحلول (د).
- إضافة 2 ml من المحلول (ج).
- تترك في الضلام لمدة 30 دقيقة بدرجة حرارة المخبر.
- قراءة شدة الامتصاصية الضوئية عن طول موجة 750 نانومتر بواسطة جهاز المطيافية الضوئية.

- رسم المنحنى القياسي الموضح في الوثيقة (02) (الملحق 1). بإستغلال نتائج قراءة المحاليل القياسية للبروتين يحدد تركيز البروتين في كل عينة بـ mg/g من المادة الجافة ثم بالنسبة المئوية.

3.1.2.2. التقدير الكمي للدهون

تم تقدير الدهون وفق طريقة Goldsworthy et al . (1972) الموصوفة من طرف (BELDI., 2007) وذلك بإتباع الخطوات التالية :

❖ **تحضير المحلول القياسي**

إذابة 2.5 mg من الزيت (100% صوجا) في 1ml من محلول ether/chloroforme (1V/1V) للحصول على محلول ذو التراكيز µg/ml (2500,2000,1500,1000) .

❖ **تحضير المحلول الكاشف Sulfophosphvanillinique**

إذابة 30.4 mg من vanilline في 4.4 ماء مقطر ثم إضافة 39 ml من حمض الفوسفوريك H_3PO (85%) للحصول على حجم 50 ml .

❖ **الخطوات العملية للتقدير**

- وضع 0.1ml من سلسلة المحلول القياسي وكذا من مستخلص العينات (الطافي II) في أنابيب إختبار زجاجية.
- إضافة 0.1ml من حمض الكبريت المركز.
- رج الأنابيب ثم تترك لمدة 10 د في حمام مائي عند 100 م°.
- بعد أن تبرد الأنابيب نأخذ منها 0.15 ml ونضعها في أنابيب أخرى.
- إضافة 1.5 ml من الكاشف المحضر (Sulfophosphvanillinique) .
- خلط الأنابيب في الظلام لمدة 30 د.

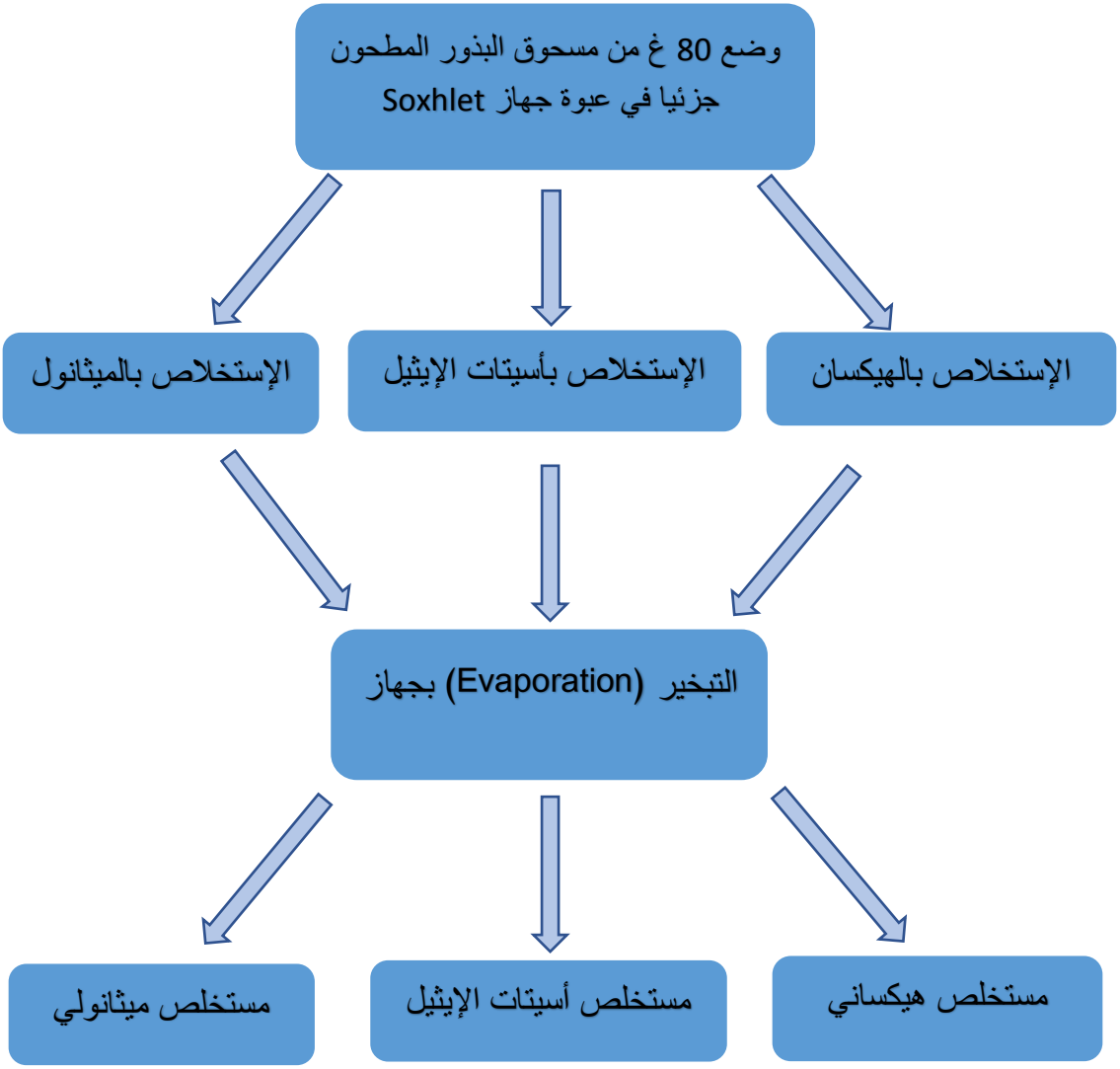
- حيث في وجود الدهون يتحول لون المحلول الى اللون الوردي.
- قراءة شدة الإمتصاصية عند طول موجة 530 نانومتربواسطة جهاز المطيافية الضوئية.
- رسم المنحنى القياسي بإستغلال نتائج قراءة المحاليل القياسية التي تحدد تركيز الدهون في كل عينة بـ mg/g من المادة الجافة ثم بالنسبة المئوية والموضح في الوثيقة (3) (الملحق1).

2.2.2. التقدير الكمي لعديدات الفينول

1.2.2.2. تحضير المستخلصات النباتية

تمت عملية الإستخلاص بواسطة جهاز soxhlet باستعمال ثلاثة مذيبات عضوية إعتمادا على خاصية التدرج في القطبية. حيث تم وضع g 80 من المادة النباتية (مسحوق البذور) في عبوة (cartouche), ثم إدخال العبوة في الجهاز, من ثم إيصاله بحوجلة كروية بها تحتوي 300 ml من واحد من المذيبات في كل مرة على الترتيب التالي **الهيكسان**, **أسيتات الإيثيل** ثم **الميثانول**. يوضع الجهاز فوق مسخن حراري, حيث تضبط درجة الحرارة على حسب درجة غليان المذيب ثم يترك الجهاز يعمل لحوالي 5 الى 6 دورات.

بعد عملية الاستخلاص تعرض المستخلصات للتبخير بجهاز التبخير الدوراني (Rotavapor) على درجة حرارة °60. توضع المستخلصات الخام المتحصل عليها في قارورات خاصة وفق درجة حرارة مناسبة الى موعد القيام بالتجربة.



الوثيقة (25): مخطط يوضح خطوات الاستخلاص لبذور الكينوا بإستعمال جهاز Soxhlet

3.2.2.2. حساب مردود الإستخلاص

مردود الاستخلاص يعطى بالعلاقة, وزن المستخلص الخام بعد عملية التبخير بجهاز التبخير الدوراني قسمة وزن المادة النباتية الأولية المستعملة في عملية الاستخلاص (Maulida et al ., 2015).

المردود = (كتلة المستخلص الخام / كتلة المادة الابتدائية) ×100

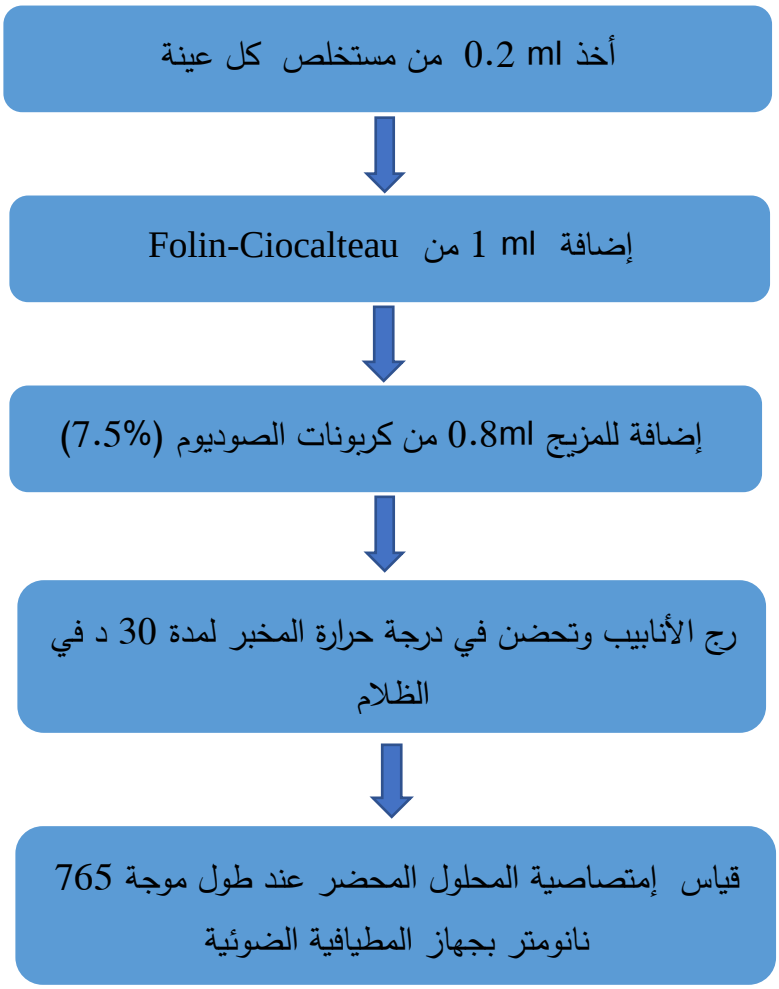
4.2.2.2. التقدير الكمي لعديدات الفينول

تم تقدير كمية عديدات الفينول وفق طريقة (1965). Singleton and Rossi, باستخدام كاشف Folin-Ciocalteau, حيث تعتمد هذه الطريقة على إرجاع مكونات الكاشف بواسطة المركبات الفينولية, وذلك بمنحها كيتون أو كينون الى أكاسيد التنغستين (W_8O_{23}) والمولبيدان (Mo_8O_3) المميزة باللون الأزرق (DIF et al., 2015).

حسب LI et al. (2017) تتم العملية بمزج 0.2 ml من تراكيز مختلفة من المستخلصات المذابة في الماء 1 ml من Folin-Ciocalteau المخفف 10 مرات, ثم إضافة للمزيج 0.8 ml من كربونات الصوديوم (7.5%) وترج الأنابيب وتحضن في درجة حرارة المخبر لمدة 30 د في الظلام ,تقاس إمتصاصية المحلول المحضر عند طول موجة 765 نانومتر بجهاز المطيافية الضوئية.

تحضر محاليل في الميثانول من تراكيز متزايدة من حمض الغاليك mg/ml(0.12-0.02) لأجل التقدير الكمي لعديدات الفينول في كل مستخلص.

يستعمل حمض الغاليك (Gallic acid) كمقياس, ويتم التعبير عن النتائج بعدد الميلغرامات المكافئة لحمض الغاليك لكل غرام من وزن المستخلص.



الوثيقة (26): مخطط يوضح خطوات التقدير الكمي لعديدات الفينول وفق طريقة Singleton and Rossi.(1965)

3.2.2. تقدير الفعالية البيولوجية

1.3.2.2. تقدير الفعالية المضادة للأكسدة

لغرض تقدير الفعل التثبيطي المضاد للأكسدة للمستخلصات النباتية, تم استعمال إختبار تثبيط الجذر الحر DPPH• من أكثر الطرق إستعمالا في تقدير التأثير الإزاحي المضادة للتاكسد مخبريا IN VITRO.

1.1.3.2.2. إختبار تثبيط الجذر الحر DPPH•

يعتمد هذا الاختبار على قدرة المستخلص النباتي أو مركب ما في تثبيط الجذر الحر DPPH• (2,2 - Diphenyl - 1-picrylhydrazil) (KHALAF et al ., 2008), وذلك اعتمادا على قابليتها في إعطاء ذرة أو ذرات هيدروجين, حيث يعرف جذر DPPH• على أنه مركب صلب ذو لون بنفسجي مسود وكتلة مولية تقدر بـ 394.33 مول(MOLYNEUX .,2004) , يتحول لونيا إثر إرجاعه بواسطة مضادات الأكسدة (أي المستخلص النباتي) (DPPH - H) إلى لون أصفر, ويمكن تتبع ذلك لونيا بواسطة جهاز المطيافية الضوئية 517 نانومتر (REBAI et al., 2015) . من تقدير معدل انخفاض الامتصاصية المعبر على قدرة وكفاءة المستخلص من تثبيط الجذر (BENTABET et al ., 2014).

❖ **طريقة العمل:**

حسب (BRAND et al . 1995) يوخذ 1ml من تراكيز مختلفة من المستخلصات المذابة في الميثانول ويضاف اليه1ml من محلول DPPH• ذو التركيز 0.1 MeOH 100ml / 4mg) (Mm, وتحضن الأنابيب في الظلام لمدة 15 د, يتم قياس الامتصاصية على طول موجة 517 نانومتر بجهاز المطيافية الضوئية, يستعمل حمض الاسكوربيك كمركب مرجعي لتثبيط الجذر الحر ذو تراكيز (0.12 -0.01 mg/ml) وذلك لغرض المقارنة بينه وبين المستخلات النباتية.

تحدد القدرة المضادة للأكسدة لمستخلص ما بتحديد معامل IC_{50} , الذي يعرف على أنه مقدار تركيز المستخلص (المضاد للأكسدة) اللازم لتثبيط 50 % من جذر DPPH• ويحسب من خلال المعادلة الخطية لمنحنيات تغير نسبة التثبيط I % بدلالة التركيز, حيث تقدر نسبة التثبيط حسب CHAOUICHE et al .(2013) بالعلاقة التالية:

$$I\ \% = [(Ac - As)/As] \times 100$$

4.2.2. الدراسة الإحصائية

تم إختبار النتائج المتحصل عليها بإستعمال تحليل التباين الأحادي ANOVA لتحديد إمكانية وجود الفروق الإحصائية عند ($P<0.05$) بين الأصناف في كل إختبار, متبوعا بإختبار الفروق البعدية ليشيفيه لتحديد أسباب الفروق .

كما تم الإعتماد على إختبار الارتباط الخطي Coefficient Pearson Correlation لتحديد معاملات الإرتباط (R) وإتجاه العلاقة الإرتباطية التي تجمع بين المتغيرات المدروسة .

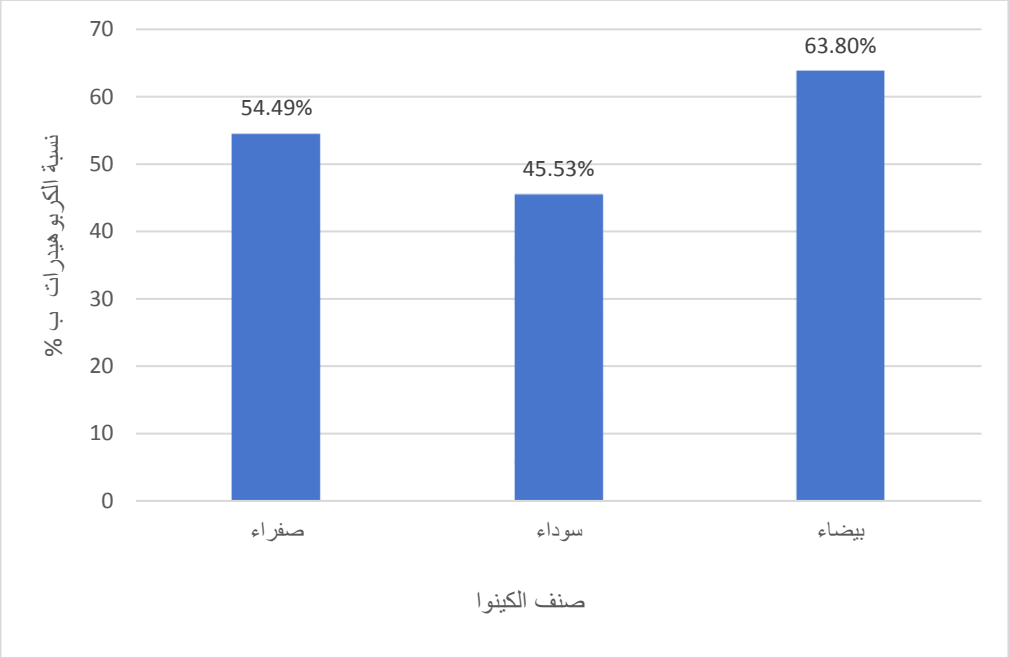
الفصل الثاني: النتائج والمناقشة

1. النتائج

1.1. تقدير القيمة الغذائية

1.1.1. المحتوى الكمي للكربوهيدرات

تم تقدير المحتوى الكمي للكربوهيدرات الكلية وفق طريقة DUBOIS et al .(1956) والتي تعتبر الأكثر نجاعة حيث يعبر عن المحتوى الكمي للكربوهيدرات بإستخدام المعادلة الخطية للمنحنى القياسي للغلوكوز الوثيقة (01) (الملحق 1).

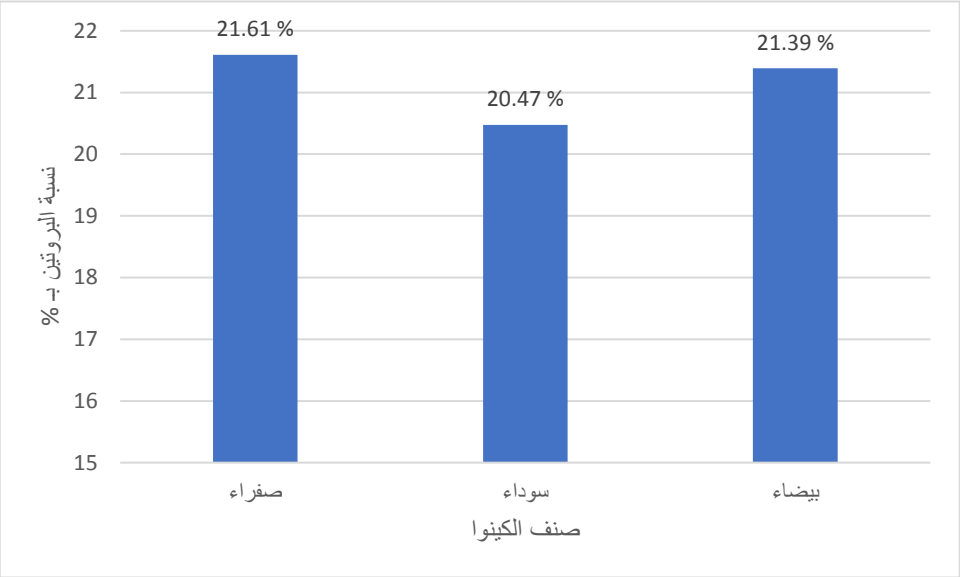


الوثيقة (27): المحتوى الكمي للكربوهيدرات في الأصناف الثلاثة لنبات الكينوا

من خلال النتائج الموضحة في الوثيقة (28) يلاحظ أن أعلى نسبة للكربوهيدرات سجلت عند صنف الكينوا البيضاء بنسبة قدرت بـ 63.80%, متبوعا بالصنف الأصفر للكينوا بنسبة 54.49% ويليه صنف الكينوا السوداء والذي سجل أقل قيمة للكربوهيدرات قدرت بـ 45.53 %.

2.1.1. المحتوى الكمي للبروتينات

تم تقدير المحتوى الكمي للبروتين وفق طريقة LOWRY et al .(1951) حيث يعبر عن المحتوى الكمي للبروتينات بإستعمال المعادلة الخطية للمنحنى القياسي لامتصاصية بروتين ألبومين مصل البقر بدلالة التراكيز الموضح في الوثيقة (02) (الملحق 1).

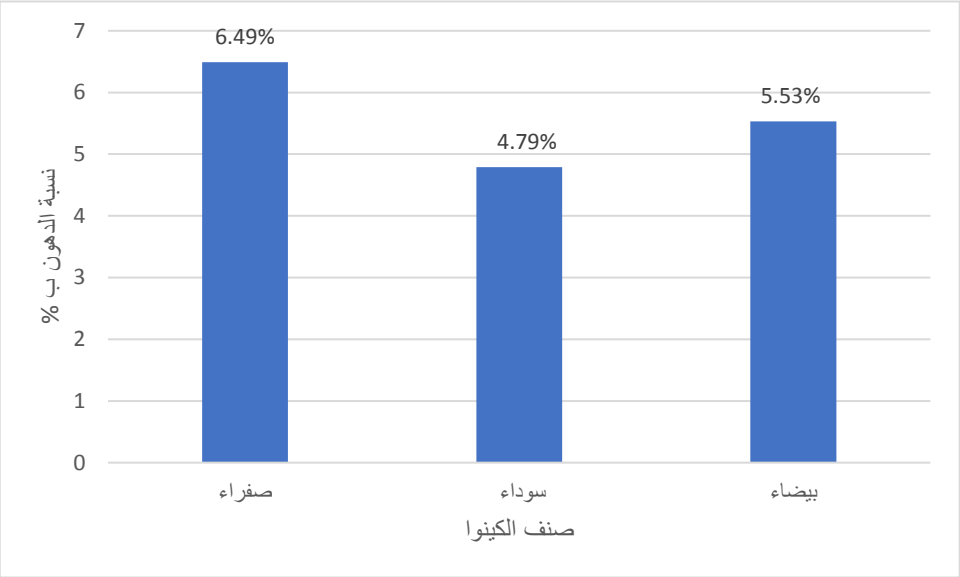


الوثيقة (28): المحتوى الكمي للبروتينات في الأصناف الثلاثة لنبات الكينوا

من خلال النتائج الموضحة في الوثيقة (29) يلاحظ أن نسب المحتوى الكمي للبروتين للأصناف الثلاثة متقاربة, حيث سجل أعلى محتوى من البروتينات عند صنف الكينوا الصفراء بنسبة قدرت بـ 21.61% وبنسبة متقاربة مع صنف الكينوا البيضاء والتي كانت21.39%, أما الصنف الأسود للكينوا فقد سجل أقل نسبة للمحتوى الكمي للبروتين قدرت بـ 20.47%.

3.1.1. المحتوى الكمي للدهون

تم تقدير المحتوى الكمي للدهون بإتباع طريقة Goldsworthy et al . (1972) حيث يعبر عن المحتوى الكمي للدهون بإستخدام المعادلة الخطية للمنحنى القياسي لزيت الصوجا المدرج في الوثيقة (03) (الملحق 1).

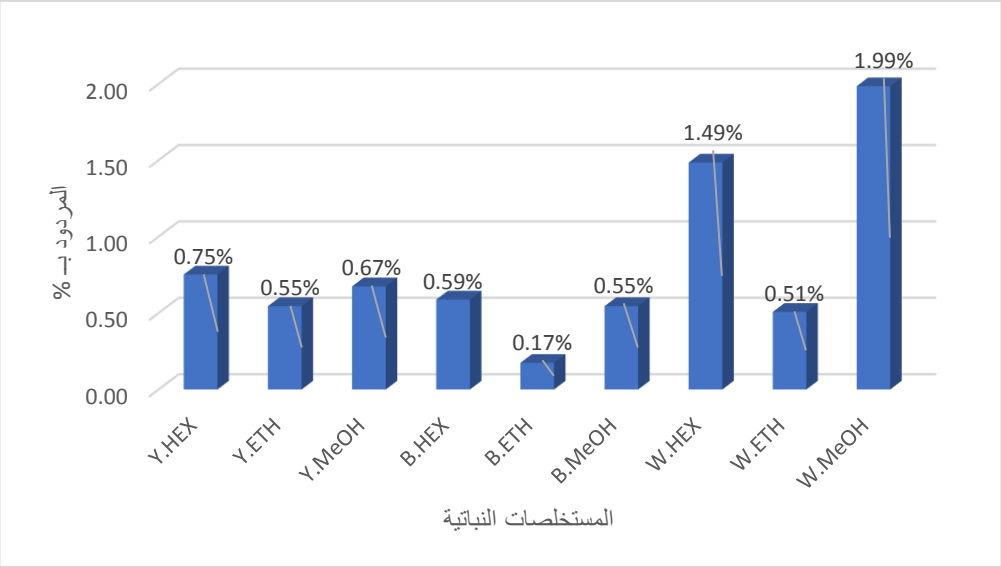


الوثيقة (29): المحتوى الكمي للدهون في أصناف الكينوا الثلاثة لنبات الكينوا

من خلال النتائج الموضحة في الوثيقة أعلاه يلاحظ أن أعلى محتوى من للدهون سجل عند صنف الكينوا الأصفر بنسبة قدرت بـ 6.49%, يليه الصنف الأبيض بنسبة 5.53%, وأخيرا صنف الكينوا السوداء والذي سجل أقل قيمة للمحتوى الكمي للدهون بنسبة 4.79% .

2.1. حساب مردود الاستخلاص

بعد عملية الاستخلاص لبذور الأصناف الثلاثة للكينوا بإستعمال جهاز Soxhlet وبإستخدام ثلاث مذيبات عضوية الهيكسان, أسيتات الإيثيل, الميثانول. تم تقدير المردود بـ (%) لكل مستخلص بالإعتماد على العلاقة المذكورة من طرف Maulida et al .(2015) . الوثيقة الموالية توضح نسب المردود لكل مستخلص.



الوثيقة (30): مردود الإستخلاص بإستخدام جهاز Soxhlet لأصناف الكينوا الثلاثة

حيث : Y.HEX: المستخلص الهيكساني للكينوا الصفراء ,Y.ETH: مستخلص أسيتات الإيثيل للكينوا صفراء, Y.MeOH :المستخلص الميثانولي للكينوا الصفراء, B.HEX: المستخلص الهيكساني للكينوا السوداء, B.ETH: مستخلص أسيتات الإيثيل للكينوا السوداء, B.MeOH: المستخلص الميثانولي للكينوا السوداء, W.HEX: المستخلص الهيكساني للكينوا البيضاء, W.ETH: مستخلص أسيتات الإيثيل للكينوا البيضاء , W.MeOH: المستخلص الميثانولي للكينوا البيضاء.

حيث كان أفضل مردود بين المستحلصات النباتية عند المستخلص الميثانولي لصنف الكينوا البيضاءوالذي قدر بـ 1.99% متبوعا بالمستخلص الهيكساني لصنف الكينوا البضاء والذي كان 1.48%, ثم المستخلص الهيكساني للكينوا الصفراء والذي سجل نسبة 0.75%, أما باقي المستخلصات فسجلت نسب مردود ضعيفة حيث كانت بين (0.58% الى 0.17%).

3.1. التقدير الكمي لعديدات الفينول

تم التقدير الكمي لعديدات الفينول باستخدام طريقة Singleton and Rossi .(1965) وبإستخدام Folin- Ciocalteau ككاشف لذلك, حيث يُعبّر كميا عن المحتوى الكلي لعديدات الفينول للمستخلصات المدروسة استنادا للمعادلة الخطية للمنحنى القياسي لحمض الغاليك (Acide Gallique) الوارد في (04) (الملحق 1).

حيث تقدر قيم عديدات الفينول للمستخلصات الميليغرام المكافئ لحمض الغاليك على للغرام من المستخلص النباتي (mgEAG/gEP) كماهومدرج في جدول (07).

الجدول (7): المحتوى الكمي لعديدات الفينول لمستخلصات نبات الكينوا

صنف الكينوا	صفراء			سوداء			بيضاء		
مستخلص النبات بـ	هيكسان	أسيتات الإيثيل	ميثانول	هيكسان	أسيتات الإيثيل	ميثانول	هيكسان	أسيتات الإيثيل	ميثانول
كمية عديدات الفينول بـ (mgEAG/gEP)	38.07 ±2.30	40.64 ±1.46	29.10 ±2.30	46.02 ±2.72	51.15 ±1.67	26.53 ±1.04	13.20 ±0.62	112.94 ±4.81	28.58 ±2.51

من خلال النتائج المتحصل عليها والموضحة في الجدول (07) يلاحظ أن هناك تفاوتا في كمية عديدات الفينول بين كل مستخلصات أصناف الكينوا الثلاثة, حيث يلاحظ أن أعلى قيم للمحتوى الفينولي تم تسجيلها عند مستخلصات أسيتات الإيثيل للأصناف الثلاثة, حيث سجلت أعلى قيمة عند مستخلص أسيتات الإيثيل لصنف الكينوا البيضاء والتي قدرت بـ 112.94mgEAG/gEP بفارق كبير عن باقي المستخلصات والتي كانت قيمها على الشكل الآتي: مستخلص أسيتات الإيثيل للكينوا الصفراء 40.64±1.46 mgEAG/gEP, مستخلص أسيتات الإيثييل للكينوا السوداء 51.15±1.67 mgEAG/gEP, تليها مستخلصات الهيكسان والميثانول بالنسبة للأصناف الثلاثة والتي قدرت على الترتيب بـ (38.07±2.30 mgEAG/gEP, 29.10±2.30 mgEAG/gEP) بالنسبة للكينوا الصفراء (46.02±2.72 mgEAG/gEP, 26.53±1.04 mgEAG/gEP) للكينوا السوداء, (13.20±0.62 mgEAG/gEP, 28.58±2.51 mgEAG/gEP) بالنسبة للكينوا البيضاء.

4.1. اختبار تثبيط الجذر الحر •DPPH

بهدف تقدير الفعالية المضادة للأكسدة للمستخلصات النباتية لأصناف الكينوا الثلاثة, تم الإعتماد على إختبار •DPPH بإعتباره الإختبار الأكثر تداولا لهذا الغرض, تم إستعمال حمض الأسكوربيك كمرجع قياسي للمقارنة, تم حساب نسب تثبيط المستخلصات للجذر الحر وكذا قيم IC_{50} المثبطة لنسبة % 50 من الجذور الحرة •DPPH .

الجدول (8): قيم IC_{50} المثبطة لنسبة 50% من جذور• DPPH لمستخلصات أصناف الكينوا

صنف الكينوا	صفراء			سوداء			بيضاء		
مستخلص النبات بـ	هيكسان	أسيتات الإيثيل	ميثانول	هيكسان	أسيتات الإيثيل	ميثانول	هيكسان	أسيتات الإيثيل	ميثانول
قيم IC_{50} µg/ml	IC_{50}>500 µg/ml	IC_{50}>500 µg/ml	162.66 ±16.98	465.14 ±36.35	159.94 ±9.15	83.16 ±4.07	IC_{50}>500 µg/ml	375.08 ±30.00	IC_{50}>500 µg/ml

من المعروف أن الفعالية المضادة للأكسدة تتناسب عكسيا مع قيم IC_{50}, فكلما كانت قيم IC_{50} ضعيفة كانت النشاطية الكابحة للجذور الحرة أفضل.

من خلال نتائج IC_{50} لكل المستخلصات يلاحظ تفوق حمض الأسكوربيك على جميع المستخلصات في القدرة الكاسحة للجذر الحر • DPPH, حيث سجلت عنده قيمة بلغت 62.24 µg/ml. كما سجلت أفضل قيمة لـ IC_{50} بين المستخلصات النباتية عند المستخلص الميثانولي للكينوا السوداء والتي قدرت بـ 83.16 µg/ml بفارق كبير عن باقي المستخلصات, يليه مستخلص أسيتات الإيثيل لنفس الصنف بقيمة قدرت بـ 159.94 µg/ml, متبوعا بالمستخلص الميثانولي للكينوا الصفراء والذي سجل قيمة 162.66 µg/ml, ثم مستخلص أسيتات الإيثيل لصنف الكينوا البيضاء والذي كان 375.08 µg/ml, يليه المستخلص الهيكساني للكينوا السوداء والذي سجل

قيمة 465.14 µg/ml, أما باقي المستخلصات فسجلت قيما لـ IC_{50} كبيرة حيث قدرت تقريبا بـ IC_{50}>500 µg/ml .

5.1. الدراسة الإحصائية

تم دراسة الإرتباط بإستخدام معامل الرتباط Pearson Correlation Coefficient لتحديد معاملات الإرتباط (R) والعلاقة الإرتباطية التي تجمع بين المتغيرات المدروسة عند$P<0.05$ بالنسبة لكل صنف على حدى والنتائج موضحة في الجداول التالية :

الجدول (9): معامل الإرتباط (R) بين مختلف المتغيرات المدروسة لصنف الكينوا الصفراء

	الكربوهيدرات	البروتينات	الدهون	PPT	DPPH •
الكربوهيدرات	1	/	/	/	/
البروتينات	0.99	1	/	/	/
الدهون	0.99	0.97	1	/	/
PPT	0.49	-0.74	-0.88	1	/
DPPH •	-0.88	-0.72	-0.87	0.99	1

يلاحظ أن هناك إرتباط قوي وموجب بين كل من المحتوى من الكربوهيدرات والبروتينات من جهة والكربوهيدرات والدهون من جهة أخرى(R=0.99), كذلك بالنسبة للدهون والبروتينات (R=0.97), كما أن هناك علاقة قوية طردية بين المحتوى الفينولي والنشاطية المضادة للأكسدة (R=0.99).

الجدول (10): معامل الإرتباط (R) بين مختلف المتغيرات المدروسة لصنف الكينوا السوداء

	الكربوهيدرات	البروتينات	الدهون	PPT	DPPH •
الكربوهيدرات	1	/	/	/	/
البروتينات	-0.55	1	/	/	/
الدهون	-0.55	0.70	1	/	/
PPT	0.77	-0.48	-0.96	1	/
DPPH •	-0.18	-0.99	-0.71	0.49	1

يلاحظ وجود ترابطية قوية وعكسية بين المحتوى من البروتينات والنشاطية المضادة للأكسدة (R=-0.99), وبين المحتوى من الدهون والمحتوى الكمي لعديدات الفينول(R=-0.96).

الجدول (11): معامل الإرتباط (R) بين مختلف المتغيرات المدروسة لصنف الكينوا البيضاء

	الكربوهيدرات	البروتينات	الدهون	PPT	DPPH •
الكربوهيدرات	1	/	/	/	/
البروتينات	-0.9	1	/	/	/
الدهون	-0.9	-0.60	1	/	/
PPT	-0.9	-0.76	-0.05	1	/
DPPH•	-0.86	0.98	-0.74	-0.62	1

يلاحظ أن المحتوى من الكربوهيدرات لديه علاقة قوية عكسية مع كل من البروتينات, الدهون والمحتوى الفينولي (R=-0.9). كما سجلت علاقة قوية موجبة بين المحتوى من البروتينات والنشاطية المضادة للأكسدة (R=0.98).

2. المناقشة

1.2. تقدير القيمة الغذائية

تم التقدير الكمي للكربوهيدرات والدهون والبروتينات, حيث تظهر النتائج الدراسة الإحصائية عدم وجود فرق إحصائي في الدهون والبروتينات بين أصناف الكينوا الثلاثة, مع وجود فرق إحصائي بين نسب الكربوهيدرات في الأصناف الثلاثة عند ($P<0.05$).

وبمقارنة كل من الأصناف مع بعضها يمكن ملاحظة أن صنف الكينوا البيضاء أفضل من ناحية كمية الكربوهيدرات واللبيدات, أما بالنسبة للمحتوى من البروتين فأعطت كل من الأصناف الثلاثة نتائج معتبرة بالمقارنة مع دراسات سابقة مع نسب متقاربة, لكن مع أفضلية طفيفة لصنف الكينوا الصفراء, وهذا يتوافق مع توصل إليه Diaz-Valencia et al. (2018). وهذا الأختلاف يمكن أن يعزى الى الأختلافات الوراثية بين الأصناف الثلاثة, كذلك شدة مقاومة النبات للإجهاد والتغيرات المناخية وطبيعة التربة (Lindeboom., 2005) .

ومن باب المقارنة مع دراسات سابقة على النبات, فقد كانت نتائج هذه الدراسة ضعيفة عند كل من الأصناف الثلاثة فيما يخص المحتوى من الكربوهيدرات واللبيدات مقارنة مع دراسة Diaz-Valencia et al. (2018), حيث أعطت نتائجهم على الترتيب 69.7 % و7.4%, مقارنة مع نتائج الدراسة الحالية والتي كانت على نفس الترتيب (45.53% الى 63.80%) و (4.79% الى 6.49%), أما فيما يخص المحتوى من البروتين فقد كانت نتائج هذه الدارسة أفضل حيث قدرت بين (20.47% الى21.61%), مقارنة مع توصلوا إليه والذي كان 15.6%.

يرجع سبب الإختلافات الملاحظة بين نتائج الدراسات أساسا الى إختلاف الأصناف المدروسة, إذ أن مكونات بذور الكينوا تختلف حسب الصنف وظروف نمو النبات وحتى بإختلاف الدراسات والنتائج التجريبية وهذا ما تؤكده الدراسات السابقة على النبات

(Becker et Hanners., 1990; Ruales et Nair,. 1992 ; Koziol., 1992), كذلك يمكن أن يعود السبب الى ظروف المناخ وطرق الزراعة (Bressani., 1994), ومن المعروف أن المناخ السائد في منطقة واد سوف هو الجاف وبالتالي تعرض النبات الى كمية أكبر من أشعة الشمس والحرارة ما يضعه في حالة إجهاد, كما يؤكد Alché (2019). أن القيمة الغذائية للنبات بما في ذلك المحتوى من الغلوكوز, الأحماض الأمينية, بعض أنواع البروتينات وكذا الأحماض الدهنية تنخفض عند درجات الحرارة العالية و تغير قيم pH التربة.

خلصت دراسة قام بها Miranda et al (2011). على ستة أصناف من الكينوا من ثلاث مناطق مختلفة في الشيلي, الى أن البيئة وظروفها من مناخ وتأثيرات طبيعية أخرى لها تأثير جلي على النبات وبالتالي على المحتوى الكمي والنوعي من مواد الأيض المنتجة, حيث توصلوا الى أن منطقة جنوب البركان سجلت أعلى كمية بروتين قدرت بـ 16.10%, ويعود السبب الى إحتواء تربة المنطقة على نسبة كبيرة من النيترجين (N). كما كانت النتائج فيما يخص المحتوى الكمي من البروتين (11.32% الى 16.10%), أما المحتوى من الكربوهيدرات فكان (56.73% الى 68.36%) أما في ما يخص الدهون فقد قدرت بين (3.15% الى 3.65%).

أما عن القيمة المرتفعة من البروتينات المسجلة عند الأصناف الثلاثة, فقد يعود السبب مباشرة الى تأثير الإجهاد على النبات وما ينجم عنه من تخليق لجموعة من البروتينات الحرة, والتي تعمل على الحفاظ على إستقرار الخلية بعدة آليات مختلفة, إذ من المعروف على الكينوا مقاومتها الشديدة لظروف الإجهاد المختلفة (Jacobsen et al .,2003). وقد يعود السبب الى خصائص النبات المرفولوجية والفزيولوجية وكفاءة إنتاجيته (Canahua .,1977), حيث أن الكينوا البيضاء تتميز بأوراق كبيرة الحجم مقارنة مع الصنف الأصفر ويليه الصنف الأسود والتي تكون أوراقه صغيرة الحجم, إذ يساعد كبر حجم الورقة على زيادة مساحة التلامس مع الضوء أي زيادة إمتصاص الضوء, كذلك زيادة حجم الورقة يزيد من شدة وكفاءة التركيب الضوئي أي زيادة تخليق الغلوكوز,

والذي بدوره يدخل في تفاعلات مؤدية الى تصنيع كل من البروتينات والدهون (Jensen et al ,.2000) .

من المعروف أن بذور الكينوا تمتلك كمية بروتين عالية مقارنة مع باقي الحبوب وهذا ما تأكده هاته الدراسة, كما يؤكد Koziol . (1992) على أن تركيز النيتروجين له أثر على المحتوى من البروتين, اذ أن نقص نسبة النيتروجين إلى 5.57 يلاحظ تراجع في كمية البروتين لدى النبات.

أما فيما يخص الكمية المتدنية من اللبيدات فيعزى الى التأثير المباشر للإجهادات على بنية الدهون بالتحديد الإجهاد التأكسدي (شهيد وآخرون .,2012), والذي يعمل بدوره على تخليق الجذور الحرة, ومع إستمرارية الإجهاد التأكسدي مع مرور الوقت يحدث عدم توازن بين مولدات الأكسدة ومضاداتها (Kirschvink et al., 2008) . هذا الخلل ينجم عنه أكسدة الدهون وخاصة الغشائية منها بفعل الجذور الحرة (ROS), مما يؤدي بطريقة مباشرة الى نقص المحتوى من اللبيدات(أبو جاد الله .,2010). وهذا ما يفسر الإنخفاض في كمية اللبيدات عند الأصناف الثلاثة مقارنة مع دراسات سابقة. كما أن لطريقة الإستخلاص دور في ذلك, فقد أشارت دراسات أن الإستخلاص بإستخدام البيتروليم إيثر (مذيب عضوي) عند الكينوا الصفراء مكن من الحصول على مردود عالي من الدهون بين (6% الى 8%).

بناءا على ما سبق وعلى ظل النتائج المتحصل عليها فيما يخص القيمة الغذائية لبذور الأصناف الثلاثة من الكينوا, يمكن القول أن الكينوا الصفراء هي أفضل صنف بين الأصناف المدروسة, حيث أنه متوازن في كمية نواتج الأيض الأولي, كما أنه متأقلم مع ظروف منطقة واد سوف ومناخها الجاف.

الجدول (12): القيمة الغذائية لنبات الكينوا مقارنة بدراسات سابقة

المادة بـ %	Koziol. (1992)	Wright et al. (2002)	De Bruin. (1963)	Dini et al (1992).	الدراسة الحالية (الوادي)
الكربوهيدرات	69.0	74.7	69.7	60.0	63.80 - 45.53
اللبيدات	6.3	5.5	7.4	8.5	6.49 - 4.79
البروتين	16.5	16.7	15.6	12.5	21.61- 20.47

2.2. مردود الإستخلاص

أسفرت نتائج تقدير مردود المستخلصات النباتية لأنواع الكينوا الثلاثة *Chenopodium quinoa* Willd عن وجود إختلاف ملحوظ في نسب المردود بين المستخلصات النباتية, حيث يمكن تفسير سبب التذبذب في المردود بـ :

- إختلاف في خصائص وطبيعة المذيب من حيث القطبية كما أكد على ذلك(2005) . et al Grigonis, في الدراسة التي قاموا بها حول نبات *Hierochloë odorata* بإستخدام سبعة مذيبات مختلفة القطبية وبتغيير درجات الحرارة في كل مرة, حيث توصلوا الى أن المستخلص الأضعف مردودية هو المستخلص الهيكساني (3%), بينما المستخلص الأعلى مردودية هو مستخلص (ميثانول/ماء/حمض الأسيتيك) بنسبة قدرت بـ (22.8%).
- طبيعة المركبات الكيميائية في العينات النباتية, والتي تتعلق بقطبية الجزيئات ودرجة ذوبانيتها في المذيب المستعمل (Harrar .,2011).
- كما يمكن أن يعزى السبب الى مدى تعرض النبات للإجهادات المختلفة والتي تلعب دورا مباشرا في التغيير من فزيولوجية النبات الأمر الذي يؤدي الى تغيير طبيعة ونوعية وكمية المركبات التي ينتجها النبات (Ibrahhimi et al., 2008).

- إضافة لهذا قد يعود السبب الى طريقة جمع , تجفيف ومدة حفظ العينات التي يمكن أن يكون لها دور في الإختلاف, إذ ان المركبات النباتية تتأثر بالعوامل الخارجية المحيطة بها كالإضاءة والحرارة والرطوبة والتي تؤدي بدورها الى تغيير أو تفكيك الجزيئات الكيميائية وذلك بفعل الإنزيمات وبالتالي إحداث الفروق في نسب المردود (Yeo Sounta et al., 2014) .
- كذلك مدة التبخير أثناء الإستخلاص (Aberchane et al .,2001), كما أشار Madi. (2010) الى أن تكرار عملية الاستخلاص, كمية المذيب, إضافة إلى مدة عملية الاستخلاص من شأنها تحديد قيمة المردود. كما أفادت عديد الدراسات أن إضافة نسبة من الماء للمذيبات العضوية خاصة الميثانول والإيثانول يمكنها زيادة مردود الإستخلاص, حيث أن هذه الطريقة تمثل أفضل وأكثر الأنظمة إستعمالا لإستخلاص مركبات الأيض الثانوي في النبات وذلك لأن المزج يعمل على زيادة قطبية المحلول وشراهة المكبات المستقطبة (جيدل .,2015).
- كما يفسر Rajael et al. (2010) ذلك بدرجة تشبع المذيب أي عدم كفاءة حجم المستعمل لاستخراج جل جريئات العينة، أو عدم استغراق الوقت الكافي للقيام بذلك.

وبالمقارنة مع دراسات سابقة عموما تعتبر نسب المردود المتحصل عليها في هذه الدراسة ضعيفة مقارنة مع نتائج الدراسة التي قام بها Abderrahim (2019). والذي تحصل على نسب المردود التالية: المستخلص الميثانولي 9.65% وهو صاحب أعلى مردود يليه المستخلص الإيثانولي8.16%, ثم المستخلص الهيكساني1.69%, مقارنة مع ما تم التحصل عليه في الدراسة الحالية والذي قدر بالنسبة للمستخلص الميثانولي بـ (0.68% الى 1.98%), يليه مستخلص أسيتات الإيثيل (0.75% الى 1.48%), وأخير المستخلص الهيكساني والذي كان (0.17% الى 0.50%).

3.2. تقدير المحتوى الكمي لعديدات الفينول

من خلال النتائج المتحصل عليها لوحظ وجود إختلافات في المحتوى الكمي لعديدات الفينول بين المستخلصات النباتية حتى في نفس الصنف وهذه الإختلافات كانت معنوية حسب إختبار ANOVA ($P<0.05$), حيث أن مقارنة المحتوى من عديدات الفينول بين مختلف المستخلصات مكنتنا من التوصل الى أن مستخلص أسيتات الإيثيل صاحب أعلى مردود بين جميع المستخلصات, أسيتات الإيثيل > ميثانول > هيكسان.

هذا الإختلاف الملاحظ في كمية عديدات الفينول بين مستخلصات الأصناف الثلاثة يمكن أن يعزى الى :

الإختلاف في خصائص وطبيعة المذيب من حيث القطبية (Singh et al .,2007). في دراسة قام بها Senhaji et al . (2020) لمعرفة الفعالية البيولوجية لنبات *Anabasis aretioïdes* النامي في شرق المغرب, حيث تم إستخلاص المواد الفينولية بإستخدام أربع مذيبات مختلفة القطبية ميثانول, أسيتات الإيثيل, الكلوروفورم والبيتروليم إيثر , حيث كان المذيب الذي حقق أفضل مردود من عديدات الفينول هو أسيتات الإيثيل والذي قدر بـ 46.79 mg GAE/g EP, وهذا ما يتوافق مع نتائج إستخلاص عديدات الفينول في الدراسة الحالية, حيث تم تسجيل أعلى مردود من عديدات الفينول لذات المذيب بكمية قدرت بـ 112.94 mg GAE/g EP .

وقد يعود السبب الى تأثير درجة الحرارة العالية على النبات, في دراسة تم إجراؤها (2008). Xu and Chang على صنفين من من فول الصويا (أصفر وأسود) لمعرفة تأثير درجة الحرارة على المحتوى من عديدات الفينول, حيث تم التوصل الى أن المعاملة بدرجات حرارة عالية تؤدي الى رفع كمية حمض الغاليك الحرة مؤدية الى زيادة في المحتوى من عديدات الفينول عند الصنف

الأصفر, وعلى النقيض بالنسبة للصنف الأسود, حيث أدت درجات الحرارة العالية الى خفض المحتوى من عديدات الفينول الكلية لدى النبات.

كما يمكن تفسير هذا الإختلاف بمحدودية طريقة Folin-Ciocalteu, على الرغم من أنها تستخدم على نطاق واسع لتحديد إجمالي المحتوى الفينول في العينات النباتية والبيولوجية. حيث أن مواد أخرى كحمض L-ascorbic قد تتفاعل أيضًا مع عامل Folin-Ciocalteu ما يؤدي الى تغيير قيم الإمتصاصية, والذي قد ينتج عنه قيم مبالغ فيها من عديدات الفينول. بالإضافة إلى ذلك, قد يكون لمركبات الفينول تفاعل مختلف مع كاشف Folin-Ciocalteu, والذي يمكن أن يؤدي إلى أخطاء محتملة في المحتوى الفينولي الكلي (Yu et al .,2002).

أما فيما يخص تأثير إختلاف لون البذور على كمية البوليفينول, في دراسة قام بها Diaz-Valencia et al. (2018) حول المحتوى الكمي من الفينولات وكذا القيمة الغذائية لبذور كينوا ذات أنماط الوان مختلفة, حيث بينوا أن المحتوى من عديدات الفينول لمختلف بذور الكينوا ليس له علاقة بلون صبغة البذور.

أو ربما يعود إلى درجة نقاوة المستخلص, إذ يحتمل أن يعمل المذيب على استخراج مركبات غير فينولية كالسكريات والبروتينات مؤدية بذلك إلى التأثير على تقدير المحتوى الكلي لكل من عديدات الفينول (Djeridane et al, 2007) .

كما أن كاشف Folin-Ciocalteu يتميز بحساسيته للمجموعات الهيدروكسيل ليس في المركبات الفينولية فحسب بل في كل المركبات السكرية والبروتينة لذلك يمكن أن يعزى الاختلاف في قيم عديدات الفينول لهذا السبب (Grossi et al., 2015; Gmez-Caravaca et al., 2006).

وفي ما يخص مقارنة نتائج الدراسة الحالية مع نتائج دراسات سابقة, فعموما كانت النتائج فيما يخص كمية الفينولات الكلية ضعيفة بالنسبة لكل المستخلصات مقارنة بما تم التوصل إليه

عند (Nsimba et al ., 2008), حيث كانت نتائجهم بين mg GAE/g EP (94الى 148) , مقارنة مع ما تم التحصل عليه في الدراسة الحالية والتي قدرت بين mg GAE/g (13.20الى 112.94)EP . يجدر الإشارة الى أن المذيب المستخدم من قبلهم هو الإيثانول في المقابل في الدراسة الحالية تم إستعمال ثلاث مذيبات مختلفة القطبية هيكسان ,أسيتات الإيثيل و ميثانول.

وفي دراسة أخرى قام بها Marmouzi et al . (2015) حول الخصائص الغذائية والفعالية المضادة للأكسدة لبذور نبات الكينوا النامية في المغرب المطهية والجافة, بإستخدام ثلاث مذيبات مختلفة القطبية وهي هيكسان ,أسيتات الإيثيل وميثانول, حيث قدرت كمية عديدات الفينول بالنسبة للمستخلص الهيكساني بـ (4.45 mg GAE/g EP) , أما بالنسبة لمستخلص أسيتات الإيثيل فكان أفضلها حيث قد بـ (28.19 mg GAE/g EP), أما عن المستخلص الميثانولي فكان (20.36 mg GAE/g EP), وهذه النتائج تعتبر ضعيفة نسبيا مقارنة الى ما تم التوصل إليه في الدراسة الحالية حيث سجل المستخلص الهيكسانيmg GAE/g EP (13.02 الى 46.02), مستخلص أسيتات الإيثيل mg GAE/g EP (40.64 الى 112.94), أما المستخلص الميثانولي فكان mg GAE/g EP (26.53 الى 29.10).

الإختلافات الملاحظة بين مختلف الدراسات في المحتوى من عديدات الفينول قد تعزى الى إختلاف الأصناف, مكان زراعة النبات أو بشكل أدق الى طبيعة ومناخ التربة, إختلاف طرق الإستخلاص وطرق المتبعة للحساب (Djordjevic et al .,2011), ما يجعل من الصعب مقارنة نتائج الدراسات المختلفة مع بعضها البعض.

يشير Nsimba et al . (2008) الى أن المركب الفينولي المستخدم الذي يعتمد عليه كمرجع لتقدير كمية عديدات الفينول له دور في تحديد كمية البوليفينول الكلية, ففي الدراسة التي قاموا بها تم إستخدام حمض التانيك كمرجع فكانت كمية الفينولات الكلية عالية mg GAE/g EP (94 الى

148) مقارنة مع نتائج (2015). Carciochi et al والذين إستخدموا حمض الغاليك كمرجع للتقدير حيث كانت النتائج المتحصل عليها ضعيفة نسبيا mg GAE/g EP (67 الى 102).

المحتوى من عديدات الفينول أو نواتج الأيض الثانوي عموما يختلف بسبب تأثيرات عوامل الوسط من مغذيات التربة وكمية المياه المتوفرة (Borges et al .,2013), لوحظ أن بعض الأنواع النباتية تنتج كمية أعلى من عديدات الفينول ومضادات الأكسدة في المناطق ذات المناخ شبه الجاف الى الجاف (Kumar et al .,2017).

من المعروف على الكينوا أن لها القدرة على التأقلم والنمو في ظروف بيئية قاسية مقارنة بباقي الحبوب, هذه الظروف يمكن أن تكون قلة التساقط, الإرتفاع الكبير عن سطح البحر, درجات الحرارة العالية والمنخفضة وحتى البيئة شبه المتجمدة (Ahamed et al .,1998; Tang et al ,2003). ونظرا لطبيعة البيئة الصحراوية القاسية كما هو الحال في منطقة سوف (حليس، 2007), والتي تتطلب منها رفع إنتاج جل مواد الأيض الثانوي من بينها عديدات الفينول لتمكينها من التأقلم ومقاومة الظروف الصعبة المحيطة بها كالجفاف والحر, نقص العناصر المغذية, مسببات الأمراض المختلفة حيث تلعب عديدات الفينول دورا هاما في الحفاظ على توازن وإستقرار النبات. كما تشير دراسات أن ظروف الإجهاد مائي, درجة الحرارة المرتفعة والمنخفضة, الإشعاعات فوق البنفسجية وشدة الأشعة الشمسية والإجهاد المعدني والعوامل الممرضة كلها عوامل تعمل على رفع و زيادة تراكم عديدات الفينول عند النبات (RICE .,1993 ; RICE., 1984).

على ظل هذه الدراسة والنتائج التجريبية المتحصل عليها فيما يخص كمية عديدات الفينول المتواجدة في كل صنف, حيث سجلت أعلى قيمة عند الكينوا البيضاء قدرت بـ 112.94 mg GAE/g EP يليها كل من الصنف الأسود ثم الصنف الأصفر, هذا الإختلاف في كمية عديدات الفينول بين الأصناف الثلاثة فيعود الى العوامل الوراثية والتي تحدد خصائص النبات (Shams

(2018,., يمكن إستخلاص أن الصنف الأبيض من الكينوا الأفضل بينها حيث أن لديه قدرة أكبر على التأقلم وإنتاج كمية عالية من عديدات الفينول.

4.2. الفعالية البيولوجية

1.4.2. إختبار تثبيط الجذر الحر•DPPH

مبدأ عمل مضادات الأكسدة هو مدى منح الإلكترونات من قبل مضادات الأكسدة الى الجذور الحرة لإعطائها الاستقرار(Bozin et al .,2008). في هذا العمل, النشاط المضاد للأكسدة للمستخلصات النباتية تم تقييمه باستخدام إختبار كسح الجذر الحر • DPPH, إذ يعتبر إختبار •DPPH من أفضل وأسهل الطرق المعتمدة في قياس قدرة المستخلصات النباتية في إزاحة الجذور الحرة, وذلك يتجلى مرئيا من خلال التغير اللون للجذر الحر•DPPH من اللون البنفسجي إلى اللون الأصفر, ويعبر هذا التحول كيميائيا على قدرة المستخلصات النباتية في تعديل واستقرار الجذر الحر•DPPH (Karagözler et al .,2008).

من خلال النتائج المتحصل عليها لوحظ تذبذب في نسب التأثير الإزاحي بين مختلف المستخلصات, وهذا ما يبينه إختبار ANOVA, إذ أن التحليل المقارن بين المركب القياسي (حمض الأسكوربيك) ومختلف العينات أعطى إختلاف إحصائي ($p<0.05$), سجل حمض الأسكوربيك قيمة لـ IC_{50} أقل من باقي المستخلصات قدرت بـ 62.24 µg/ml, واعتمادا على المعلومة المؤكدة أنه كلما نقصت قيمة IC_{50} كلما كان زادت النشاطية المضادة للأكسدة (Noto et al .,2016), فإنه يمكن القول أن القدرة الكابحة للجذور الحرة •DPPH في المستخلصات المدروسة ضعيفة مقارنة بقدرة المرجع القياسي (حمض الأسكوربيك), ومن هذا يمكن تخمين ضعف النشاطية المضادة للأكسدة لعينات الأصناف المدروسة, لكن هذا لا يمنع أن هناك بعض المستخلصات أعطت قيما لـ IC_{50} معتبرة, حيث سجلت أفضل نشاطية من بين كل المستخلصات عند المستخلص الميثانولي للكينوا السوداء بقيمة IC_{50} قدرت بـ 83.16 µg/ml.

يمكن تفسير الإختلاف في القدرة على كبح الجذر الحر DPPH• بأن النشاطية المضادة للأكسدة تتعلق أساسا بوجود المواد الفعالة كالفينولات والفلافنويدات والأنثوسيانيدات (Watanabe 2010 et Asao .,).

والتي تتأثر بالظروف البيئية كما أن للعوامل الوراثية دورا في تحديد قدرة النبات على إنتاج هذه المواد الفعالة (Yu et al .,2003).

في دراسة قام بها Miranda et al., (2013) على صنفين من نبات الكينوا لدراسة تأثير عوامل الوسط على مكونات البذور من قيمة غذائية ومواد فينولية, حيث خلصت الدراسة الى أنه في الوسط ذو المناخ الجاف, سجلت زيادة ملحوظة في كل من القيمة الغذائية والمواد الفينولية وهذا راجع الى تعرض النبات الى ظروف الإجهاد. وكما هو معروف أن قدرة النبات على التكيف مع أنواع مختلفة من الإجهاد يرتبط بزيادة القدرة المضادة للأكسدة ومضادات الأكسدة, مثل البوليفينول والتي يمكن أن تكبح الجذور الحرة والحفاظ على الإستقرار داخل خلايا النبات, كما أظهرت النتائج أن كلا من الجفاف والملح يؤثران على كمية المركبات الفينولية ., Gómez-Caravaca et al) (2012. كما وجد Repo-Carrasco-Valencia et Serna (2011). أن كل من كمية عديدات الفينول والقدرة التثبيطية للجذور الحرة زادت بشكل ملحوظ بعد عملية الطهي للأربع أصناف من الكينوا المدروسة. حيث فسروا هذه الزيادة في القدرة التثبيطية, بزيادة كمية عديدات الفينول الذائبة والناتجة عن عملية الطهي. وهذا ما يجعل الكينوا مصدرا هاما لمضادات الأكسدة, كما أن عملية الطهي بإمكانها زيادة القيمة الغذائية لبذور الكينوا.

في حين أن الملاحظ من النتائج المتحصل عليها الإختلاف بين كمية عديدات الفينول الكلية و النشاطية المضادة للأكسدة, وهذا ما تبينه الدراسة الإحصائية والمتمثلة في معامل الإرتباط بينها عند ($p<0.05$) حيث سُجل إرتباط ضعيف مع تناسب عكسي للإختبارين بالنسبة لصنف الكينوا البيضاء, بينما سُجل إرتباط ضعيف للإختبارين عند الكينوا السوداء, وعلى العكس تماما بالنسبة

لصنف الكينوا الصفراء فقد لُوحظ وجود إرتباط قوي مع علاقة طردية بين المحتوى الفينولي والفعالية المضادة للأكسدة. فعلى سبيل المثال لوحظ أن المحتوى من عديدات الفينول لمستخلص الأسيتات الإيثيل للكينوا البيضاء كان جد عالي مقارنة بباقي المستخلصات, لكن وعلى النقيض سجلت نشاطية مضادة للأكسدة ضعيفة حيث قدر IC_{50} للمستخلص بـ 375.08 µg/ml, كذلك الحال بالنسبة للمستخلص الميثانولي للكينوا السوداء والذي سجل أعلى قدرة على كسح الجذر الحر •DPPH بلغت % 90 عند أعلى تركيز (500 µg/ml) وبـ IC_{50} قدرت بـ 83.16 µg/ml بالرغم من المحتوى الضعيف نوعا ما من عديدات الفينول لنفس المستخلص.

يمكن تفسير القيم المنخفضة للارتباط بين المحتوى الفينولي والنشاط المضاد للأكسدة بأن النشاط العالي المضاد للأكسدة في البذور المدروسة يمكن أن يكون من مركبات غير الفينولية. على الرغم من إرتفاع نسبة الفينولات الكلية, إلا أن وجود بعض المركبات غير الفينولية الأخرى, مثل حمض الأسكوربيك, حمض الفيتيك, والتوكوفيرول, الستيرول, الكاروتينات, الصابونين الستيرويدات, في المستخلصات النباتية, من بين العوامل الأخرى التي تساهم النشاطية المضادة للأكسدة في المستخلصات المدروسة (Nsimba et al ., 2008), فإجمالي المحتوى الفينولي لا يشمل كل مضادات الأكسدة (Djordjevic et al ., 2011).

كما أن لنوعية المركبات الفينولية الموجودة في المستخلص دور في تحديد النشاطية المضادة للأكسدة للمستخلصات النباتية, حيث وجد Hirose et al . (2010) أن بذور الكينوا المزروعة في اليابان تمتلك أكثر نشاطية مضادة للأكسدة مقارنة مع تلك المزروعة في جنوب أمريكا, والسبب يعود الى إمتلاك البذور المزروعة في اليابان لمركبات فينولية أكثر من نظيرتها في أمريكا الجنوبية, وبالأخص glycosides quercetin, والذي عثر على أنه متواجد بأكبر كمية. نفس الباحثين تحصلوا على علاقة إرتباطية قوية بين كمية عديدات الفينول والنشاطية المضادة للأكسدة العالية.

بالإضافة الى الجانب النوعي لعديدات الفينول وعلاقتها بكبح الجذور الحرة, فقد بين من بينهم Zheng et al .(2010) أن القدرة التثبيطية الفينولية ذات الأصل النباتي تجاه الجذر الحر•DPPH لها علاقة كبيرة بالبنية الكيميائية لهاته المركبات الفينولية, حيث أن عدد المجموعات الهيدروكسيلية, موقعها والجذور المرتبطة مع هاته المركبات كالسكريات تلعب دورا في زيادة النشاطية الكاسحة تجاه الجذر الحر •DPPH.

كما يشير Djordjevic et al .(2011) الى أنه هناك عامل إضافي يتدخل في تحديد الفعالية المضادة للأكسدة للمستخلص وهو علاقة التآزر (synergism) بين المواد المضادة للأكسدة والتي تعطي للمزيج القدرة على كبح الجذور الحرة, إذ أن النشاطية المضادة للأكسدة لا تعتمد فقط على تركيز مضادات الأكسدة, ولكن أيضًا على التركيب والتفاعل بين مضادات الأكسدة. يمكن أن يكون هذا هو السبب في أن العينات ذات التراكيز المماثلة من الفينولات الكلية قد تختلف بشكل ملحوظ في النشاط المضاد للأكسدة.

وبمقارنة ما توصل إليه (Marmouzi et al .,2015) في دراسته حول الخصائص الغذائية والفعالية المضادة للأكسدة لبذور نبات الكينوا المزروعة في المغرب, إعتمادا على ثلاث مذيبات هيكسان, أسيتات الإيثيل, ميثانول, حيث كانت النتائج في كلا الدراستين عموما ضعيفة بالنسبة لكل المستخلصات, حيث أعطت نتاجهم فيما يخص قيم IC_{50} : بالنسبة للمستخلص الهيكساني 1000 µg/ml <, مستخلص أسيتات الإيثيل 249.9 µg/ml, المستخلص الميثانولي 345.89 µg/ml

يعتبر مقارنة نتائج الفعالية المضادة للأكسدة بين الدراسات المختلفة أمرا صعبا نظرا لإختلاف الطرق التجريبية المستعملة وكذلك شروط التجربة (Stratil et al .,2006; Huang et al .,2005), إذ أن طرقا مختلفة لقياس النشاطية المضادة للأكسدة مع ظروف مختلفة قد تؤدي إلى ملاحظات مختلفة (Djordjevic et al .,2011).

توصل Nsimba et al. (2008) الى أنه من بين عينات البذور الخمس التي تمت دراستها, المستخلص الإيثانولي لعينة الكينوا من اليابان, التي تنمو عند مستوى سطح البحر أظهرت أعلى نشاطية مضادة للأكسدة حيث كانت IC_{50} mg/ml (0.3 الى 22.4), في حين كانت عينة الكينوا من بوليفيا أقل نشاطية مضادة للأكسدة حيث كانت mg/ml (5.3 الى 7.5). حيث بين أن هذا الإختلاف في الفعالية المضادة للأكسدة بين نوعي الكينوا يمكن أن يعزى الى الظروف البيئية المختلفة أو تقنيات الزراعة أو العوامل الوراثية (Nsimba et al., 2008; Miranda et al., 2011).

وبالعودة الى النتائج المتحصل عليها في الدراسة الحالية فقد تبين أن الكينوا السوداء سجلت أعلى قدرة على تثبيط الجذر الحر عند المستخلص الميثانولي DPPH• (µg/ml 83.16: IC_{50}) مقارنة بالصنف الأبيض ويليه الصنف الأصفر والذي سجل أضعف فعالية تثبيطية تجاه الجذر الحر, وهذا ما يتوافق مع نتيجة الدراسة التي توصل إليها Diaz-Valencia et al. (2018) على ستة أصناف من الكينوا الحمراء والسوداء والبيضاء, حيث أظهرت الكينوا السوداء فعالية أكبر مقارنة مع الصنفين الأخرين, كذلك ما أكده (Tang et al .,2015), ما يمكننا من القول أن الكينوا السوداء أفضل من ناحية القدرة التثبيطية للجذور الحرة (ROS), الأمر الذي يُمكنها من مقاومة الإجهاد التأكسدي الناجم عن الإجهادين المائي والحراري على مستوى منطقة واد سوف.

5.2. دراسة الإرتباط بين المحتوى الكمي من عديدات الفينول والنشاطية المضادة للأكسدة

تمت دراسة الإرتباط بين المحتوى الكمي من عديدات الفينول والنشاطية المضادة للأكسدة عند كل صنف إعتمادا على معامل الرتباط (R), حيث حيث تبين من خلال النتائج وجود إرتباط ضعيف موجب بين الإختبارين بالنسبة لصنف الكينوا السوداء (R= 0.49), نفس الإستنتاج توصل إليه Nsimba et al. (2008), والذي وجد إرتباط ضعيف بينها. كما لُوحظ وجود إرتباط ضعيف مع علاقة عكسية بين المحتوى من عديدات الفينول والنشاطية المضادة للأكسدة والمتمثلة في قيم IC_{50} لدى الكينوا البيضاء(R= -0.62), نفس الإستنتاج تم توصل إليه (2017) ., Park et al , إذ

يُرجع سبب هذا الإرتباط الضعيف بين قيم IC_{50} والمحتوى من عديدات الفينول حسبه, الى أن المركبات المضادة للأكسدة الرئيسية في مستخلصات بذور الكينوا قد تكون غير الفينولية, على الرغم من قياس كمية عالية نسبيًا من إجمالي المحتوى الفينولي في مستخلصات بذور الكينوا, فإن المركبات غير الفينولية أخرى مثل حمض الأسكوربيك, فيتيك, حمض ألفا توكوفيرول وبيتا كاروتين والصابونين قد تكون الأكثر مساهمة في النشاط المضاد للأكسدة لمستخلصات بذور الكينوا.

كما سجل إرتباط قوي وموجب بين كمية الفينولات الكلية والنشاطية المضاد للأكسدة (R= 0.99) عند صنف الكينوا الصفراء, وهو ما يتوافق مع ما توصل إليه Alvarez-Jubete et al . (2010) و Tang et al . (2015) والذي يفسر هاته التناقضات بين الدراسات بإختلاف التجارب وشروطها فالنشاطية المضادة للأكسدة تختلف حسب درجة ذوبانية مضادات الأكسدة وحالة الإكسدة, كذلك درجة الحموضة وغيرها من العوامل التي قد تأثر على النتيجة النهائية للفعالية المضادة للأكسدة.

الخاتمة

الخاتمة

لقد حققت زراعة الكينوا نجاحا مبهرا في تربة ومناخ غير مألوف بالنسبة لهذه النبتة كمنطقة واد سوف والتي هي محل الدراسة والرامية الى تثمين زراعة نبات الكينوا في ولاية واد سوف, نظرا لأهمية هذا النبات سواءا من جانب التغذية والصحة أو من الجانب الاقتصادي. حيث أظهرت الكينوا تأقلما كبيرا مع المناخ المحلي للمنطقة, والمعروف أنه جاف وفي تربة رملية فقيرة المغذيات.

بهدف تقدير نواتج الأيض الأولي تم تحضير المستخلصات النباتية من مسحوق العينات, ومن خلال مقارنة نتائج التقدير بين الأصناف الثلاثة تبين أن بذور الكينوا الصفراء هي الأحسن من ناحية المحتوى من الدهون والبروتين بفارق قليل عن الصنف الأبيض والذي سجل تفوقا في كمية الكربوهيدرات وأخيرا الصنف الأسود. وقد تبين أن هذا الإختلاف بين الأصناف الثلاثة يعود بشكل مباشر الى العوامل الوراثية وكذا مرفولوجية النبات وقدرته على تحمل الإجهادات المختلفة.

وبغرض إستخلاص المواد الفعالة عند بذور الكينوا فقد تم إتباع طريقة Soxhlet حيث تم بتحضير مستخلصات للعينات النباتية الثلاثة بإستخدام ثلاث مذيبات مختلفة القطبية (هيكسان, أسيتات الإيثيل, ميثانول), ومن خلالها تم تقدير مردود الإستخلاص حيث أعطى المستخلص الميثانولي للكينوا البيضاء أفضل مردود من بين كل المستخلصات.

وبغرض تقدير المحتوى من عديدات الفينول في المستخلصات النباتية تم إتباع طريقة Singleton et Rossi (1965) وبإستخدام Folin- Ciocalteau ككاشف, حيث أعطت كل الأصناف قيما معتبرة مع أفضلية بالنسبة للصنف الأبيض حيث أعطى مستخلص أسيتات الإيثيل لذات الصنف أفضل محتوى من عديدات الفينول.

وقد تبين أن هذا الإختلاف بين الأصناف الثلاثة في المحتوى من نواتج اللأيض الأولي وكذا المحتوى الفينولي قد يعود الى العوامل الوراثية وكذا مرفولوجية النبات وقدرته على تحمل الإجهادات المختلفة, والتي تحدد قدرة النبات على إنتاج هاته المركبات.

الخاتمة

وبغية دراسة النشاطية البيولوجية لأصناف الكينوا تم التطرق للنشاطية المضادة للأكسدة, وذلك إعتمادا على إختبار تثبيط الجذر الحر DPPH•, حيث أبدت المستخلصات النباتية للأصناف الثلاثة قدرة كسح معتبرة مقارنة بدراسات سابقة, حيث أظهرت قيم IC_{50} تفوق المستخلص الميثانولي للكينوا السوداء على باقي المستخلصات. وقد تبين أن سبب هذا الإختلاف في الفعالية المضادة للأكسدة بين الأصناف يمكن أن يعزى الى كمية ونوعية المركبات الفينولية في المستخلصات النباتية كذا كفاءة النبات في إنتاج هاته المركبات.

ومن خلال نتائج الدراسة الإحصائية التي أجريت بالإعتماد على اختبار معامل الإرتباط Test Pearson Correlation Coefficient, حيث تم دراسة الإرتباط بين المحتوى الكمي من عديدات الفينول والنشاطية المضادة للأكسدة لأصناف الكينوا الثلاثة كل على حدى, حيث بينت النتائج وجود إرتباط قوي وموجب بين المتغيرين عند الكينوا الصفراء, كما سجل وجود إرتباط ضعيف بين المتغيرين المدروسين بالنسبة للكينوا السوداء, كما تبين وجود إرتباط ضعيف وعكسي عند الكينوا البيضاء بين المحتوى الفينولي والقدرة التثبيطية تجاه الجذر الحر DPPH• .

وأخيرا وكتوصيات مستقبلية, في هذه الدراسة لم نتطرق الى مدى تأقلم ومقاومة أصناف الكينوا المزروعة محليا لظروف الإجهاد في منطقة واد سوف كذا ألية هذا التأقلم والخصائص والصفات خصوصا الجينية منها والتي مكنتها من التأقلم في بيئتها الجديدة. وبناءا على ما تم التوصل عليه في هاته الدراسة نأمل بالمزيد من الاهتمام بتطوير ودعم زراعة الكينوا في عديد المناطق في الولاية كما نأمل أن تكون هاته الدراسة منطلق لمزيد من الدراسات المعمقة على النبات كما ونأمل من الباحثين في المستقبل السعي الى تثمين وتحديد تنوع الأصناف النامية في منطقة واد سوف.

المراجع

المراجع

❖ **المراجع باللغة العربية**

1. **أبو جاد الله ,ج.م.** (2010). فسيولوجيا وبيولوجيا النبات الجزيئية أثناء الإجهاد المائي.كلية العلوم جامعة دمياط ,مصر ,160-178.
2. **بن جامع** .(2008).المحتوى الكيميائي لأوراق وبذور أصناف من القمح الصلب (*triticum durum* Desf) النامية تحت ضروف الإجهاد المائي ونقعا ورشا (AIA) المعاملة بالأوكسجين. جامعة منتوري, قسنطينة, الجزائر.
3. **بن موسى, م.** (2006). الحركة الإصلاحية بولاية وادي سوف نشأتها و تطورها (1900 - 1939). رسالة ماجستير ، جامعة منتوري قسنطينة، الجزائر, 279.
4. **جيدل, ص.** (2015) . تقدير المحتوى الفينولي والتأثير المضاد لألكسدة لمستخلصات نباتات *Pistacia lentiscus* L و*Artemisia campestris* L.و *Argania spinosa* L أطروحة دكتوراه. جامعة فرحات عباس. سطيف, 23.
5. **حليس ,ي.**(2007). الموسوعة النباتية لمنطقة سوف. مطبعة الوليد, الوادي, 9 .
6. **شهيد, ع.أ ..,جبر,م ع .,صاحب ,ح.م** .(2012). دراسة مقارنة بين الشد الفسيولوجي (التعمير) والشد البيئي (ملوحة والإجهاد المائي) في عقل الماش *Vigna radiata* L . مجلة الفرات للعلوم الزراعية 4(2) ,117-104.
7. **شويخ, ع, بلعيدي, عبد, ا.** (2007). دراسة أثر الحزام الأخضر على ظاهرة التصحر في ولاية الوادي.
8. **ضيف, إ .**(2014). الواقع السوسيولو ثقافي وعلاقتها بالمشكلات البيئية مقاربة سوسيو أثنوغرافي في منطقة واد سوف . مذكرة دكتوراه, جامعة محمد خيضر بسكرة, الجزائر ,308.

9. **الموسوي ع. ح. ع .**(1987). علم تصانيف النبات. الطبعة الأولى, دار الكتاب للطباعة والنشر, بغداد, العراق, 22.

❖ المراجع باللغات الأجنبية

1. **Abderrahim, Z., S**.(2019). Contribution à l'étude phénologique et caractérisation phytochimique pour une évaluation des activités biologiques

du *Chénopodium quinoa* Wild dans les régions semi arides (cas de l'Algérie occidentale) (Doctoral dissertation), 117.

2. **Aberchane, M., Fechtal, M., Chaouch, A., Bouayoune, T**.(2001). Influence de la durée et de la technique d'extraction sur le rendement et la qualité des huiles essentielles du cèdre de l'atlas (*Cedrus atlantica* Manetti). Annales de la recherche forestière au Maroc ISSN, 0483-8009.
3. **ABEROUMAND, A., DEOKULE, S.S**.(2008). Comparsion of phenolic compounds of some edible plants of Iran and India. Pakistan Journal of Nutrition, 7(4), 582.
4. **Ahamed, N. T., Singhal, R. S., Kulkarni, P. R., Pal, M.** (1998). A lesser-known grain, *Chenopodium quinoa*: Review of the chemical composition of its edible parts. Food and Nutrition Bulletin, 19(1), 61-70.
5. **Alvarez-Jubete, L., Arendt, EK., Gallagher, E**.(2009). Nutritive value and chemical composition of pseudocereals as gluten-free ingredients. Food Chemistry,60(4) :241-242.
6. **Alvarez-Jubete, L., Wijngaard, H., Arendt, E.K., Gallagher**.(2010). Polyphenol composition and in vitro antioxidant activity of amaranth, quinoa buckwheat and wheat as affected by sprouting and baking. Food Chemistry, 119(2) :270-271.
7. **Ansari, J.B**.(2019). La philosophie du Vivir Bien confrontée aux inégalités socio-environnementales en Bolivie. Le cas du lac Titicaca. L'Ordinaire des Amériques, 225.
8. **Asao, M., Watanabe, K**.(2010). Functional and bioactive properties of quinoa and amaranth. Food science and technology research, 16(2), 163-168.
9. **Aubrecht, E., Biacs, P.A**.(2001). Characterization of buckwheat grain proteins and its products. Acta Alimentaria, 28, 261-268.

10. **Balasundram, N., Sundram, K., Samman, S**.(2006). Phenolic compounds in plants and agri-industrial by-products: antioxidant activity, occurrence, and potential uses.Food Chem, 99, 191-203.
11. **Bastidas, E.G., Roura, R., Rizzolo, D.A.D., Massanés, T., Gomis, R**. (2016). Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd), from nutritional value to potential health benefits: an integrative review. Journal of Nutrition & Food Sciences, 2016, vol. 6(3),2-6-7.
12. **Bate-Smith, E., Swein, T**.(1962). Flavonoid compounds. In: Mason S & Florkin A (Eds.) Comparative Biochemistry. New York, Academic Press ,755-809.
13. **Bazile, D., Bertero, H.D., Nieto, C**.(2015). State of the art report on quinoa around the world in 2013,287-290.
14. **Becker, R., Hanners, G.D**.(1990). Compositional and nutritional evaluation of quinoa whole grain flour and mill fractions. Lebensmittel-Wissenschaft und-Technologie-Food Science and Technology 23: 441–444.
15. **Beilstein, F., Carrière, V., Leturque, A., Demignot, S**.(2016). Characteristics and functions of lipid droplets and associated proteins in enterocytes. Characteristics and functions of lipid droplets and associated proteins in enterocytes, vol. 340, no 2, 172-179.
16. **Belbache, H**.(2008). Investigation phytochimique de l'extrait chloroforme de *Centaurea Parviflora* Desf. Mémoire de Magister en Chimie Organique, Université Mentouri Constantine, 16-20.
17. **BELDI, H**.(2007). Etude de *gambusia affinis* (poisson, téléostéen) et *donax trunculus* (mollusque, pélécypode) : écologie, physiologie et impacts de quelques. Thèse de Doctorat, Université Annaba, Algérie : 86

18. **BELLEBCIR, L**.(2008). Etude des composés phénoliques en tant quemarqueurs de biodiversité chez les céréales. Mémoire de magister, Université Mentouri, Constantine, 85.

19. **Bender, A.D., Weil, A., Rodwell, W.V., Kennelly, J.P., Botham, M. K**.(2017). Biochimie De Harper. De Boeck Superieur, 840.

20. **Bentabet, N., Boucherit-Otmani, Z., Boucherit, K**.(2014). Chemical composition and antioxidant activity of organic extracts of the roots of *Fredolia aretioides* of the Bechar region of Algeria. J Essen Oil Bear Plant, 19, 1243-50.

21. **Bhargava, A., Shukla, S., Ohri, D**.(2006). *Chenopodium quinoa*—an Indian perspective. Industrial crops and products, 23(1), 73-87.

22. **Bhargava, A., Shukla, S., Rajan, S., Ohri, D**.(2006). Genetic diversity for morphological and quality traits in quinoa (*Chenopodium quinoa Willd*.) germplasm. National Botanical Research Institute. Lucknow. India, 54,167-173.

23. **Bhargava, A., Srivastava, S**.(2013). Quinoa: Botany, production and uses. CABI ,3-9.

24. **Blanco, A., et Blanco, G.**(2017). Proteins. Medical Biochemistry, 21-71.

25. **Borges, LL., Alves, SF., Sampaio, BL., Conceição, EC., Bara, M.T.F,. Paula, JR .** (2013). Environmental factors affecting the concentration of phenolic compounds in *Myrcia tomentosa* leaves. Braz. J. Pharmacogn, 23,230-238.

26. **Bozin, B., Mimica-Dukic, N., Samojlik, I., Goran, A., Igic, R**.(2008). Phenolics as antioxidants in garlic (*Allium sativum* L., Alliaceae), Food Chem 111, 925-929

27. **Brady, K., Ho, C., Rosen, R., Sang, S., Karwe, M**.(2007). Effects of processing on the nutraceutical profile of quinoa. Food Chemistry, 100 (3), 1209-1210

28. **Brand-Williams, W., Cuvelier, M.E., Berset, C**.(1995). Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. LWT - Food Science and Technology, 28 (1), 25-26

29. **Bressani, R.**(1994). Composition and nutritional properties of amaranth. In: Paredes Lopez O, editor. Amaranth biology, chemistry and technology. London: CRC Press Inc,185-205

30. **Brito-Arias, M**. (2007). Synthesis and characterization of glycosides (Vol. 352). New York, NY, USA: Springer.

31. **Buchanan, B.B., Gruissem, W., Jones, R.L**.(2000). Biochemistry & Molecular Biology of plants. American Society of plant Physiologists, 1367 Gerhenson, et Croteau.(1991). Oecologia Vol. 156, No 1, 125-135

32. **Calderón-Montaño, J.M., Burgos-Morón, E., Orta, M.L., Maldonado-Navas, D., García-Domínguez, I., López-Lázaro, M**.(2014). Evaluating the cancer therapeutic potential of cardiac glycosides. BioMed research international.

33. **Canahua, M.A**.(1977). Observaciones del comportamiento de quinoa a la sequia. In: Primer Congreso Internacional sobre cultivos Andinos, Universidad Nacional San Cristobal de Huamanga, Instituto Interamericano de Ciencias Agricolas, Ayacucho, Peru, 390–392.

34. **Carciochi, R.A., Manrique, G.D., Dimitrov, K**.(2015). Optimization of antioxidant phenolic compounds extraction from quinoa (*Chenopodium quinoa*) seeds. Journal of food science and technology, 52(7), 4396-4404.

35. **Cercam.**(2014). Fiche de synthèse QUINOA Une culture à fort potentiel d'adaptation et de production pour le Maroc. Maroc, 3.

36. **Chadwick, J.D. et Whelan, J**.(1992). Secondary metabolites: Their function and evolution. John wiley et sons Ltd, 317.
37. **CHAOUCHEA, T.M., HADDOUCHIA, F., KSOURIB, R., MEDINIB, F., EL-HACIA, I.A., BOUCHERITC, Z., SEKKALD, F.Z., ATIKBEKARA, F**.(2013). Antioxidant activity profiling by spectrophotometric methods of phenolic extract of *Prasium majus* L. Free Radicals and Antioxidants, (3), 43-46.
38. **Chauhan ,GS., Eskin, NAM., Tkachuk, R**.(1992). Nutrients and antinutrients in quinoa seed. Cereal Chem, 69,85-8.
39. **Cheynier, V.(**2012). Phenolic compounds: from plants to foods. Phytochemistry Reviews, 11(2-3), 153-177.
40. **Chung, K.T., Wong, T.Y., Wei, C.I., Huang, Y.W., Lin Y**.(1998). Tannins and human health: a review. Critical Reviews in Food Science and Nutrition 386, 421-464.
41. **Comai, S., Bertazzo, A., Bailoni, L., Zancato, M., Costa, C. V., & Allegri, G**. (2007). The content of proteic and nonproteic (free and protein-bound) tryptophan in quinoa and cereal flours. Food Chemistry, 100(4), 1350-1355.
42. **Coulter, L.A., Lorenz K**.(1990). Quinoa: composition, nutritional value, food applications. LebensmittelWissenschaft und Technologie-Food Science and Technology 23, 203-207.
43. **Da-cunha-veloso, A**.(2016). Impacts de l'essor international du quinoa. Haute École de Gestion de Genève (HEG-GE). Suisse , 2-3.
44. **De Bruin, A**.(1963). Investigation of the food value of quinoa and canihua ˜ seed. J Food Sci 29,872-876 .
45. **de Dios Alché, J**.(2019). A concise appraisal of lipid oxidation and lipoxidation in higher plants. Redox biology, 23, 6.

46. **Del Castillo, C., Gregory, M., Winkel, T**.(2008). Le Quinoa en Bolivie : une culture ancestrale devenue culture de rente « bio-équitable ». Biotechnol. Agron. Soc.Envion, 12(4) : 421-435.

47. **Diaz-Valencia, Y.K., Alca, J.J., Calori-Domingues, M.A., Zanabria-Galvez, S.J., Da Cruz, S.H**.(2018). Nutritional composition, total phenolic compounds and antioxidant activity of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) of different colours. Nova Biotechnologica et Chimica, 17(1), 74-85.

48. **Dini, A., Rastrelli, L., Saturnino, P., Schettino, O.A.**(1992). compositional study of *Chenopodium quinoa seeds*. Nahrung ,36(4),400-404.

49. **DJEDEI, S., & MERABET, R.** (2019). Etude comparative des quatre variétés de quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd) cultivées dans la région d'Oued Righ" Djamaa", 9.

50. **DJERIDANE, A., YOUSFI, M., NADJEMI, B., VIDAL, N., LESGARDS, J.F STOCKER P**.(2007). Screening of some Algerian medicinal plants for the phenolic compounds and threir antioxidant activity. J of Eur., Food Res., Technol, 224, 805.

51. **Djordjevic, T.M., Šiler-Marinkovic, S.S., Dimitrijevic-Brankovic, S.I**. (2011). Antioxidant activity and total phenolic content in some cereals and legumes. International Journal of Food Properties, 14(1), 175-184.

52. **Drzewiecki, J., Delgado-Licon, E., Haruenkit, R., Pawelzik, E., MartinBelloso, O., Park, Y.-S., et al.**(2003). Identification and differences of total proteins and their soluble fractions in some pseudocereals based on electrophoretic patterns.Journal of Agricultural and Food Chemistry, 51(26), 7798-7804.

53. **DUBOIS, M.K., GILLES, K.A., HAMILTON, J.K., REBERS, P. A., SMITHF**.(1956). Colorimetric method for determination of sugars and related substances. Anal Chem, 28 ,350-356.

54. **Eid, H.M., Wright, M.L., Anil Kumar, N.V., Qawasmeh, A., Hassan, S.T. S., Mocan, A., Haddad, P.S**.(2017). Significance of Microbiota in Obesity and Metabolic Diseases and the Modulatory Potential by Medicinal Plant and Food Ingredients. Frontiers in Pharmacology, 8.

55. **Fabio, A.D., Parraga, G.**(2017). Origin, production and utilization of pseudocereals. In:Haros, C.M., Schoenlechner, R. (Eds.), Pseudocereals. Wiley & Sons, New York,1 -27.

56. **Falleh, H., Ksouri, R., Chaieb, K., Karray bourawi, N., Trabelsi, N .,Boulaaba, M., Abdelly, C**.(2008). Phenolic composition of *Cynara* c*ardunculus* L organs, and their biological activities, C R.BiologiesVol (331),372-379.

57. **FAO.**(2011). Quinoa an ancient crop to contribute to world food Security ,3-21.

58. **Foucault, A**.(2014). Effets d‟‟un extrait de quinoa enrichi en 20-hydroxyecdysone dans un modèle d'obésité nutritionnelle: Application clinique.Thèse Doctorat Médecine humaine et pathologie. AgroParisTech. Français, 112.

59. **Francis, G., Kerem, Z., Makkar, HP., Becker, K**.(2002). The biological action of saponins in animal systems: a review. Br J Nutr, 88, 587-605.

60. **Galwey, N.W., Leakey, C.L.A., Price, K.R., Fenwick, G.R.**(1989). Chemical Composition and Nutritional Characteristics of Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.).Food Sciences and Nutrition, 42(4) ,245-261.

61. **Gawlik-Dziki, U., Åświeca, M., Sułkowski, M, Dziki, D., Baraniak, B., et al.**(2013). Antioxidant and anticancer activities of *Chenopodium quinoa* leaves extracts - in vitro study. Food Chem Toxicol, 57,154-160

62. **Gerhenson et Croteau.**(1991). Oecologia Vol. 156, No 1 ,125-135.Cornely, K.,Pratt, C. (2019). Biochimie. De Boeck Superieur, 720.

63. **Giada, M.D.L.R**.(2013). Food phenolic compounds: main classes, sources and their antioxidant power. Oxidative stress and chronic degenerative diseases—A role for antioxidants. InTech, 87-112.

64. **GMEZ-CARAVACA, A.M.G., MEZ-ROMERO, M., ARR-ÉEZ-ROM-ÉN D., SEGURA-CARRETERO, A., FERN-ÉNDEZ-GUTIÑRREZ, A**., (2006). Advances in the analysis of phenolic compounds in products derived from bees. Journal Pharm, Biomed, Anal, 41, 1220-1234.

65. **GOLDSWORTHY, A.C., MORDUE, W., GUTHKELCH, J**.(1972). Studies on insect adipokinetic hormone. Gen Comp Endocrinal, 18, 306-314.

66. **Gómez-Caravaca, A.M., Iafelice, G., Lavini, A., Pulvento, C., Caboni, M. F., Marconi, E.**(2012). Phenolic compounds and saponins in quinoa samples (*Chenopodium quinoa* Willd.) grown under different saline and nonsaline irrigation regimens. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 60(18), 4620-4627.

67. **Gonthier, M.P., Remesy, C., Scalbert, A., Cheynier, V., Souquet, J.M., Poutanen, K., Aura, A.M**.(2006). Microbial metabolism of caffeic acid and its esters chlorogenic and caftaric acids by human faecal microbiota in vitro. Biomed. Pharmacother, 60, 536-540.

68. **Graf, B.L., Rojas-Silva, P., Rojo, L.E., Delatorre-Herrera, J., Baldeón, M.E., Raskin, I**.(2015). Innovations in health value and functional food development of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.). Comprehensive reviews in food science and food safety, 14(4), 431-445.

69. **Grigonis, D., Venskutonis, P.R., Sivik, B., Sandahl, M., Eskilsson, C.S**.(2005). Comparison of different extraction techniques for isolation of antioxidants from sweet grass (*Hierochloë odorata*). The Journal of Supercritical Fluids, 33(3), 223–233.

70. **GROSSI, M., DI LECCE G.E., ARRU, M., GALLINA, T., TULLIA RICCO, B**.(2015). An opto-electronic system for in-situ determination of peroxide value and total phenol content in olive oil. Journal of Food Engineering, 146, 1-7.

71. **Güçlü-Ustündağ, O., Mazzab, G. Saponins** .(2007). properties, applications and processing. Crit Rev Food Sci Nutr, 47, 231-58.

72. **Gunstone, F.D.(**2012). Fatty Acid and Lipid Chemistry. Springer, 252.

73. **HAN, X., SHEN, T., LOU, H**.(2007). Dietary polyphenols and their biological significance. International Journal of molecular science, (8), 952-956.

74. **HARAMANS, C., HAMMOND, J.P., WHITE, P.J., VERBUGGEN N**.(2006). How do plants respond to nutrient shortage by biomass allocation, Trends in Plant Science, 11 (12), 600.

75. **HARBONE, J., WILLIAMS, C**.(2000). Advances in flavonoid research since 1992. Phytochemistry, 55(6), 481-504.

76. **HARRAR, A**.(2012). Activité antioxydante et antimicrobienne d'extraits de *Rhamnus alaternus* L. Mémoire pour obtention diplôme de magister.Université FERHAT Abbas, Setif, 31-32.

77. **Heller, R., Esnault, R., et lance, C**.(2000). physiologie Végétal, nutrition. 6ed Dunod Paris, 760.

78. **Herbert, B.R**.(1989). The Biosynthesis of Secondary Metabolites. Springer Science & Business Media, 232.

79. **Herbillon, M**.(2015). Le Quinoa: Intérêt nutritionnel et perspectives pharmaceutiques. thèse doctorat en pharmacie. Université de Rouen u.f.r de médecine et de pharmacie. France , 34-51.

80. **Hiraoka, N., Bhatt, I. D., Sakurai, Y., & Chang, J. I**. (2004). Alkaloid production by somatic embryo cultures of Corydalis ambigua. Plant Biotechnology, 21(5), 361-366.

81. **Hirose, Y., Fujita, T., Ishii, T., Ueno, N**.(2010). Antioxidative properties and flavonoid composition of *Chenopodium quinoa* seeds cultivated in Japan. Food Chemistry , 119(4), 1300-1306.

82. **Huang, D., Ou B., Prior, RL.**(2005). The chemistry behind antioxidant capacity assays. J Agric Food Chem, 53,1841-1856.

83. **Huang, W.Y., Cai, Y.Z., Zhang, Y**.(2009). Natural phenolic compounds from medicinal herbs and dietary plants: potential use for cancer prevention. Nutrition and cancer, 62(1), 1-20.

84. **Huh YS, Hong TH, and Hong WH.** (2004): Effective extraction of oligomeric proanthocyanidin (OPC) from wild grape seeds. Biotechnol Bioproc E, 9, 471–475.

85. **Hunziker, A.T.,** 1943. Los especies alimenticias de Amaranthus y Chenopodium cultivadas por los Indios de America. Rev. Argen. Agron,30, 297-353.

86. **IBRAHIMI, N.S., HADIAN, J., MIRJALILI, M.H., SONBOLI, A., YOUSEFZADI, M**.(2008). Essential oil composition and antibacterial activity of *Thymus caramanicus* at different phonological stages. Journal of Food Elsevier Chemistry, 110, 929.

87. **Jacobsen, S.E., Mujica, A., Jensen, C.R**.(2003). The resistance ofquinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) to adverse abiotic factors.Food Rev. Int. 19 (1–2), 99-109.

88. **Jacobsen, S-E., Stølen,** O.(1993). Quinoa - Morphology, phenology and prospects for its production as a new crop in Europe. European Journal of Agronomy, 2(1), 22-24.

89. **Jacobson ,S**. (2003). The worldwide potential for quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.). Food Rev Int, 19,167-177.

90. **Jancurová, M., Minarovičová, L., Dandar, A**.(2009). Quinoa–a rewiev. Czech Journal of Food Sciences, 27(2), 71-73.

91. **Jayaprakasha, G.K., Girennavar, B., Patil, B.S.**(2008). Antioxidant capacity of pummelo and navel oranges: Extraction efficiency of solvents in sequence. LWT-Food Science and Technology, 41(3), 376-384.

92. **Jenkins DJ, Kendall, CW., McKeown-Eyssen, G., Josse, RG., Silverberg, J., et al**.(2008). Effect of a low-glycemic index or a high-cereal fiber diet on type 2 diabetes: a randomized trial. JAMA, 300, 2742-2753.

93. **Jensen, C.R., Jacobsen, S.E., Andersen, M.N., Nunez, N., Andersen,S.D., Rasmussen, L., Mogensen, V.O**.(2000). Leaf gas exchange and water relation characteristics of field quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) during soil drying. Eur. J. Agron. 13, 11–25.

94. **Kanoun, K**.(2011). Etude des proprieties physic-chimique des huiles essentielles de *Lippia multiflora*, *Cymbopogon citratus*, *Cymbopogon nardus*, *Cymbopogon giganteus*. C.R. Chimie; 2011, Vol. 7; pp 1039-1042.

95. **Kansole, M.M.R**.(2009). Etude ethnobotanique, phytocuimique et activités biologiques de quelques lamiaceae du Burkina Faso: cas de *Leucas martinicansis* (Jacquin) R. Brown, *Hoslundia oppossta* vahl et *Orthosiphon pallidus* royle ex benth. Mémoire pour obtenir un diplôme d'Etudes Approfondies (D.E.A) en Sciences Biologiques Appliquées, Burkina Faso, 44-77.

96. **Karagözler, AA., Erdağ, B., Emek, YÇ., Uygun, DA**.(2008). Antioxidant activity and proline content of leaf extracts from *Dorystoechas hastata*. Food Chem, 111, 400-407.

97. **KHALAF, A., SHAKYA, K., AL-OTHMAN, A., EL-AGBAR, Z., FARAH, H**.(2008). Antioxidant Activity of Some Common Plants. Turk J Biol, 32: 52.

98. **Khan, I. H., & Javaid, A**. (2019). ANTIFUNGAL, ANTIBACTERIAL AND ANTIOXIDANT COMPONENTS OF ETHYL ACETATE EXTRACT OF QUINOA STEM. Plant Protection, 3(03), 125.

99. **Kimmel, R.A,. Sztalryd, S.C**.(2016). The Perilipins: Major Cytosolic Lipid Droplet–Associated Proteins and Their Roles in Cellular Lipid Storage, Mobilization, and Systemic Homeostasis. Annual Review of Nutrition, Vol, 36, 471-509.

100. **Koziol, MJ**.(1992). Chemical composition and nutritional evaluation of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.).J Food Comp Anal , 5(1), 35-68.

101. **Krzyzowska, M., Tomaszewska, E., Ranoszek-Soliwoda, K., Bien, K., Orlowski, P., Celichowski, G., & Grobelny, J.** (2017). Tannic acid modification of metal nanoparticles: possibility for new antiviral applications. In Nanostructures for oral medicine. Elsevier, 335-363.

102. **Kumar, S., Yadav, A., Yadav, M., Yadav, J.P.**(2017). Effect of climate change on phytochemical diversity, total phenolic content and in vitro antioxidant activity of *Aloe vera* (L.) Burm.f. BMC Res. Notes, 10, 1-12.

103. **Lattanzio, V**.(2013). Phenolic Compounds: Introduction, 50,1545-1547.

104. **Lebon, Vallet** .(2008). Implantation du quinoa et simulation de sa culture sur l'Altiplano bolivien. Thèse de doctorat, Agro Paris Tech, France.

105. **Lebonvallet, S**.(2008). Implantation du quinoa et simulation de sa culture sur l'altiplano bolivien. Thèse doctorat. Agro Paris Tech. France, p:17-29.

106. **Lee, I.**(2015). Betaine is a positive regulator of mitochondrial respiration. Biochem Biophys Res Commun, 456, 621-625.

107. **Leegood, C.R., Sharkey, D.T., Caemmerer, V.S**.(2000). Photosynthesis: Physiology and Metabolism. Kluwer academic publishers, 607

108. **Leonardus, A., den Toom.**(2016). The effect of salinity on plant growth and grain production of non-bitter varieties of *Chenopodium quinoa*Wageningen UR, 25th of February.

109. **LI, M., PARE, P.W., ZHANG, J., KANG, T., ZHANG, Z., YANG, D., WANG, K., XING, H**.(2017). Antioxidant Capacity Connection with Phenolic and Flavonoid Content in Chinese Medicinal Herbs. records of natural products, 12(3), 239-250.

110. **Lin, D., Xiao, M., Zhao, J., Li, Z., Xing, B., Li, X., Chen, H**.(2016). An overview of plant phenolic compounds and their importance in human nutrition and management of type 2 diabetes. Molecules, 21(10), 1374.

111. **Lindeboom, N.**(2005). Studies on the characterization, biosynthesis and isolation of starch and protein from quinoa (*Chenopodium quinua* Willd.). PhD dissertation, University of Saskatchewan, Saskatchewan, 170.

112. **Lorenz, K., Nyanzi, F**.(1989). Enzyme activities in quinoa (*Chenopodium quinoa*). Int J Food Sci Tech, 24,543-51.

113. **LOWRY, O.H., ROSEBROUGH, N.J., FARR, A.L., RANDALL, R.J**.(1951). Protein measurments with the folin phenol reagent. J Biol Chem, 193,275-265 .

114. **MADI, A**.(2010). Caractérisation et comparaison du contenupolyphénolique de deux médicinales (Thym et Sauge) et la mise en évvidence de leurs activités biologiques. Mémoire de Magister, Université Mentouri, Constantine, , 55-78.

115. **MAKSYM, M.(**2014). High density stress response in plants and the role of anthocyanin biosynthesis under adverse environmental conditions. These of doctorate, University of Guelph – Canada, 112.

116. **Marmouzi, I., El Madani, N., Charrouf, Z., Cherrah, Y., El Abbes Faouzi, M.Y**.(2015). Proximate analysis, fatty acids and mineral composition of processed Moroccan *Chenopodium quinoa* Willd. and antioxidant properties according to the polarity. Phytothérapie, 13(2), 110–117.

117. **Marzocchella, L., Fantini, M., Benvenuto, M., Masuelli, L., Tresoldi, I., Modesti, A., Bei, R.(**2011). Dietary flavonoids: molecular mechanisms of action as anti- inflammatory agents. Recent Pat. Inflamm. Allergy Drug Discov, 5, 200-220

118. **Maulida, R., Guntarti, A**.(2015). Pengaruh Ukuran Partikel Beras Hitam (*Oryza Sativa* L.) Terhadap Rendemen Ekstrak Dan Kandungan Total Antosianin. Influence of black rice particle size (*Oryza Sativa* L.) against rendement extract and total content of antosianin. J Pharm, 5(1), 10-11.

119. **McRae, M.P.**(2013). Betaine supplementation decreases plasma homocysteine in healthy adult participants: a meta-analysis. J Chiropr Med , 12, 20-25.

120. **Meneguetti, Q.A, Brenzan, M.A., Batista, M.R., Bazotte, R.B., Silva, D.R., et al.** (2011). Biological effects of hydrolyzed quinoa extract from seeds of *Chenopodium quinoa* Willd. J Med Food , 14,653-657.

121. **Miranda, M., Vega-Gálvez, A., Martínez, E.A., López, J., Marín, R., Aranda, M., Fuentes, F**.(2013). Influence of contrasting environments on seed composition of two quinoa genotypes: nutritional and functional properties. Chilean journal of agricultural research, 73(2), 108-116.

122. **Miranda, M., Vega-Gálvez, A., Uribe, E., López, J., Marínez, E., Rodríguez, M.J., Quispe, I., Scala, K.D**.(2011). Physico-chemical analysis, antioxidant capacity and vitamins of six ecotypes of chilean quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) 11th International Congress on Engineering and Food. Procedia Food Science, 1, 1439-1446.

123. **Moghimipour, E., et Handali, S**.(2015). Saponin: properties, methods of evaluation and applications. Annual Research & Review in Biology, 207-220.
124. **MOLYNEUX, P**.(2004). The use of the stable free radical diphenylpicryl-hydrazyl (DPPH) for estimating antioxidant activity. Songklanakarin J Sci Technol, 26(2), 212-216.
125. **Montoya, L., Martínez, L., Paralta, J.(**2005). Análisis de las variables estratégicas para la conformación de una cadena productiva de la quinua en Colombia. Journal Innovar. Edit.Unibiblos : v 25,103-119.
126. **Mujica, A., Jacobsen, S.E., Ezquierdo, J., Marathee, J.P**.(2001). Resultados de la Prueba Americana y Europes de la Quinua. FAO, UNA-Puno, CIP, 51.
127. **NADJAH, A.**(1971). Le Souf d'oasis. Edition la Maison de livres Alger, 171.
128. **Naik, J., Pandey, A.** (2019). Synthetic metabolism and its significance in agriculture. In Current Developments in Biotechnology and Bioengineering Elsevier , 365-391.
129. **Nielsen, J.C., Nielsen, J**.(2017). Development of fungal cell factories for the production of secondary metabolites: linking genomics and metabolism. Synth. Syst. Biotechnol, 2 (1), 5-12.
130. **Nsimba, R.Y., Kikuzaki, H., Konishi, Y**.(2008). Antioxidant activity of various extracts and fractions of *Chenopodium quinoa* and *Amaranthus spp*. Seeds. Food Chem., 106, 760-766.
131. **Onaolapo, A.Y., Onaolapo, O.J.(**2019). Herbal Beverages and Brain Function in Health and Disease. Functional and Medicinal Beverages, 313-349.
132. **Pandey, K.B., Rizvi, S.I.(**2009). Plant polyphenols as dietary antioxidants in human health and disease. Oxid. Med. Cell. Longev, 2, 270-278.

133. **Park, J.H., Lee, Y.J., Kim, Y.H., Yoon, K.S**.(2017). Antioxidant and antimicrobial activities of Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) seeds cultivated in Korea. Preventive nutrition and food science, 22(3), 195.

134. **Pasko, P., Barton, H., Zagrodzki, P., Izewska, A., Krosniak, M**.(2010). Effect of diet supplemented with quinoa seeds on oxidative status in plasma and selected tissues of high fructose-fed rats. Plant Foods Hum.

135. **Pasko, P., Zagrodzki, P., Barton, H., Chlopicka, J., Gorinstein, S**.(2010). Effect of quinoa seeds (*Chenopodium quinoa*) in diet on some biochemical parameters and essential elements in blood of high fructose-fed rats. Plant Foods Hum Nutr , 65, 333-338.

136. **Porter, LJ**.(1989). Tannins. In: Harborne J (Ed.) Methods in plant biochemistry- Plant phenolics. London, Academic Press, 389-419.

137. **PRABHU, I., KRISHNASWAMY, J**.(2012). Combined effects of zinc and high irradiance stresses on photoinhibition of photosynthesis. Bean Journal of Stress Physiology et Biochemistry, 8(4),14.

138. **Ragan, M.A., Glombitza, K**.(1986). Phlorotannin: Brown algal polyphenols. Progress in Physiological Research , 4 ,177- 241.

139. **RAJAEI, A., BARZEGAR, M., HAMIDI, Z., SAHARI, A**.(2010). Of extraction conditions of phenolic compounds from pistachio (*Pistachia vera*) green hull through response surface method. J Agr Sci Tech, 12, 608.

140. **Ren, Y., Liu, S**.(2020). Effects of separation and purification on structural characteristics of polysaccharide from quinoa (*Chenopodium quinoa* willd). Biochemical and Biophysical Research Communications, 522(2), 286.

141. **Repo-Carrasco, R., Espinoza, C., Jacobsen, S.E**.(2003). Nutritional value and use of the Andean crops quinoa (*Chenopodium quinoa*) and kañiwa (*Chenopodium pallidicaule*). Food reviews international, 19(1-2), 179-189.

142. **Repo-Carrasco-Valencia, R., Hellström, JK., Pihlava JM., Mattila PH.** (2010). Flavonoids and other phenolic compounds in Andean indigenous grains: quinoa (*Chenopodium quinoa*), kañiwa (*Chenopodium pallidicaule*) and kiwicha (*Amaranthus caudatus*). Food Chem , 120, 128-133.

143. **Repo-Carrasco-Valencia, R.A.M., Serna, L.A**.(2011). Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) as a source of dietary fiber and other functional components. Food Science and Technology, 31(1), 225-230.

144. **Risic, J., Galwey, N.W**.(1984). The chenopodium grains of the Andes. Inca crops for modern agriculture. Adv Appl Biol, 10, 145-6.

145. **Rojas, W., Pinto, M**.(2013). La diversidad genética de quinua de Bolivia. In M. Vargas, ed. Congreso Científico de la Quinua(Memorias). La Paz, Bolivia , 77-92.

146. **Rojas, W., Pinto, M., Alanoca, C., Gómez Pando, L., León-Lobos, P., Alercia, A., Bazile, D**.(2015). Quinoa genetic resources and ex situ conservation, 65.

147. **Römer, S., Fraser, P. D.** (2005). Recent advances in carotenoid biosynthesis, regulation and manipulation. Planta, 221(3), 305-308.

148. **Ruales, J., Nair, B.M**.(1992). Nutritional quality of the protein in quinoa (*Chenopodium quinoa,* Willd) seeds. Plant Foods for Human Nutrition, 42(1), 1-11.

149. **San Martín ,R., Briones, R.(**1999).Industrial uses and sustainable supply of *Quillaja saponaria* (Rosaceae) saponins. Econ Bot, 53,302-11.

150. **Sánchez-Moreno, C**.(2002). Compuestos polifenólicos: estructura y classificación: presencia en alimentos y consumo: biodisponibilidad y metabolismo. Alimentaria ,329 ,19- 28 .

151. **Sarker, S., Nahar, L**.(2007). Chemistry for Pharmacy Students General, Organic and Natural Product Chemistry, 396.

152. **Saturni, L., Ferretti, G., & Bacchetti, T**. (2010). The gluten-free diet: safety and nutritional quality. Nutrients, 2(1), 16-34.
153. **Schlick, G., Bubenheim, D.L.(**1996). Quinoa—Candidate Crop forNASA's Controlled Ecological Life Support Systems. In: Janick,J. (Ed.), Progress in New Crops. ASHS Press, Arlington, VA.
154. **Senhaji, S., Lamchouri, F., Toufik, H.**(2020). Phytochemical Content, Antibacterial and Antioxidant Potential of Endemic Plant *Anabasis aretioïdes* Coss. & Moq.(Chenopodiaceae). BioMed Research International, 05.
155. **Shams, A.S.**(2018). Preliminary evaluation of new quinoa genotypes under sandy soil conditions in Egypt. Agricultural Sciences, 9(11), 1444-1456.
156. **SHIBKO, S., KOIVISTOINEN, P., TRATYNECK, C., HALL N., FEIDMAN, L.**(1966). A method for the sequential quantitative separation and determination of protein, RNA, DNA, lipid and glycogen from a single rat liver homogenate or from a subcellular fraction. Analyt Biochem, (19), -528 415.
157. **Singh, R., Singh, S., Kumar, S., Arora, S**.(2007). Studies on antioxidant potential of methanol extract/fractions of *Acacia auriculiformis* A. Cunn. Food Chemistry, 103(2), 505-511.
158. **Singhal, RS., Kulkarni, PR**.(1988). Amaranths—an underutilized resource. Int J Food Sci Tech, 23, 3-125.
159. **Singleton, V.L., Rossi, J.A**.(1965). Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdicphosphotungstic acid reagents. Am. J. Enol. Vitic, 16 (3), 144-158.
160. **Sosa-Zuniga, V., Brito, V., Fuentes, F., Steinfort, U**.(2017). Phenological growth stages of quinoa (*Chenopodium quinoa*) based on the BBCH scale. Annals of Applied Biology, 171(1), 117-124.

161. **Spencer, J.P., Abd El Mohsen, M.M., Minihane, A.M., Mathers, J.C**.(2008). Biomarkers of the intake of dietary polyphenols: strengths, limitations and application in nutrition research. Br. J. Nutr, 99, 12-22.
162. **Stratil, P., Klejdus, B., Kubáň, V**.(2006). Determination of total content of phenolic compounds and their antioxidant activity in vegetables evaluation of spectrophotometric methods. J Agric Food Chem 54: 607-616.
163. **Tang, Y., Li, X., Zhang, B., Chen, PX., Liu, R., Tsao, R.(**2015). Characterisation of phenolics, betanins and antioxidant activities in seeds of three *Chenopodium quinoa* Willd. genotypes. Food Chem 166, 380-388.
164. **Tapia, M.E**.(2000). Cultivos andinos subexplotados y su aporte a la alimentaciôn.Quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.): ancestral cultivo andino, alimento del presente y futuro.
165. **Touitou, Y**.(2006). Biochimie : structure des glucides et lipids. Niveau PAES. Université Pierre et Marie Curie, 48.
166. **Trease GE, Evans WC.** (1983).The pharmacological action of plant drugs. In: Pharmacognosy. 12th ed. London: Ballière Tindall/English Language Book Society,147–54.
167. **Varriano-Marston, E., De Francisco, A**.(1984). Ultrastructure of quinoa fruit (*Chenopodium quinoa*, Willd.). Food Microstructure, 3, 73-165.
168. **Vega-Galvez, A., Miranda, M., Vergara, J., Uribe, E., Puente, L., Martinez, E.A**.(2010). Nutrition facts and functional potential of quinoa (*Chenopodium quinoa willd*).an ancient Andean grain: a review. J. Sci. Food Agric. 90 (15),2541-2542.
169. **Velderrain-Rodríguez, G.R., Palafox-Carlos, H., Wall-Medrano, A., AyalaZavala , J.F., Chen, C.Y.O., Robles-Sanchez, M., Astiazaran-García, H., Alvarez-Parrilla, E., González-Aguilar, G.A**. (2014). Phenolic compounds: Their journey after intake. Food Funct, 5, 189-197.

170. **Vermerris, W., Nicholson, R**.(2006). Phenolic compound biochemistry. Springer, 7-15.
171. **Verza, SG., Silveira, F., Cibulski ,S., Kaiser, S., Ferreira, F., et al.**(2012). Immunoadjuvant activity, toxicity assays, and determination by UPLC/QTOF-MS of triterpenic saponins from *Chenopodium quinoa* seeds. J Agric Food Chem, 60, 3113-3118.
172. **Vilche C., Gely M. & Santalla E.** (2003). Physical properties of quinoa seeds. Biosystem Engineering, 86, 59–65.
173. **Welte, A.M., Gould, P.A**.(2017). Lipid droplet functions beyond energy storage. BBA - Molecular and Cell Biology of Lipids, vol. 1862, 1260-1272.
174. **Weymouth-Wilson, C. A.** (1997). The role of carbohydrates in biologically active natural products, 99-110.
175. **Wright, KH., Pike, OA., Fairbanks, DJ., Huber, SC.**(2002). Composition of *Atriplex hortensis*, sweet and bitter *Chenopodium quinoa* seeds. Food Chem Toxicol, 67,1383-1385 .
176. **XU, B., CHANG, S.**(2008). Total phenolics, phenolic acids, isoflavones, and anthocyanins and antioxidant properties of yellow and black soybeans as affected by thermal processing. Journal of Agricultural and Food Chemistry, v, 56, 7165-7175.
177. **YEO, S.O., GUESSENND, K.N., MEITE, S., OUETTARA, K., BAHI GNOGBO, A., N'GUESSAN, J.D., COULBALY, A**.(2014). In vitro antioxidant activity of extracts of the root *Cochlospermum planchonii* Hook. Fex Planch (Cochlospermaceae). Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry, 3(4), 167.
178. **Yu, L., Perret, J., Davy, B., Wilson, J., Melby, C.L**.(2002). Antioxidant Properties of Cereal Products. Journal of Food Science, 67(7), 2600-2603

179. **Yu, L., Perret, J., Harris, M., Wilson, J., Haley, S.**(2003). Antioxidant properties of bran extracts from "Akron" wheat grown at different locations. J Agric Food Chem , 51, 1566-1570.

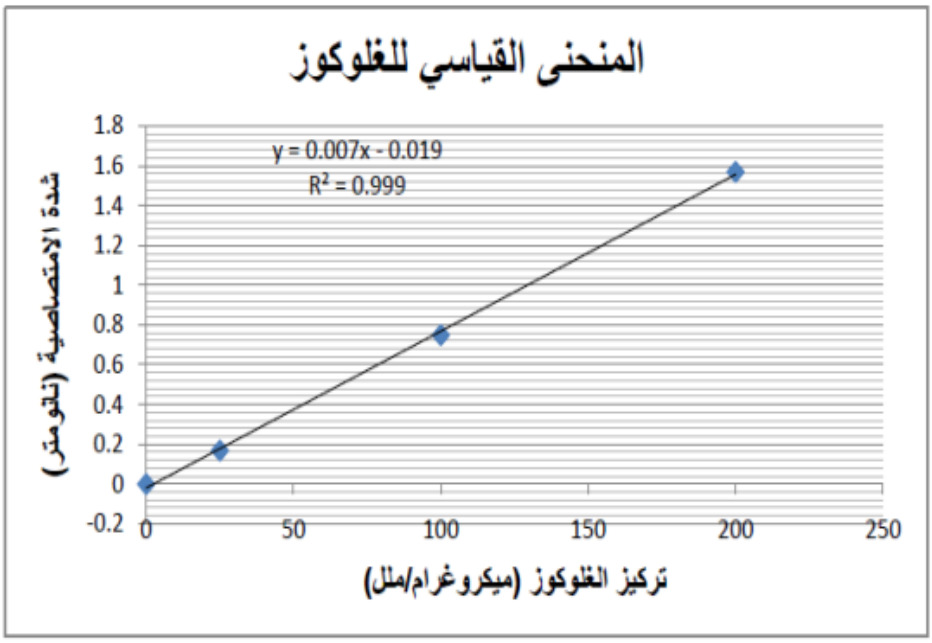
180. **Zevallos, VF., Herencia, LI., Chang, F., Donnelly, S., Ellis, HJ., et al**.(2014). Gastrointestinal effects of eating quinoa (*Chenopodium quinoa Willd*.) in celiac patients. Am J Gastroenterol ,109, 270-278.

181. **Zheng, C.D., LI, G., LI, H.Q., XU, X.J., GAO, J.M., ZHANG, A.L**.(2010). DPPH scavenging activities and structure-activity relationships of phenolic compounds. Nat Prod Commun, 5, 1759-1765.

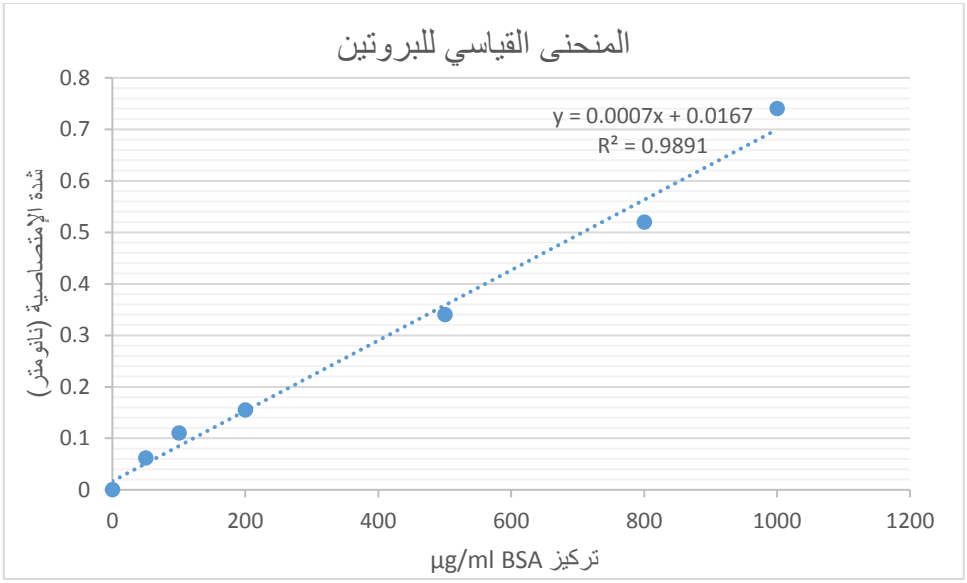
182. **ZOUAOUI S** .(2019). Contribution à l'étude phénologique et caractérisation phytochimique pour une évaluation des activités biologiques du *Chénopodium quinoa* Wild dans les régions semi arides (cas de l'Algérie occidentale), thèse doctorat. Univercité Djilali Liabes de sidi bel abbes , algerie,109.

الملاحق

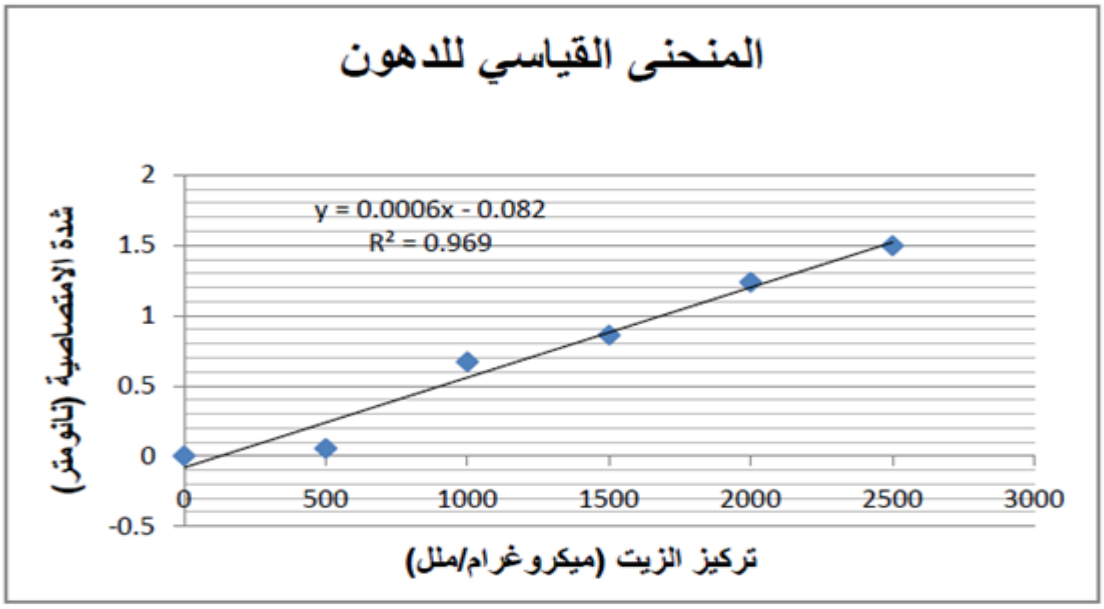
الملحق 01: المنحنيات القياسية لتقدير القيمة الغذائية والمحتوى الفينولي والنشاطية المضادة للأكسدة



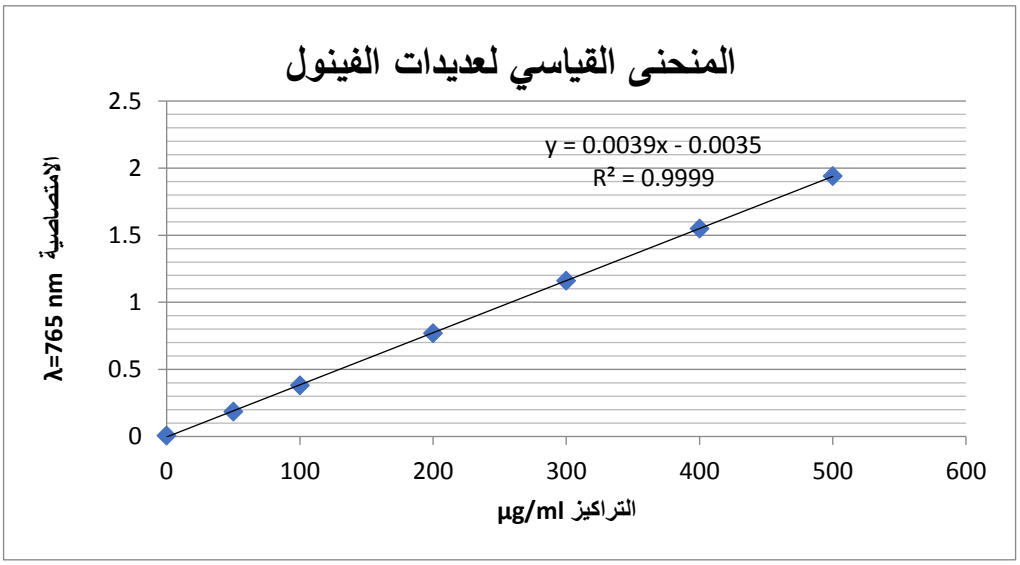
الوثيقة 01: المنحنى القياسي للغلوكوز لتقدير الكربوهيدرات



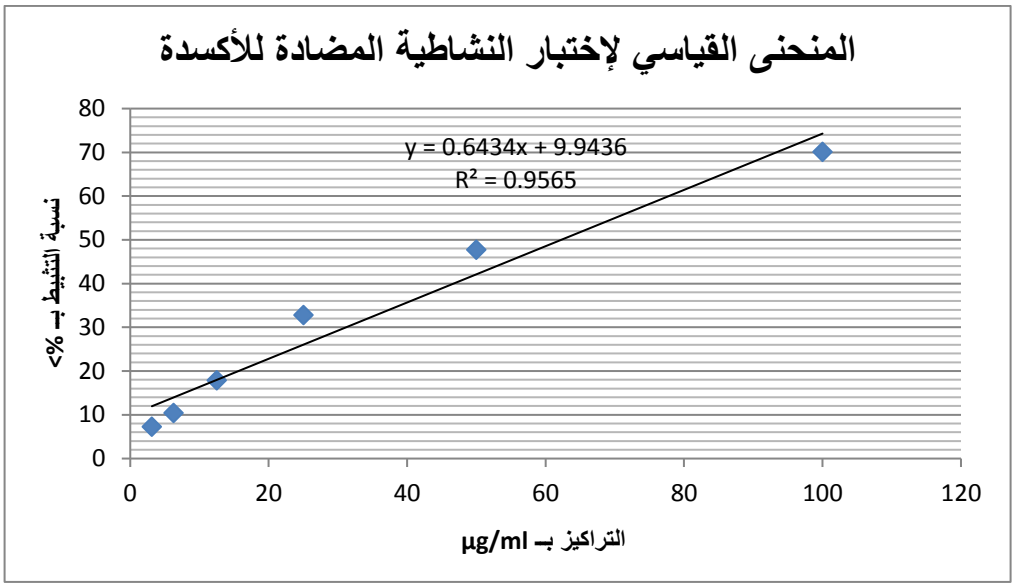
الوثيقة 02: المنحنى القياسي لـ BSA لتقدير البروتين



الوثيقة03: المنحنى القياسي لزيت الصوجا لتقدير الدهون

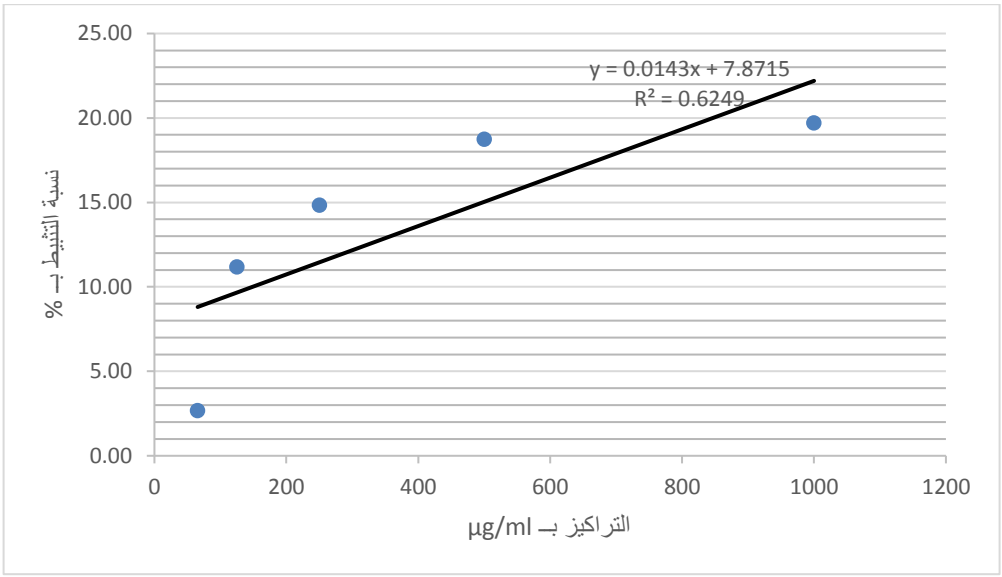


الوثيقة 04: المنحنى القياسي لحمض الغاليك

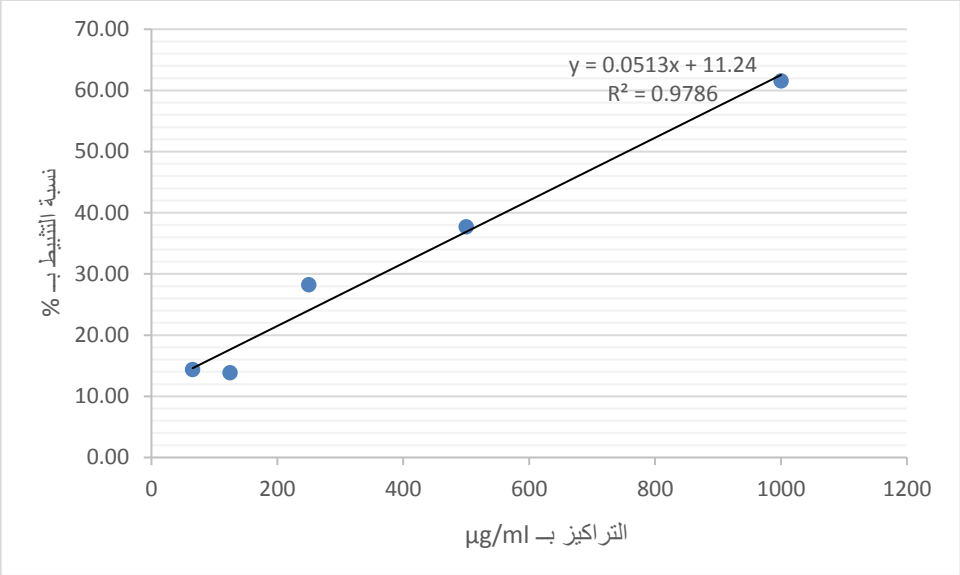


الوثيقة 05: المنحنى القياسي لحمض الأسكوربيك Ascorbic acid

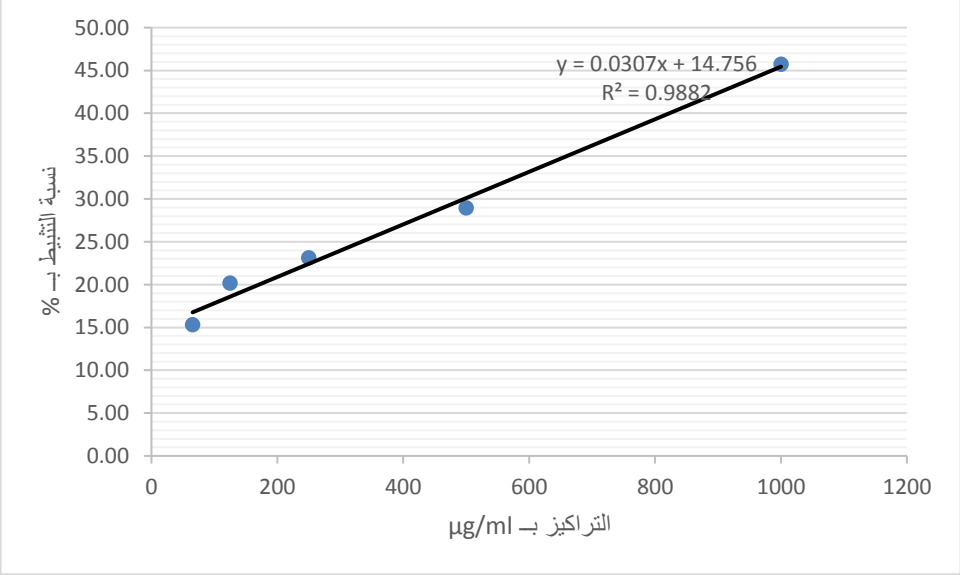
الملحق 02: منحنيات تثبيط الجذر الحر •DPPH بدلالة تراكيز المستخلصات النباتية



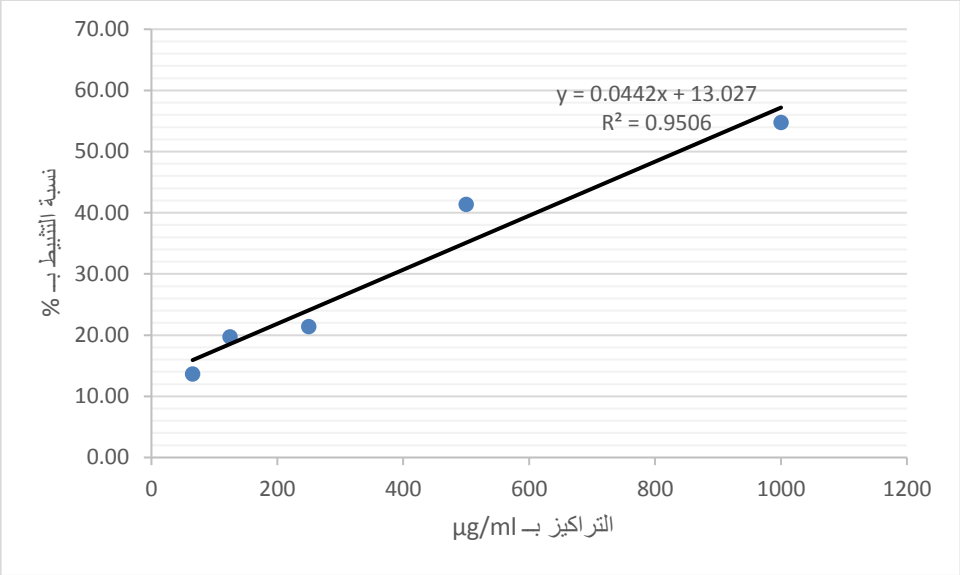
الوثيقة 01: منحنى نسبة التثبيط بدلالة تراكيز المستخلص الهيكساني للكينوا البيضاء



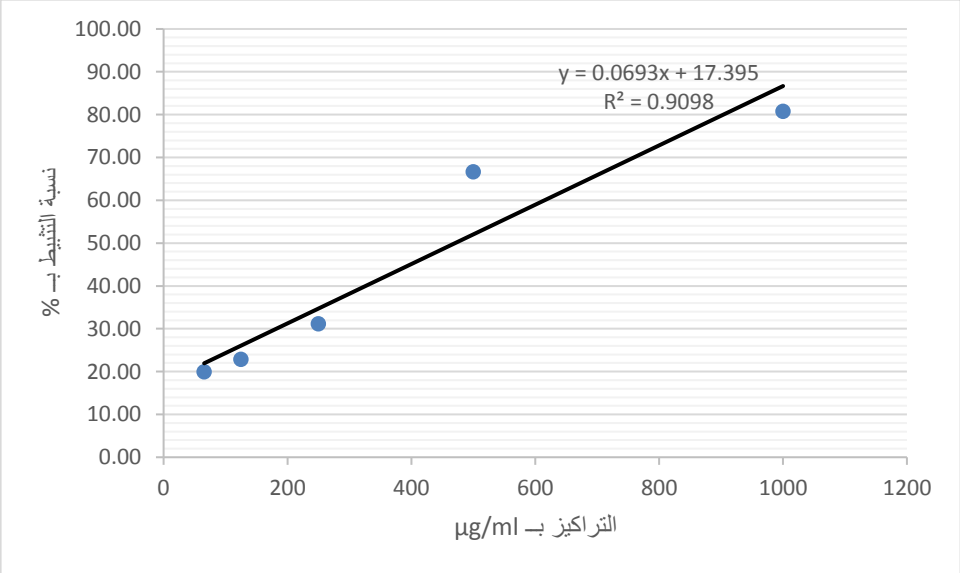
الوثيقة 02: منحنى نسبة التثبيط بدلالة تراكيز المستخلص الهيكساني للكينوا البيضاء



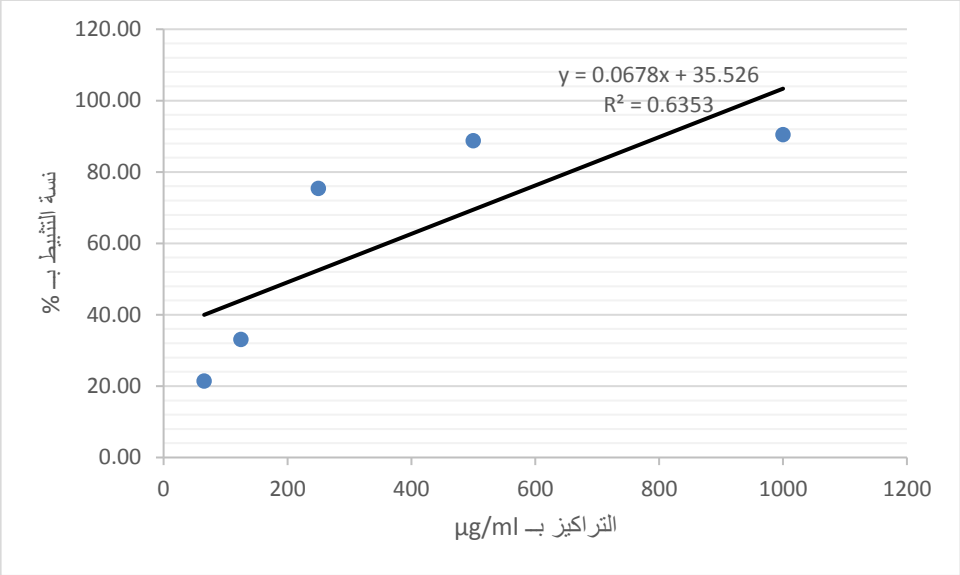
الوثيقة 03: منحنى نسبة التثبيط بدلالة تراكيز المستخلص الهيكساني للكينوا البيضاء



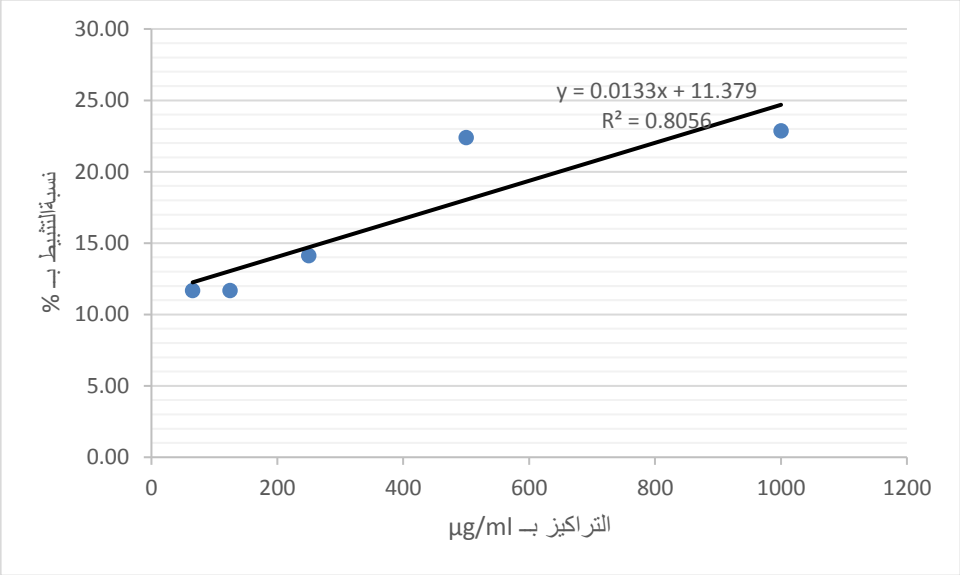
الوثيقة 04: منحنى نسبة التثبيط بدلالة تراكيز المستخلص الهيكساني للكينوا السوداء



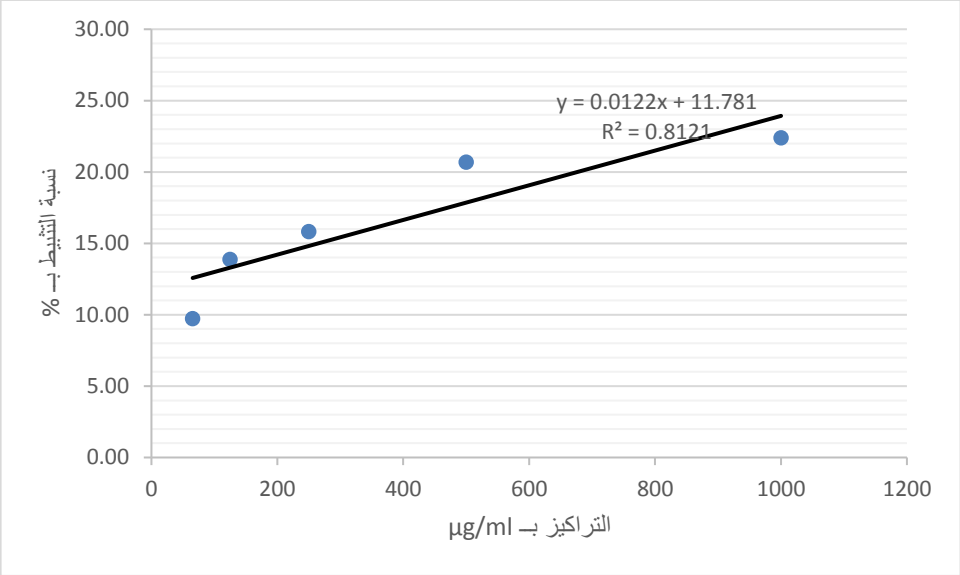
الوثيقة 05: منحنى نسبة التثبيط بدلالة تراكيز مستخلص أسيتات الإيثيل للكينوا السوداء



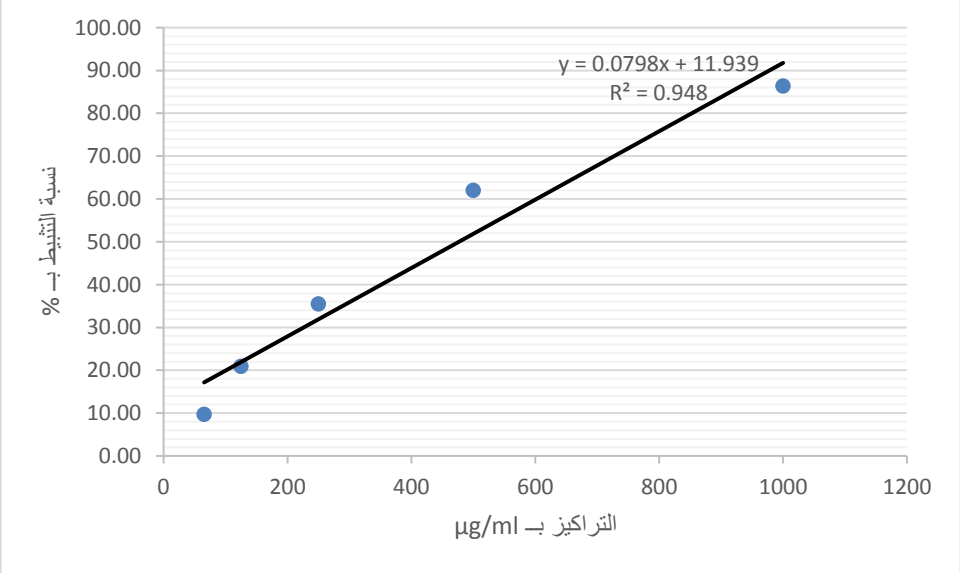
الوثيقة 06: منحنى نسبة التثبيط بدلالة تراكيز المستخلص الميثانولي للكينوا السوداء



الوثيقة 07: منحنى نسبة التثبيط بدلالة تراكيز المستخلص الهيكساني للكينوا الصفراء



الوثيقة 08: منحنى نسبة التثبيط بدلالة تراكيز مستخلص أسيتات الإيثيل للكينوا الصفراء



الوثيقة 09: منحنى نسبة التثبيط بدلالة تراكيز المستخلص الميثانولي للكينوا الصفراء

الملحق 03: بذور أصناف الكينوا الثلاثة المستخدمة في العمل التجريبي

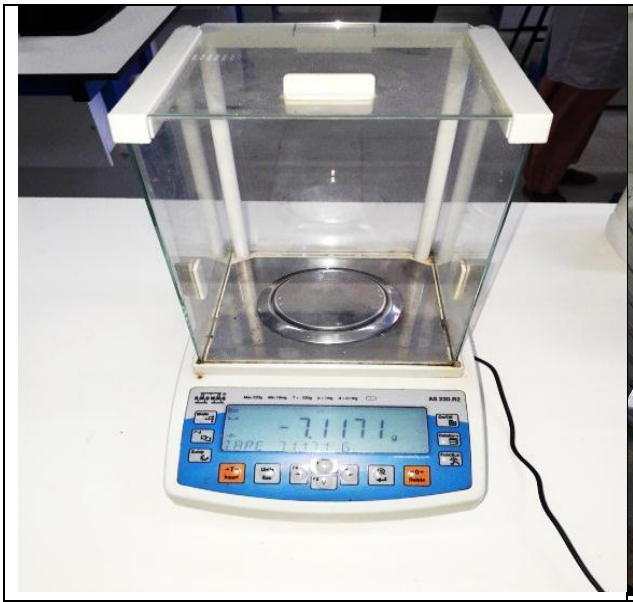
الوثيقة (10): بذور أصناف الكينوا المستخدمة في العمل التجريبي

الملحق 04 : معلومات حول بعض الأجهزة المستعملة في العمل المخبري

الجهاز	المعلومات
	BUCHI LAORTECHNIC AG CH-9230 FLAWIL 1/ SWITZERIAND Type: R-210 SN: 1000048012 Volt: 100-240VAC Frequ: 50 / 60 Hz Power: 60 W Built 2010 T 1.6 A L 250 V (2x)
جهاز Soxhlet	
	SHIMADZU CORPORATION MODEL UV mini-1240 CAT. No. 206-24000-38 SERIAL NO. A 10934603363 CD 240-220 V ~ 50 / 60 Hz 160 VA MADE IN JAPAN
جهاز المطيافية الضوئية Spectrophotomètre	
	Sigma Laborzentrifugen™ Compact Centrifuge Marque: Sigma Laborzentrifugen™ 10208 Code nomenclature Nacres: NB.81 **Informations supplémentaires :**

جهاز الطرد المركزي Centrifugeuse	Poids: 20.40000kg
	LAB TECHASIA PTE. LTD. ISO 9001 CERTIFIED MODEL LIB-060M Volts 220V 50 HZ Watts 200W / 1A SERIAL NO. 08061323
حاضنة Etuve	

الملحق 05 : بعض الأجهزة المستعملة في العمل المخبري

	
ميزان حساس	حمام مائي

الحمد لله