HNSJ Humanities & Natural Sciences Journal
ISSN: (e) 2709-0833
www.hnjournal.net

مجلة العلوم الإنسانية والطبيعية
مجلة علمية محكمة (التصنيف: NSP)
معامل التأثير للعام 2022 = 4.91

عنوان البحث

دور المركبات الفعالة حيويا في الحبوب وتشخيصها بالتقنيات الحديثة : مراجعة

شيرين فاضل عباس[1]

[1] قسم علوم الاغذية – كلية الزراعة – جامعة البصرة، البصرة – العراق

بريد الكتروني: Sheren.abbas@uobasrah.edu.iq

HNSJ, 2024, 5(8); https://doi.org/10.53796/hnsj58/15

تاريخ النشر: 2024/08/01م تاريخ القبول: 2024/07/22م

المستخلص

"تعد المركبات الفعالة حيوياً والنشطة بيولوجيا من المجالات المهمة التي اتجاه اليها العلم حديثا في مجالات عدة منها مجال علوم الاغذية والصناعات الغذائية ومدى تواجدها في معظم البيئة النباتية والحيوانية اذ تعد مصدراً للمواد المضادة للأكسدة والميكروبات ومضادة للسرطان، تحظى محاصيل الحبوب والبقول بتواجد معظم انواع المركبات الفعالة حيوياً منها الفلافونات والفلافون والفينولات والاحماض الفينولية والانثوسانات، التي تم تشخيصها والتعرف عليها عن طريق التقنيات الحديثة المستعملة في الآونة الاخير في تشخيص تواجد هذه المركبات ومنها تقنية GC–MS وتقنية HPLC وتقنية الاشعة تحت الحمراء FTIR التي تشخص المجاميع الفعالة في المركبات المدروسة والمشخصة وتقنيات اخرى في تحديد ومعرفة الاحماض الامينية والفيتامينات الذائبة بالماءوالدهن بتقنية محلل الاحماض الامينية AAN والاحماض الدهنية المتواجد في معظم الحبوب والبقول واهم العناصر المعدنية المتواجدة بكميات مختلفة فيها تشمل محاصيل الحبوب والبقول المحاصيل الحقلية والخضر التي تنتشر زراعتها في المناطق الاستوائية واهتم الانسان بزراعتها وذلك لتنوع قيمتها الغذائية من العناصر المعدنية كالحديد والكالسيوم والفيتامينات والكاربوهيدرات والدهون، تعرف عملية الانبات في الحبوب والبقول من الطرق المهمة والرئيسية في زيادة قدرة الاجنة على تواجد المركبات الفعالة خشفيها، وتم دراسة وتشخيص معظم انواع المجاميع الفعالة والهيدروكاربونات واهم المجاميع المتواجدة فيها "

الكلمات المفتاحية: المركبات الفينولية، مضادات الأكسدة، الصحة التغذوية؛ الانبات، محاصيل البقول .

RESEARCH TITLE

THE ROLE OF BIOACTIVE COMPOUNDS IN CEREALS AND THEIR DIAGNOSIS USING MODERN TECHNIQUES: A REVIEW

HNSJ, 2024, 5(8); https://doi.org/10.53796/hnsj58/15

Published at 01/08/2024 **Accepted at 22/07/2024**

Abstract

Bioactive and biologically active compounds are important areas that science has recently turned to in several fields, including food science and food industries, and their presence in most of the plant and animal kingdoms, which are a source of antioxidants, microbes, and anti-cancer substances. Cereal and legume crops have the presence of most types of bioactive compounds, including flavones, flavones, phenols, phenolic acids, and anthocyanins, which have been diagnosed and identified through modern technologies used at the present time in diagnosing the presence of these compounds, including gas chromatography coupled with mass spectrometry (GC-MS), high-performance chromatography (HPLC), and infrared (FTIR) technology, which diagnoses the active groups in the studied and diagnosed compounds, and other technologies in identifying and identifying amino acids and water-soluble and fat-soluble vitamins using the amino acid analyzer (AAN) technology, fatty acids found in most grains and legumes, and the most important mineral elements found in different quantities in them. Cereal crops, legumes, field crops, and vegetables that are widespread It is cultivated in tropical areas and people are interested in cultivating it due to the diversity of its nutritional value from mineral elements such as iron, calcium, vitamins, carbohydrates and fats. The germination process in grains and legumes is one of the important and main ways to increase the ability of embryos to have active compounds in them. Most types of grains and legumes have been studied and diagnosed using modern techniques and the most important active groups, hydrocarbons and other important groups have been identified.

Key Words: Phenolic compounds, antioxidants, nutritional health; germination, legume crops

المقدمة Introduction

من المجالات المهمة في علوم الاغذية تطور دراسة المركبات الفعالة حيوياً Bioactive compouns المتواجد في الاغذية وذات اهمية بيولوجية إذ تعد احدى المستقبلات الثانوية والمنتجات الطبيعية لما تتميز به من خصائص الفعل المانح للهيدروجين وتعزيز دوره كمضاد اكسدة طبيعي (Shah.,*et al.*,2023 و 2023 ,.Hoseinifar *et al*)، والمركبات الفعالة وهي مركبات تحتوي على ذرة الكاربون وتنقسم الى 15 عائلة منها الفلافون والفلافونول الايزوفلافون والانثوسيانين وتتواجد بصورة حرة وتدعى الكليكونات، واشتق اسم الفلافونيدات من الاسم الاغريقي Flavus والذي يعني اللون الاصفر، وتتواجد الفلافونيدات بمستويات مختلفة في النباتات الراقية منها العائلة الخيمية والقرعية وبذور الحبوب، وتواجد هذه المركبات الفعالة في النباتات التي تعمل كوسيلة دفاعية ضد الاشعة فوق البنفسجية أو الاجسام الغريبة وتصنف الى مجموعتين حسب حلقات الفينول المكونة لها وكذلك الى عدد المجاميع الفعالة المثيلية والكاربوكسيلية المرتبطة، بينما الاحماض الفينولية المتواجد في النبات تنقسم الى احماض مشتقة من حامض البنزويكHydroxydenzoic واحماض مشتقة من هيدروكسي سينامك Hydroxycinnamic التي تتواجد في بذور مختلفة الحبوب (Shah *et al.*,2023 و.Buzdagli.*et al.*,2023, و Ren *et al.*,2023).

تعد محاصيل الحبوب والبقول من المصادر الرئيسية الاساسية في معظم انحاء العالم، لما لها من دوراً اساسياً في القطاع الاقتصادي بسبب نقص هذه المحاصيل في بعض الدول نتيجة الجفاف والملوحة التي تتعرض لها الاراضي الزراعية ومكان وبيئته الزراعة (Alkay, *et a*l.,2024 وLan *et al.*,2024).

عملية الانبات هي مقدرة الحبوب من اعطاء البذور قدرة على نمو البادرات واستئناف نمو الجنين الذي يمر بعمليات طبيعية وفسيولوجية وكيميائية، وعملية امتصاص الماء للبذر والحبة فتنتفخ الخلايا ويصبح السايتوبلازم اكثر طراوة واكثر نفاذية للغازات (Houmani, *et al.*,2024، Marid, and Argaw,.2023). اما التعريف البيوكيميائية للإنبات هي عملية التنفس وزيادة حجم الخلايا وتنشيط الانزيمات وتكوين انزيمات تقوم بهضم الغذاء المخزون وتحويل النشأ الى سكريات واللبتيدات الى احماض دهنية وكليسرول والبروتينات الى احماض امينية، وان الغاية من الانبات هو مقدرة الحبة على الانبات أي الجنين له القدرة على الانبات وانتهاء مرحلة السكون للحبة وتوافر الظروف البيئية الضرورية للإنبات من الضوء ودرجة الحرارة والاوكسجين (Maqbool *et al.*,2024 و .Alkay *et al.*,2024).

تتواجد الفيتامينات والعناصر المعدنية والاحماض الامينية بمستويات مختلفة في الحبوب والبذور والنباتات اعتماداً على تركيبها الكيميائية والفسيولوجي، إذ وجد احتواء الحبوب على مجموعة فيتامين Bcomphex وفيتامين C الذائبة في الماء التي لها دور كمضاد اكسدة طبيعي مانح الكترون معطيا بذلك مركبات اكثر استقرار وله اهمية في نقل الإلكترونات بين السايتويلازم وخارج الجدار الخلوي، في حين تحتوي الحبوب على الفيتامينات الذائبة بالدهن وخاصة فيتامين E(التوكوفيرول) والتي تتواجد في الاغشية البيولوجية بشكل (الفا α و بيتا ß و كاما γ و لاما Y) وتختلف المجاميع المثيلية المرتبطة حسب حلقة الفينول الراسي المحب للماء ويعد الفا توكوفيرول من اكثر المركبات التي تمتلك نشاط مضادة للأكسدة لاحتوائه على ثلاثة مجاميع مثيلية (Karnavat, and Chaudhari 2023).

اظهرت نتائج دراسة التقنيات الحديثة في متابعة تطور المركبات الفعالة لأصناف مختلف من الحبوب والبقول بتقنية مطياف الاشعة تحت الحمراء FTIR بوجود المجاميع الفعالة والحزم المفصولة للأصناف، واظهرت النتائج بارتفاع العناصر المعدنية المقدرة بتقنية الامتصاص الذري AAP وخصوصا عنصر الحديد بفترة انبات 96 ساعة، وكذلك بالنسبة للعناصر الاخرى المتمثلة بالزنك والمغنيز والرصاص وعدم وجود اثار للعناصر النيكل والكوبلت والكروم الناتجة من الملوثات الصناعية في المنطقة المزروعة ، في حين بينت نتائج الفيتامينات الذائبة بالماء والذائبة بالدهن المحللة بتقنية

كرموتوغرافيا السائل العالي الاداء بارتفاع مجموعة فيتامين B complex وفيتامينC والفيتامينات الذائبة بالدهن، بينما اظهرت نتائج تحليل نسب الاحماض الامينية المتواجد في الحبوب بمدد الانبات المستعملة إذ تفوق الحبوب المنبتة بوقت انبات 72 و96 ساعة لحامض الكلوتاميك بتركيز42.7 و51.4% وحامض الاسبارتيك بتركيز32.2 و44.5% والاسبارجين 24.8 و38.9 % والهستدين 28.9 و37.4 % و الفالين 20.6 و29.8% وبقية الاحماض الامينية بنسب تراكيز متباينة (El-Banna, A. A. 2023).

اظهرت نتائج تشخيص المركبات الفعالة حيويا بتقنية جهاز GC-MS لتشخيص الاحماض الدهنية المشبعة والغير مشبعة إذ لوحظ احتواء الحبوب عل نسب تراكيز متباينة من الاحماض الدهنية المشبعة بنسب متباينة حسب الاصناف واقات الانبات المستعملة، في حين كانت نتائج تقنية GC-MS للمركبات الكيميائية الفعالة المتواجد في اصناف الحبوب بظهور عدد من المركبات ذات الاهمية البيولوجية المتمثلة بـ المركب Dodecanamide بنسبة 1.41% وبنسبة تشابه 94% وهو مركب هيدروكاربوني اميني ومركب فينولي حلقي من مركبات حامض البنزويك Valeric acid ومركب Tributyl acetycitrateالذي يعد من المواد المضادة للأكسدة، ولحظ (Szeto *et al.*,2024) .

.اولاً:- أهميته محاصيل الحبوب والبقول

للحبوب والبقول دوراً مهما وأساسياً في حياة معظم الشعوب وخاصة في الدول النامية من العالم الثالث إذ تعد الحبوب ومشتقاتها الغذاء الرئيسي لهذه الشعوب والتي تحتل المكانة المرموقة في غذاء الإنسان وغذاء الحيوان، لما لها من اهمية تغذوية، حيث تمد الجسم بالاحتياجات الاساسية من الكاربوهيدرات والبروتينات والالياف والفيتامينات والعناصر المعدنية والحاجة الماسة إليها في غذاء جميع المجتمعات لصغر حجمها وانخفاض رطوبتها نحو 15% مما يساعد على سهولة نقلها وتخزينها مدة طويلة من دون أن تتعرض لأي تلف وهي غنية بالمواد الغذائية، الجافة إذ تبلغ 85% مادة جافة، ويدخل البروتين في تركيبها بحوالي 7-12% واللبيدات بنسبة 2-5% وكاربوهيدرات 85% بشكل مواد نشوية (Okumu *et al.*,2023و Górski, R., and Plaza, A.2023).

شكل (1) انواع الحبوب والبقول

القيمة الغذائية Nutritional value

تعد الحبوب والبقول مصدر اقتصادي وصناعي وتغذوي، إذ تمد الانسان بالاحتياجات الضرورية للجسم من الطاقة والسعرات الحرارية والبروتين مما جعلها غذاء الملايين من شعوب العالم، إذ بلغ انتاج الحبوب العالمي حوالي 7.14 طن لما تحتويه من عناصر معدنية كالحديد والكالسيوم بالإضافة إلى الفيتامينات B B1, B2, B3, وكمية قليلة من الدهون والكاربوهيدرات (Hamidi, *et al.*,2023).

ثانياً:- المركبات الفعالة حيويا في الحبوبBioactive Compounds in Cereals

اشارت دراسات متعدد إلى تواجد العديد من المركبات الاروماتية في الحبوب تعود معظمها إلى مجاميع كيميائية فعالة وهي مجاميع الكحولات والهيدروكاربونات المشبعة والغير مشبعة والكيتونات والديهايدات والتربينات والاسترات في اصناف الحبوب(Engida, C. E.2023) تعد الحبوب والبقول هي المصادر الرئيسية لطاقة والبروتين في النظام الغذائي، إذ تحتوي هذه المصادر الحيوية على نطاق واسع من مجموعة من المركبات النشطة بيولوجيا والفيتامينات والألياف والمعادن في الفواكه والخضروات ومشتقاتها. ومع ذلك ، فإن بعض المركبات النشطة بيولوجيا فريدة بطبيعتها ولا توجد إلا في الحبوب (Saini *et at.*,2019).

1- المركبات الفينولية Phenolic compounds

تعرف المركبات الفينولية على أنها مستقبلات ثانوية في النباتات، تتميز ببنيتها الأساسية بوجود حلقة عطرية أو أكثر مرتبطة بعدة مجاميع هيدروكسيلية حرة أو مرتبطة بمجاميع أخرى مثل الأستر والإيثر، ميثيل.. الاختلاف في عدد الحلقات وعدد ونوع المجاميع المرتبطة بها يجعلها تنقسم إلى عدة مجاميع أهمها الأحماض الفينولية، الفلافونيدات، وتمثل الفلافونيدات القسم الأكبر وتوجد مركبات الفينول في العديد من الأطعمة ذات المصدر النباتي وتحديداً في الفواكه والخضروات والمشروبات النبيذ الأحمر والشاي والقهوة وعصير الفاكهة والحبوب والبذور الزيتية والبقوليات، وتصنف الفينولات وفقاً لعدد ذرات الكربون في الهيكل الأساسي منها (Kenza *et al*,2023 و Sirisangsawang, R., and Phetyim, N.2023).

تتكون المركبات الفينولية الموجودة في الحبوب بشكل أساسي من الأحماض الفينولية، -ديوكسيانثوسيانيدي 3- deoxyanthocyanidins . وقد أظهرت الدراسات أن الحبوب تحتوي على مركبات الفينول التي لها نشاط قوي مضاد للأكسدة في الجسم، وقد يؤدي تناول حبوب الذرة البيضاء الرفيعة الكاملة إلى تحسين صحة الأمعاء وتقليلها من مخاطر الأمراض المزمنة، في الآونة الأخيرة، تم استعمال الحبوب لتطوير الأطعمة والمشروبات الوظيفية والتطبيقات الغذائية الواسعة من اهميتها توفير فهم شامل للتغذية والمركبات الفينولية المشتقة من الحبوب، وإثبات إمكانية ادخالها في النظم الغذائية كمضافات غذائية لتحسين جودة الأغذية وسلامتها لاحتوائها على مجموعة كبيرة ومتنوعة من الفينول والأحماض الفينولية والفلافونويد وبعض الفيتامينات مثل مجموعة فيتامين المعقدة B1 والكاروتينات وفيتامينات القابلة الذوبان بالدهن) .(Engida, C. E.2023)تعد المركبات الفينولية النشطة بيولوجيا في حبوب الذرة البيضاء الرفيعة من مركبات الفينول الرئيسية التي يتم إنتاجها بواسطة مسار فينيل بروبانويد. (Saini *et al*.,2019)

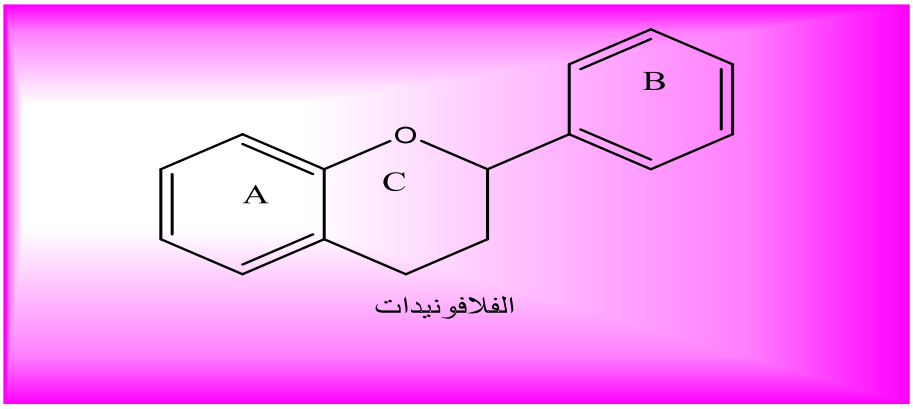
2- الاحماض الفينولية Phenolic acids

الأحماض الفينولية هي أبسط الأحماض الفينولية المتواجد في جميع انواع الحبوب بتركيز 445 إلى 2850 ميكروغرام/كرام، يمكن تقسيم الأحماض الفينولية إلى فئتين حامض البنزويك وحامض السيناميك ومن الأحماض الفينولية الموجودة في الحبوب هي الفاليك والفانيليا والبروتوكاتيك سيناميك، ف الكوماريك، ف هيدروكسي بنزويك، وأحماض الفيروليك والكافيك والسينابيكK والأحماض الفينولية موجودة في السويداء، والقشرة، من الحبوب، وتوجد في كل من

الأشكال الحرة والمقيدة، والأحماض الفينولية الحرة التي يتم استخلاصها بالمذيبات العضوية، غير مرتبطة بجدار الخلية، وتوجد في الغالب في النخالة غالبًا ما يتم تصريفها مع أحادي الكربوهيدرات والكلسرين وتوجد في صورة حرة مثل استرات (مترافق) أو الدهيدات غير مقترن (Nagy, *et al.*,2023).

3- الفلافونيدات Flavonoids

هي عبارة عن مركبات طبيعية ناتج من الأيض الثانوي، وهي صبغات نباتية تتواجد في مختلف أجزاء النبتة (جذور، أوراق، أزهار)، اشتق اسمها منflavus التي تعني أصفر في اللاتينية، وهو المصطلح العام لمجموعة كبيرة من المركبات الفينولية التي عرفت لأول مرة من قبل العالمAlbert Szent-györgyi والذي صنفها على أساس أنها فيتامين B حيث تتواجد بتراكيز عالية في القسم الهوائي للنبات، وتوجد في معظم الأصناف النباتية خاصة الراقية منها، وهي واسعة الانتشار عند كاسيات البذور، وعاريات البذور و شبه منعدمة عند الطحالب كما وجدت عند الحزازيات كذلك عند نباتات أحادية الفلقة (Teliban, *et al.*,2024) تعتبر كأداة تشخيصية لذوات الفلقتين من المركبات الفينولية المتواجد في النباتات وتمثل الأكثر وفرة وتنوعاً هي المركبات الثانوي المتمثلة في المركبات الفينولية والتربينات والستيرويدات والمركبات الأزوتية والقلويدات والمركبات الفينولية في الحبوب تشترك مركبات الفلافونيدات في الفلافان الأساسي هيكل رئيسي وتصنيفها على أساس أن جميع الفلافونيدات تحتوي على 15 ذرة كربون و ذلك في هيكلها الأساسي موزعة على الشكل (2) وتحتوي على عنصر "C" بحلقة غير متجانسة"B" و "A"بحيث تتصل حلقتا البنزين C6-C3-C6 والأكسجين وجود روابط مزدوجة C2-C3 ومجموعات بديلة وتم العثور على فئة واسعة من مركبات الفلافونيدات في الذرة البيضاء الرفيعة بما في ذلك الأنثوسيانين (Nagy et al.,2023 ,). كما أن هناك منتجات طبيعية وثيقة الصلة بالتركيب البنائي للفلافونات وهي الإيزوفلافونات وفلافونويدات سلفاتية وهي عبارة عن مركبات إستر (Formononetine) أو مثيلاتهم الإيثيرية وهي (kaempferole) سولفاتي للعديد من هيدروكسيلات الفلافون أو الفلافونول أقل انتشاراً في الطبيعة بخلاف الفلافونات والفلافونولات المنتشرة على نطاق واسع .(Nagy *et al.*,2023)



شكل (2) تركيب الفلافونيد (Abbas,2024)

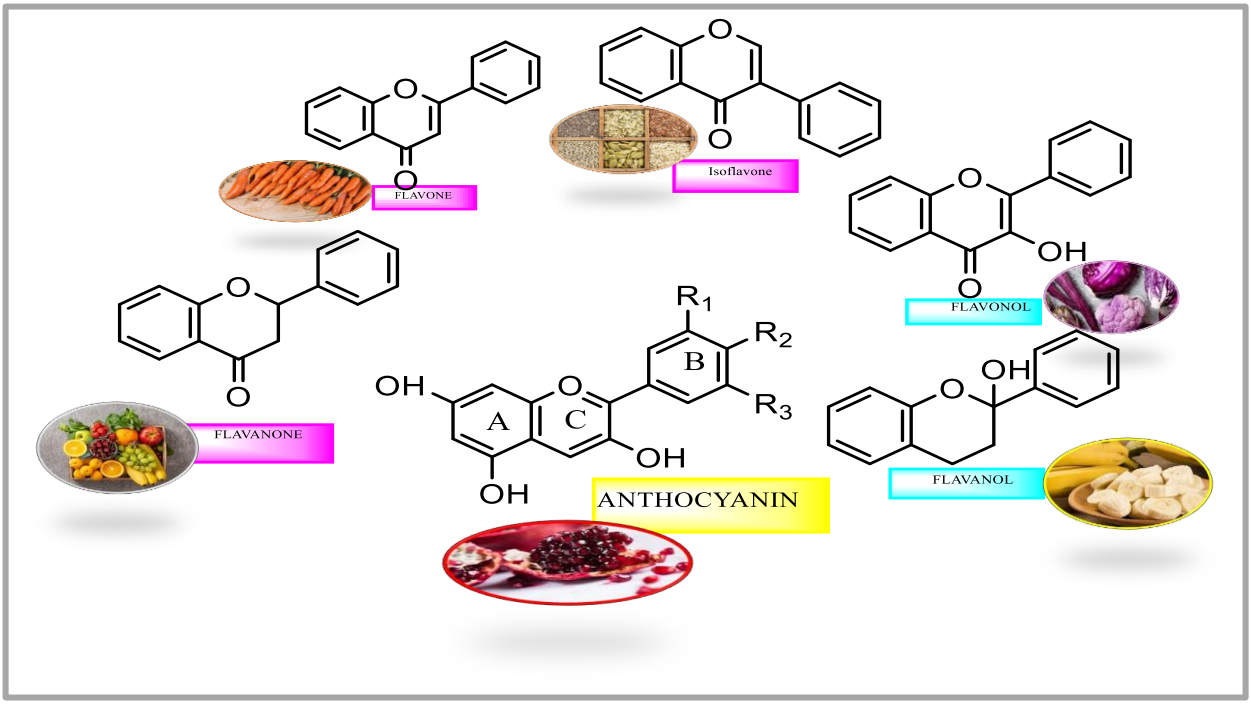
4- الفلافون Flavones

هي مركبات الفلافونويد الصفراء عادة توجد في الفواكه والخضروات والبقوليات وكذلك في الحبوب على الرغم من أن الحبوب تحتوي عموماً على مستويات منخفضة من الفلافون، إلا أنها تمثل أحد المصادر الغذائية الرئيسية للفلافون وبالتالي تلعب دوراً مهماً في النظام الغذائي للإنسان محتوى الفلافون في الحبوب حوالي 20 إلى 390 ميكروغرام/غرام منخفضة نسبياً مقارنة باالمركبات الاخرى .(Nagy *et al.*,2023)) توجد بعض مركبات الفلافونويد بشكل طبيعي في شكل كليكوسيدات مثل اللوتولين لكن البعض الآخر مثل الأبيكينين الكليكوسيدات الموجودة في الحبوب هي السائدة O-

كليكوسيدات وغير مستقرة للغاية في البيئات الحامضية، لأن روابط الكليكوسيد قابلة للتحلل بالماء بسهولة وتشكيل aglycones.أشكال aglycone من luteolin و apigenin هي الفلافونات السائدة، والتي يكون لها نشاط حيوي (Nagy et al.,2023) و Teliban, et al., 2024).

5- مضادات الأكسدة Antioxidants

يطلق مصطلح مضادات الأكسدة على كل مادة أو مركب له فعالية ضد الأضرار التأكسدي ويعمل على تأخير أو الوقاية من فعل الجذور الحرة، تعمل مضادات الأكسدة على الحماية بعدة طرق أما بالتثبيط المباشر أو منع انتشارها أو هدمها وتنقسم الأنظمة المضادة للأكسدة إلى أنظمة إنزيمية وأخرى غير إنزيمية (Verma, N. 2023 و Abla *et al.*,2023,).



شكل (3) تصنيف انواع المركبات الفعالة حيوياً(abbas,2024)

ثالثً:-التقنيات الحديثة في تشخيص المركبات الفعالة حيويا

1- تقنية كروماتوكرافيا الغاز المقترنة بمطياف الكتلة GasMS- Chromatography

جهاز كروماتوكرافيا الغاز المقترنة بمطياف الكتلة (GC-MS) يتألف من جزئيين اساسيين هما الكروماتوكرافيا وكاشف طيف الكتلة، ويكون على طورين الطور المتحرك في الجهاز عبارة عن غاز من النوع الخامل مثل الهليوم والاركون والنتروجين يتم تزويده من اسطوانة مضغوطة يتم التحكم بها بمعدل سريانه خلال عمود الفصل عن طريق منظم الضغط وغالباً تستعمل الاعمدة الشعرية التي تتميز بطول وقطر وسماكة الطبقة الداخلية للطور الثابت المثبتة على الجدار الداخلي للعمود، إذ يبلغ طوله من 20-100م وقطر اجزاءه بالمليمتر ومصنوع من معدن خاص، وان مكان عمود الفصل تقع ضمن غرفة الفرن الذي يسمح بدرجات حرارية مختلفة حول العمود ضمن برنامج حراري مهيئ لذلك مما يؤدي إلى تحويل المواد في العينة المحللة إلى الحالة الغازية ومن ثم يتم فصلها، إذ يتم حقن العينة من خلال فتحة الحقن الموجودة بأنبوب الحقن في اعلى العمود وتنتقل العينة بواسطة الغار الحامل عبر العمود ليتم فصلها اعتماداً على اختلاف معاملات التوزيع بين الطور الثابت والطور المتحرك بشكل اساسي، فضلاً عن عوامل اخرى منها درجة الحرارة المستعملة وقابلية تطاير المادة المعد للتحليل ومواصفات عمود الفصل الذي يحتفظ بمواد العينة طبقا لخواصها لذلك تخرج منه بعد زمن الاحتجاز الذي يكون مميز لكل مادة (Majchrzak *et al.*,2018 و علوان، 2019). أما آلية عمل الجزء الثاني وهو

مطياف الكتلة بعد فصل المركبات في العينة تخرج من عمود الفصل، إذ يتم تأينها وتحويلها إلى شوارد بعدة تقنيات منها التصادم الالكتروني والتأين الكيميائي ليتمكن الكاشف الذي يكون حساساً للتراكيز المنخفضة للمواد من تحديدها وتسريعها إذ تخضع لعملية التشظي ومن ثم يتم كشفها اعتماد على معدل الكتلة إلى الشحنة لكل مادة (Szeto *et al.*,2024و) .Majchrzak *et al.*,2018).

اشار Francis, M. (2022) أنه عند استعمال الكلوروفورم كمستخلص للمركبات الفعالة من الحبوب (المهجنة) وهو محصول شديد التحمل للحرارة ،بعد عملية الاستخلاص تم حقنها بجهاز GC–MS ظهور 15 مركباً من خلال قاعدة البيانات المعهد الوطني للمعايير والتكنولوجياً وكان المركب السائد هو (90.21%) Dioctyl phthalate بوزن جزيئي390.5561 الذي يستعمل كملدن حيوي.

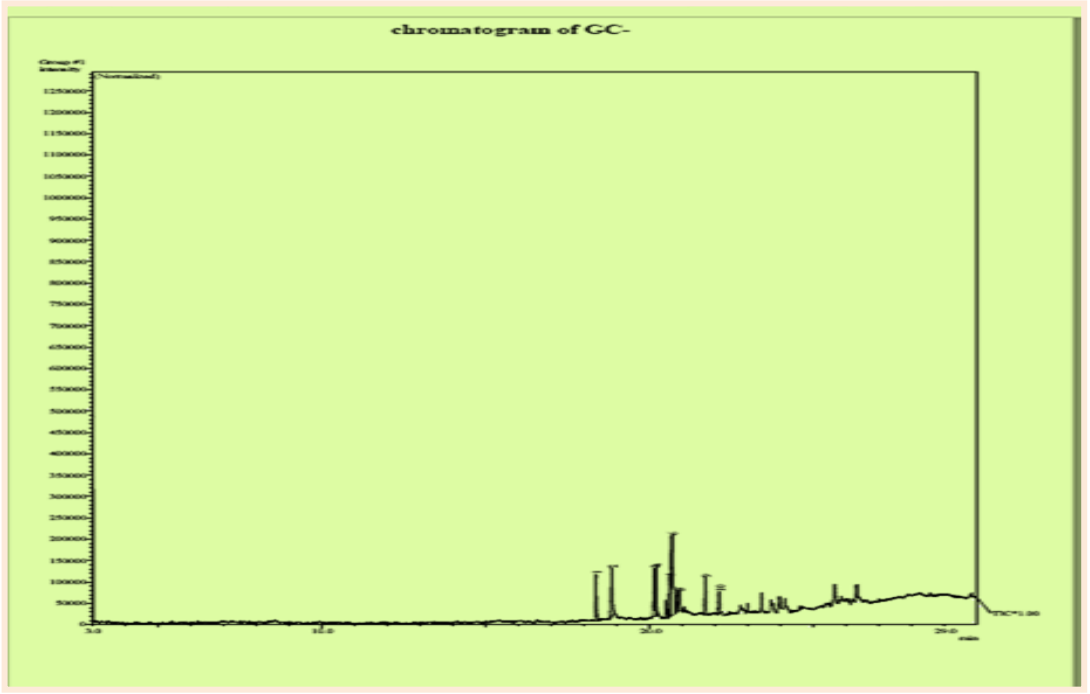
وجد Khaldi, *et al.*(2022) أنه يمكن استعمال النباتات الطبية بشكل تقليدي لعلاج الأمراض المختلفة نظرًا لانتشاره في جميع أنحاء العالم وأقل آثارها الجانبية ينتمي.Melia azedarach Lإلى عائلة Meliaceae وهو نبات طبي مهم للغاية. تم الحصول عليها من أجزائه المختلفة مثل البذور والفاكهة والزهور والأوراق والأغصان الصغيرة التي تظهر أنشطة مضادة للفطريات ومضادة للديدان ومبيد للنيماتودا وسام للخلايا ومضاد للتكاثر ومبيد حشري ومضاد للأكسدة وبالتالي تم استكشاف المظهر الكيميائي للمستخلص غير القطبي لأوراق M.azedarach من خلال تحليل .GC–MS الذي يعتمد على تحديد المركبات الكيميائية النباتية على ذروة الأيونات الجزيئية ، والذروة الأساسية ، ونمط التجزئة. فقد أظهر تحليل GC–MSالمستخلص بالهكسان من M.azedarach مظهرًا معقداً للغاية، يحتوي على الكيتونات والإيثرات ومشتقات الأحماض الدهنية وإسترات الميثيل و1،3–ديبالميتات و7،8–ثنائي هيدروكاربستيرول و 2–أونديكانول هذه هي المكونات النشطة للنباتات الطبية ويمكنها التحقق من قيمتها الطبية.

بينما اشار (Eyenga *et al.*,2020 و Marsol Vall, 2017) الباحثان لتطبيقات الجهاز في مجال الصناعات الغذائية وخاصة في مجال الالبان، حيث يتم معرفة الميلامين في مسحوق الحليب 1ملغم/كغم عند تحليله بالجهاز والكشف عن مادة الأكريلاميدAcrylamide في الغذاء ومخاطر الإصابة بالسرطان وهي مادة كيميائية تنتج بشكل طبيعي في الطعام نتيجة لطهي الطعام الغني بالنشا في درجات حرارة عالية وكذلك يمكن الكشف عن مادة الفورمالديهايد في الاسماك، معرفة المركبات الهيدروكربونات العطرية متعددة الحلقات Polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) في الأسماك المدخنة وتحليل أنواع الزرنيخ في الأسماك بعد الاشتقاق derivatization ويمكن تحديد مكونات الزيوت العطري بواسطة جهاز GC–MS ومعرفة الغش فيه، يمكننا التمييز بين الايزومرات باستعمال GC– MS يمكن تحديد الأحماض الأمينية في اللحوم والحبوب والالبان، ويستعمل الجهاز GC–MS لاكتشاف وتحديد المركبات المضادة للأكسدة، ويستعمل GC–MS لاكتشاف وتحديد المركبات المضادة للميكروبات وتحديد المركبات المتطايرة في العسل ،ويستعمل الجهاز في GC/MS تحليل الفثالات في منتجات الأطفال، وتحليل مبيدات الآفات في مصفوفة الغذاء بواسطة GC/MS/MS والنباتات، والحبوب المركبات المتواجد فيها ويمكن قياس تلف الحامض النووي DNA damage الضرر المؤكسد للحامض النووي بواسطة كروماتوغرافيا الغاز– قياس الطيف الكتلي,(Roberts *et al.*,2023). وخير مثال على تطبيق الجهاز

أ– تشخيص ومتابعة المركبات الفعالة حيويا والاحماض الدهنية في الذرة البيضاء الرفيعة لصنف جيزة بمدد زمنية مختلفة

وضح الشكل (4) والجدول(1) تواجد الاحماض الدهنية المشبعة والغير مشبعة المشخصة بتقنية كروموتوغرافيا الغاز المتصلة بمطياف الكتلة بوجود 10 قمم اعلاه للمركب عند القمة 6 بنسبة 26.94 cis–13–Octadecenoic acid %

حامض دهني متفرع، واحماض دهنية غير مشبعة عند القمة 2 بنسبة 11.80 n-Hexadecanoic acid %، وقمة رقم 5 بنسبة 10.94% للحامض الدهني المتفرع11,14 Eicosadienoic acid, methyl ester- ، الحامض الدهني الغير مشبع عند القمة 9.18 9,12% Octadecadienoic acid, methyl ester-، ومركب القمة 4 بنسبة 9% 10 Octadecenoic acid, methyl ester-، وحامض دهني مشبع عند القمة 1 بنسبة 9.3 % Hexadecanoic acid, methyl ester، ونلاحظ وجود عند القمة 10 مركب بنسبة 5.41 % Methyl 9,10-epoxyoctadecanoate الذي يعد من الاحماض الفعالة والمضادة للأكسدة والالتهابات ومضاد للبكتريا.

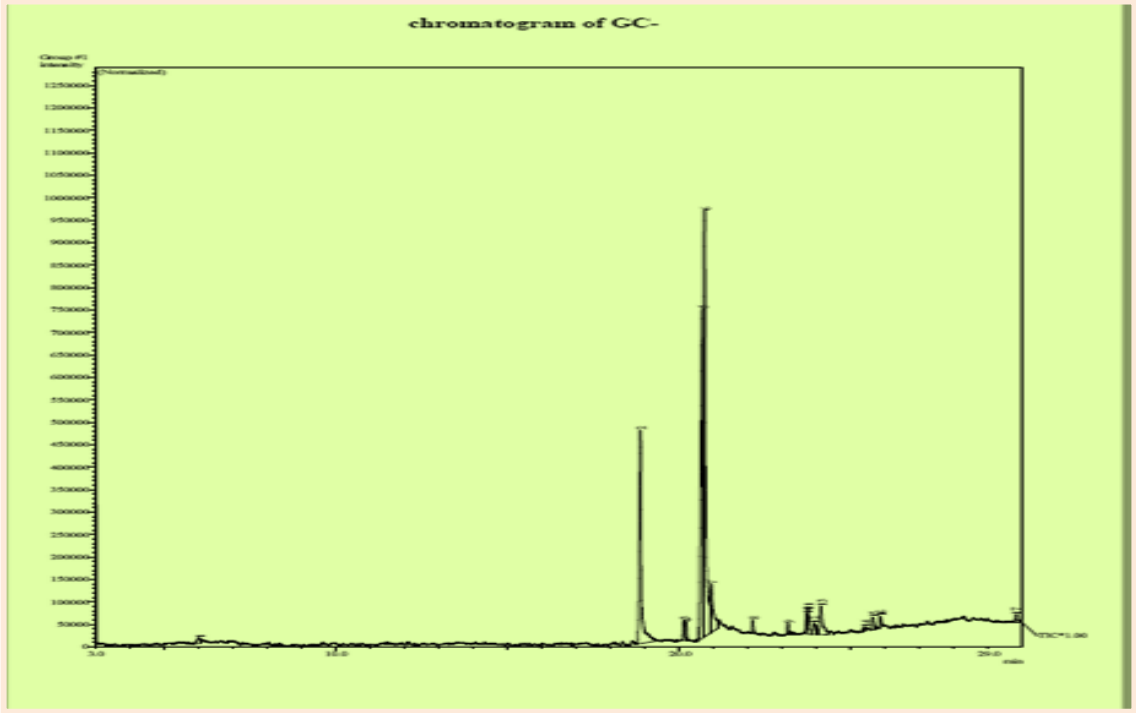


شكل (4): كروموتوغرافيا الغاز المتصلة بمطياف الكتلة للذرة البيضاء صنف جيزة غير منبت

جدول(1). الاحماض الدهنية المشبعة والغير مشبعة لصنف جيزة غير منبت

الاسم التجاري	الاسم الكيميائي	R-Time	Area%	Peak
Palmitic acid	Hexadecanoic acid, methyl ester	18.349	9.03	1
Montanic acid	Methyl 9,10-epoxyoctadecanoate	22.103	5.41	10
Stearic acid	Octadecanoic acid	20.904	4.61	8
	الاحماض الدهنية الغير مشبعة			
Linolenic Acid	11,14-Eicosadienoic acid, methyl ester	20.598	10.94	5
Linoleic acid	Octadecadienoic acid, methyl ester-9,12	20.118	9.18	3

بينما عند متابعة الاحماض الدهنية في الذرة البيضاء صنف جيزة بمدة انبات 72 ساعة لوحظ من الشكل (5) والجدول (2) ظهور 17 قمة تعود للأحماض الدهنية المشبعة والغير مشبعة المشخصة بتقنية كروموتوغرافيا الغاز المتصل بمطياف الكتلة إذ بلغت أعلى قمة 6 بنسب 32.74% للمركب cis-13-Octadecenoic acid المتفرع وتلتها القمة 5 بنسبة 30.98% Eicosadienoic acid, methyl ester-11,14 ، والقمــة 2 بنسبـة 17.49% n-Hexadecanoic acid حامض دهني مشبع وهو حامض البالمتك، والقمة 7 بنسبة5.11% Octadecanoic acid للحامض الدهني حامض الستيارك.(Yamagata, K. 2023)



شكل(5): كروموتوغرافيا الغاز المتصلة بمطياف الكتلة للذرة البيضاء صنف جيزة منبت بمدة 72ساعة

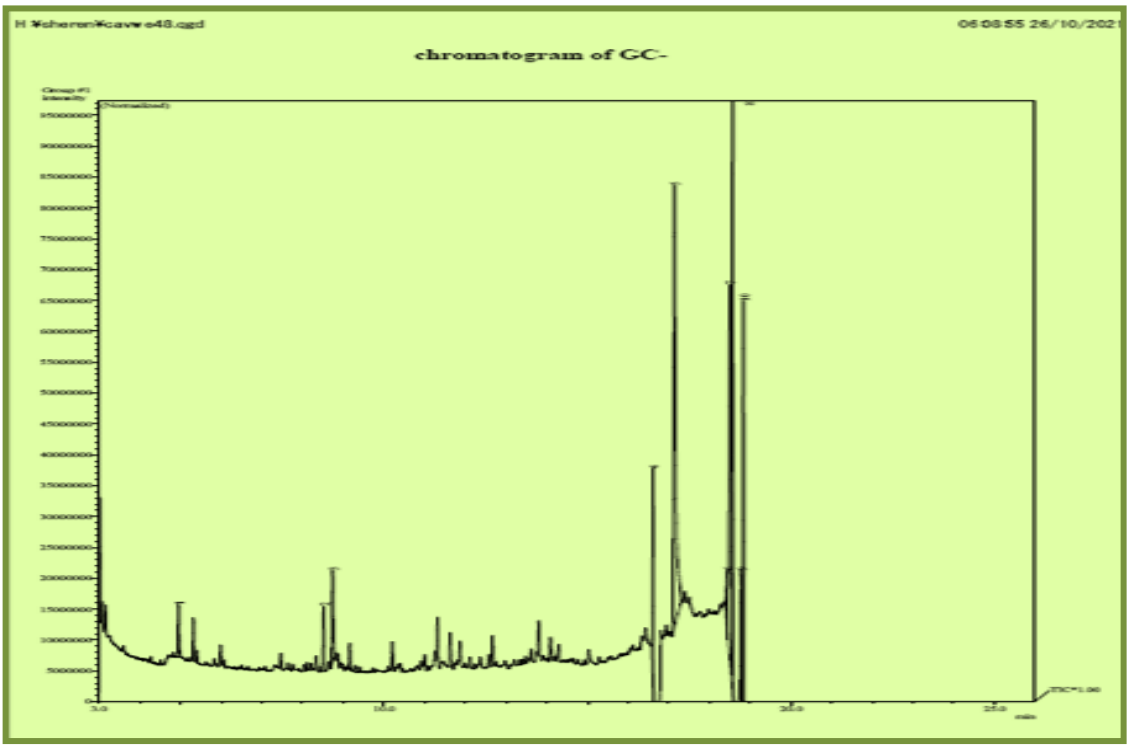
جدول (2). الاحماض الدهنية المشبعة والغير مشبعة لصنف جيزة منبت بمدة 72ساعة

الاسم التجاري	الاسم الكيميائي	R-Time	Area%	Peak
Palmitic acid	Hexadecanoic acid, methyl ester	5.993	0.67	1
Montanic acid	Methyl 9,10-epoxyoctadecanoate	23.698	1.04	10
Stearic acid	Octadecanoic acid	22.131	0.67	8
Behenic acid	Docosanoic acid, docosyl ester	23.740	1.48	11
الاحماض الغير مشبعة				
Linolenic Acid	11,14-Eicosadienoic acid, methyl ester	20.667	30.98	5
Linoleic acid	Octadecadienoic acid,- methyl ester9,12	20.119	0.95	3

ب-المركبات الفعالة المشخصة بتقنية GC-MS للذرة البيضاء صنف جيزة الغير منبت

وضح الشكل (6) والجدول (3) بوجود 10 قمم للمركبات الفعالة المشخصة بتقنية GC-MS المركب الفعالة بالقمة رقم 1 للمركب (Z)-3,7-Dimethyl-2,7-octadien-1-ol, propanoate (ester) بنسبة تركيز 2.06% هو مركب هيدروكاربوني عضوي حلقي يحتوي على 13 ذرة كاربون ومن اسمائه الشائعة7--7-Methyl-3-methylene- octen-1-ol, propanoate و Cyclohexanemethanol, 4-t-butyl-2-hydroxy والمركب Tetradecane القمة 2 بنسبة تركيز 2.21% وهو مركب هيدروكاربوني الكان سلسلة مستقيمة من ذرات الكاربون 14 ذرة واحدى مكونات الزيت المتطاير بنسبة تشابه 93% ومن اسمائه الشائعة Undecane, 3,8-dimethyl ، والقمة 3 للمركب Benzene, 1-methoxy-4- (1-propenyl بنسبة تركيز 4.24% مركب عضوي هيدروكاربوني فينولي يحتوي على حلقة بنزين بنسبة تطابق 96% ومن اسمائه Methoxyindane-5 و Methoxy-4-propenylbenzene والمركب Tricosene-1 للقمة 6 بنسبة تركيز 3.10% مركب هيدروكاربوني ذو سلسلة مستقيمة يتواجد في تركيبه مجموعة فلور بنسبة تشابه 94% ومن اسمائه Heptadecyl trifluoroacetate و Acetic acid, trifluoro-,

hexadecyl ester والقمة 9 للمركب Pentatriacontene-17 بنسبة تركيز 7.03% وهو مركب كيمياوي هيدروكاربوني ذو سلسلة مستقيمة يمتلك 35ذرة كاربون وبنسبة تشابه 79% ومن اسمائه الشائعة Oxirane, Comp Name: والمركب و Dimethoxybicyclo[3.3.1]nona-2,4-dione-9,9 و hexadecyl Heptadecanoic acid, 15-methyl-, methyl للقمة 10 بنسبة تركيز 11.37% وبنسبة تشابه 87% وهو مركب هيدروكاربوني ذو سلسلة مستقيمة يحتوي على 16 ذرة كاربون ومن اسمائه Tetradecanoic acid و Methyl 15-methylheptadecanoate (Weech *et al.*,2018).



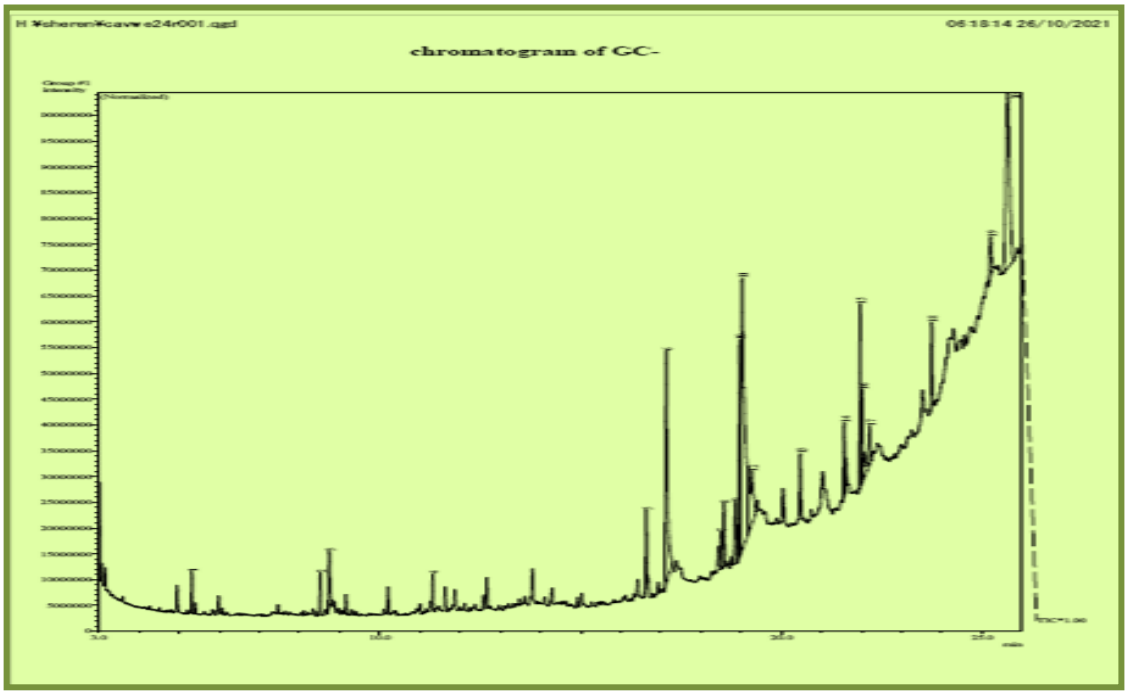
شكل(6):كروموتوغرافيا الغاز المتصلة بمطياف الكتلة للذرة البيضاء صنف جيزة غير منبت

جدول(3). المركبات الفعالة في صنف جيزة غير منبت

Peak	R-Time	Area%	Name
1	4.953	2.06	(Z)-3,7-Dimethyl-2,7-octadien-1-ol, propanoate)
2	8.517	2.21	Tetradecane
3	8.738	4.24	Benzene, 1-methoxy-4-(1-propenyl)-
4	16.614	4.95	Hexadecanoic acid, methyl ester
5	17.133	28.78	n-Hexadecanoic acid
6	18.432	3.10	1-Tricosene
7	18.497	17.36	9,12-Octadecadienoic acid, methyl
8	18.569	18.89	7-Octadecenoic acid, methyl ester
9	18.767	7.03	17-Pentatriacontene
10	18.831	11.37	Heptadecanoic acid, 15-methyl-, methyl ester

ج- المركبات الفعالة المشخصة بتقنية GC-MSللذرة البيضاء صنف جيزة منبت 72 ساعة

متابعة المركبات الفعالة المشخصة بتقنية كروموتوغرافيا الغاز المتصل بمطياف الكتلة اذ أشار الشكل (7) والجدول (4) بظهور 20 مركب فعال وقمة 20 للمركب (Cholestan-3-one, 4,4-dimethyl-, 5.alpha) وبنسبة تركيز 17.09% وبنسبة تشابه 79% مركب هيدروكاربوني عضوي يحتوي على 31 ذرة كاربون يعود للاستيرولات النباتية ويعرف باسم أيضاً gamma-Sitosterol و24.-beta.-Ethylcholesterol والمركب Docosyl trifluoroacetate بالقمة 19 بنسبة تركيز 2.26% مركب هيدروكاربوني ذو سلسلة مستقيمة يحتوي على مجموعة فلور وامين في تركيبه وبنسبة تشابه 88% ومن اسمائه الشائعة Undecanoic acid nitrile وTetradecanonitrile، بينما القمة 18 للمركب Oxalic acid, 2-ethylhexyl pentadecyl ester وبنسبة تركيز 2.64% مركب هيدروكاربوني ذو سلسلة مستقيمة 18 ذرة كاربون بنسبة تطابق 86% ومن اسمائه الشائعة Decane, 5,6-dipropyl و-7 Heptadecane, methyl والقمة 17 التابعة للمركب Decane, 5,6-dip بنسبة تركيز 2.58% مركب عضوي هيدروكاربوكسيلي يمتلك 16 ذرة كاربون بنسبة تشابه 83% واسمائه الشائعة l Heptadecane, و2 Octanoic acid, -) Weech et al.,2018, Yamagata, K. (2023



شكل(7): كروموتوغرافيا الغاز المتصلة بمطياف الكتلة للذرة البيضاء صنف جيزة منبت بمدة 72 ساعة

جدول (4). المركبات الفعالة في صنف جيزة منبت بمدة 72ساعة

Peak	R-Time	Area%	Name
1	5.318	0.98	Undecane, 3,7-dimethyl-
2	8.515	1.11	Undecane, 3,8-dimethyl-
3	8.739	2.06	Benzene, 1-methoxy-4-(1-propenyl)-
4	11.319	0.92	Eicosane
13	20.472	2.27	Dodecanoyl chloride
14	21.565	2.48	9,12-Octadecadienoyl chloride, (Z,Z)-
15	21.965	6.39	9,12-Octadecadienoyl chloride, (Z,Z)-

16	22.008	2.99	7-Tetradecenal, (Z)-
17	22.195	2.58	Decane, 5,6-dipropyl-
18	23.746	2.64	Oxalic acid, 2-ethylhexyl pentadecyl ester
19	25.215	2.26	Docosyl trifluoroacetate
20	25.636	17.09	Cholestan-3-one, 4,4-dimethyl-, (5.alpha.)

2- تقنية كروموتوغرافيا السائل عالي الاداء HPLC technology

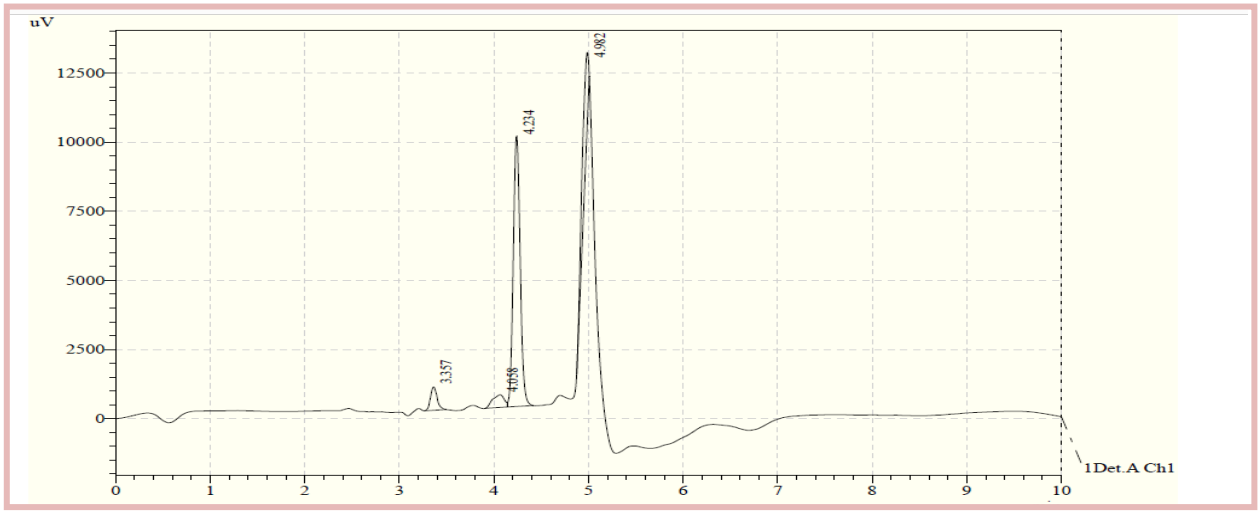
تعتبر تقنية الكروماتوغرافيا السائل عالية الدقة من أهم تقنيات الفصل الكيميائي بين المواد وأكثرها شيوعاً في مختلف الصناعات ومجالات البحث المختلفة، تمتاز أنواعها بتنوع طوريها الثابت والمتحرك من بين أنواع الكروماتوغرافيا منها كروماتوغرافيا السائل عالية الدقة (HPLC) وكروماتوغرافيا الغاز GC-MS .

يعرف كروموتوغرافيا السائل عالي الاداء HPLC بأن أنواع الكروماتوغرافيا تتعدد بتعدد أنواع الطور المتحرك والثابت. فكروماتوغرافيا السائل عالية الدقة تعتمد في عملها علي طور المتحرك سائل لهذا سميت بهذا الاسم. تستخدم هذه التقنية لتحديد هوية المركبات والسوائل ذات درجات الغليان المرتفعة أي التي تملك وزن جزيئاً مرتفع نسبياً، وتعتمد آلية الفصل على درجة توزيع المحلول الحاوي على المركب المدروس بين الطور المتحرك (السائل) والطور الثابت الموجود ضمن العمود. تحتاج كروماتوغرافيا الـ HPLC ضغطاً عالياً 5000-6000 ويعمل HPLC إذ تتم اذابة المركبات الكيميائية المراد فصلها في مذيب، حيث يتم ادخال هذا الخليط في ا لطور المتحرك وبالاعتماد على طبيعة الجزيئات، فإنها تتفاعل اكثر أو اقل مع الطور الثابت الموجود في الانبوب المسماة بعمود الكرموتوغرافياcolumn chromatography ، كروماتوغرافيا السائل عالية الدقة HPLC هي طريقة تمزج بين ما هو فزيائي وما هو كيميائي وتعتمد بالأساس على الاختلاف والتنوع في التفاعلات بين المذاب، الطور المتحرك والطور الثابت. نتيجة لهذه التفاعلات يحصل الفصل المطلوب(Pipil, and Saini, (2023) ، وتم استعمال التقنية في تحليل الفيتامينات الذائبة بالماء والدهن وتحليل الاحماض الامينية.

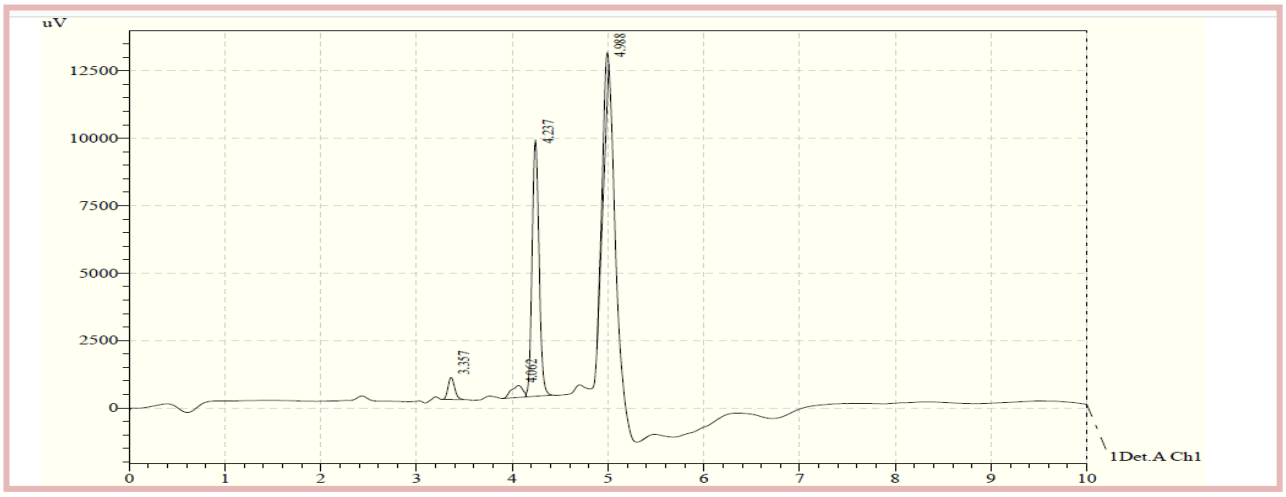
اكد(Doma, and Adamu, (2024 أنه يمكن تحليل اصناف من الذرة البيضاء الرفيعة الحمراء والبيضاء والصفراء بعد تحضير العينة حسب ظروف الجهاز كروموتوغرافيا السائل العالي الاداء وتحديد الطورين الثابت والمتحرك تم تحليل مجاميع الفيتامينات الذائبة بالماء مجموعة فيتامين.Bcomplex

أ- متابعة تطور فيتامين التوكوفيرول (Vitamin E (tocopherol

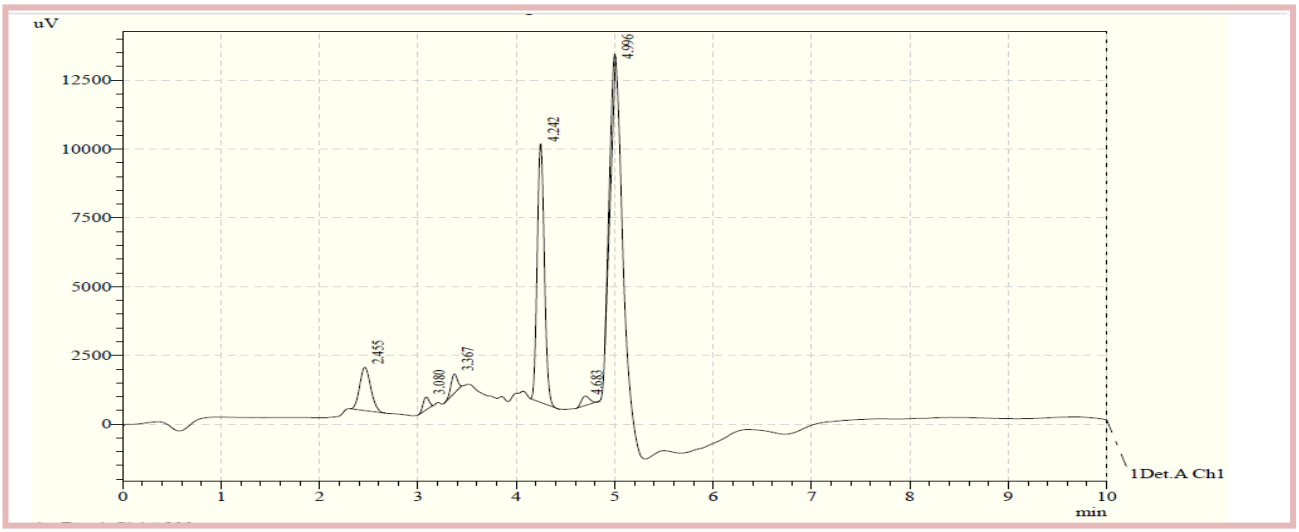
يعد فيتامين E من الفيتامينات الذائبة بالدهن ومن الفيتامينات المهمة والمتواجدة بصورة طبيعية في المصادر النباتية والحيوانية، إذ تم دراسة تطور فيتامين E في حبوب الذرة البيضاء صنف جيزة بفترات انبات مختلفة 24 و72 و96 ساعة وذلك لمتابعة تطورها خلال عملية النقع والانبات، لوحظ تطور في فيتامين E خلال مدد الانبات المختلفة بشكل تصاعدي ابتداء من فترة 24 و72 و96 ساعة، بينت نتائج قمم الامتصاصية ووقت الاحتجاز للقمم تختلف حسب الصنف وفترات الانبات، بينت النتائج لصنف جيزة اقل وقت احتجاز مقارنته بفترات الانبات المدروسة وذلك بسبب عدم تأثر الحبوب بعملية الانبات لان عملية النقع هي عبارة عن نقع الحبوب لفترة من الزمن لغرض امتصاص الماء وامتلاء الحبة والوصول لدرجة رطوبة مناسبة إذ بعد هذه المرحلة وعند زيادة فترات النقع لوحظ من النتائج المدروسة قيد الدراسة تطور وقت الاحتجاز لفترات الانبات إذ كانت فترة انبات 72 ساعة لصنف جيزة بزيادة مقارنته بوقت 24ساعة ،وكذلك عند متابعة تطور فيتامين E ببقية فترات الانبات وخاصة فترة 96 ساعة اعطت المرتسمات أعلى قمم ووقت احتجاز لهذه الاصناف من الذرة البيضاء صنف جيزة ذات الصفات الوراثية والزراعية المختلفة ، ومن خلال المرتسمات الموضح في الشكل (8) .(de Oliveira, and de Alencar Figueiredo, 2024



جيزة غير منبت



جيزة منبت 72 ساعة



جيزة منبت 96ساعة

مرتسم (8) تطور فيتامينE لصنف ذرة بيضاء جيزة بأوقات انبات مختلفة

3- تقنية جهاز المطياف الذري(Atomic-Absorption Spectroscopy (AAS)

تعد دراسة امتصاص الطاقة الإشعاعية من قبل الذرات Atoms هي طريقة تحليلية كمية تعنى امتصاص الضوء عند طول موجي معين (ג) وثابت للعنصر الواحد بواسطة ذراتها الحرة وتزداد كمية الأشعة الممتصة عند هذا الطول الموجي بزيادة عدد ذرات العنصر الموجود في مسار الأشعة حيث يرتبط الطيف بالتركيز فعن طريقه نستطيع معرفة اكثر من 60 عنصر من مكونات العينة الواحدة بدقة عالية جدا تصل إلى (1) في المليون وبالتالي يمكن معرفه مكونات العينة ولو كانت بنسبة ضئيلة جداً. تعتمد هذه الطريقة على تحويل المادة الفلزية إلى ذرات حرة أي تحول المادة إلى الحالة الذرية وتقدير الطاقة الإشعاعية الممتصة بواسطة هذه الذرات حيث تتناسب درجة الامتصاصي لعدد الذرات الموجودة في العينة للعنصر المراد تعيينه تتناسب طرديا مع تركيز هذا العنصر وتمتص الذرات في حالتها الاعتيادية الأشعة الضوئية عند طول موجي معين وتنتقل الذرة إلى الحالة المثارة atom exited وتزداد كمية الأشعة الممتصة عند هذا الطول الموجي بزيادة عدد الذرات للعنصر الموجي في مسار الأشعة. وتتميز هذه التقنية بإمكانية تعيين عنصر ما على خلفية معقدة دون الحاجه إلى عمليات الفصل الان لكل عنصر منبع ضوئي خاص به .(Pipil, and Saini, (2023) تتكون الحبوب من عناصر غذائية رئيسة شملت الكاربوهيدرات والبروتينات والدهون والالياف والفيتامينات والمعادن في اجزائها المختلفة ابتداءً من الجنين والنخالة والسويداء والاندوسبروم ويختلف وجود هذه العناصر على مدى تطور عمل الانزيم اثناء الانبات حيث يلعب الانبات دور مهم في زيادة هذه المكونات الاساسية في النباتات (Yousuf et al.,2023)

بين(2023)Comettant-Rabanal *et al.* ان الذرة البيضاء الرفيعة من الحبوب والأغذية الأساسية التي تتحمل الجفاف وهي مصدر غذائي للبروتين وأكثر من 20عنصر معدني، تتركيز العناصر المعدنية والمحتوى البروتينة في الذرة البيضاء الرفيعة، إذ تختلف بسبب التأثيرات الوراثية والبيئية والنمط الجيني من خلال التفاعلات البيئية، كان الهدف منها تحديد محتويات ثمانية عناصر معدنية ذات اهمية وهيCa) ، Fe، K، Mn، Na، P، Zn and Mg)والبروتين في التراكيب الجينية للذرة الرفيعة، إذ أظهر التباين اختلافات في محتويات المعادن والبروتينات ،وكانت هناك علاقة معنوية بين الزنك والحديد وبين البروتين والفوسفور والزنك، وبين التحليل المكون (PCI) أن Fe ، Mn، P، Zn والبروتين ساهم بشكل كبير في تجميع الأنماط الجينية في Ca PC1 و P و Mg إلى PC2 و Ca و K وإلى PC3 ووجود قدر كبير من التباين التركيبي لمحتويات المعادن والبروتينات بين الأنماط الجينية المهجنة إلى أنها يمكن أن تكون مصدراً قيماً للجينات من أجل الجودة التغذوية لتحسين الذرة البيضاء الرفيعة.

جدول |(6) قيم العناصر المعدنية بوحدة ميكروغرام/ 100غم

العينات وقت الانبات	الكادميوم	الرصاص	زنك	الحديد	منغنيز	نيكل	كوبلت	كروم
كافير غير منبت	9.75	18.200	10	392.75	19.950	0	0	0
كافيرمنبت72ساعة	34.00	31.5	17.200	506	23.220	0	0	0
جيزة غير منبت	19.800	15.200	12.750	132.43	10.950			
جيزة منبت ساعة72	25.300	19.440	720.120	401.75	18.810	0	0	0

4- تقنية الاشعة تحت الحمراء Fourier Transform Infrared (FTIR)

الأشعة تحت الحمراء infrared rays هي المنطقة التي تقع بين الأشعة الحمراء والأشعة المرئية، وطيف الموجات القصيرة المايكروويف، وبذلك تكون طاقة الأشعة تحت الحمراء أقل من طاقة الأشعة الحمراء كما يكون ترددها أقل من الأشعة الحمراء، ولكن طاقتها وترددها أعلى من أشعة المايكروويف والأشعة تحت الحمراء هي أشعة راديوي وتنبعث من المصباح الحرارى أو من الشمس أو من جسم الانسان والحيوان والنبات ، .(Abbas,2021)

تعد تقنية طيف الاشعة تحت الحمراء من التقنيات الاولية في تشخيص المركبات الفعالة وتركيب المواد المرتبطة والمجاميع

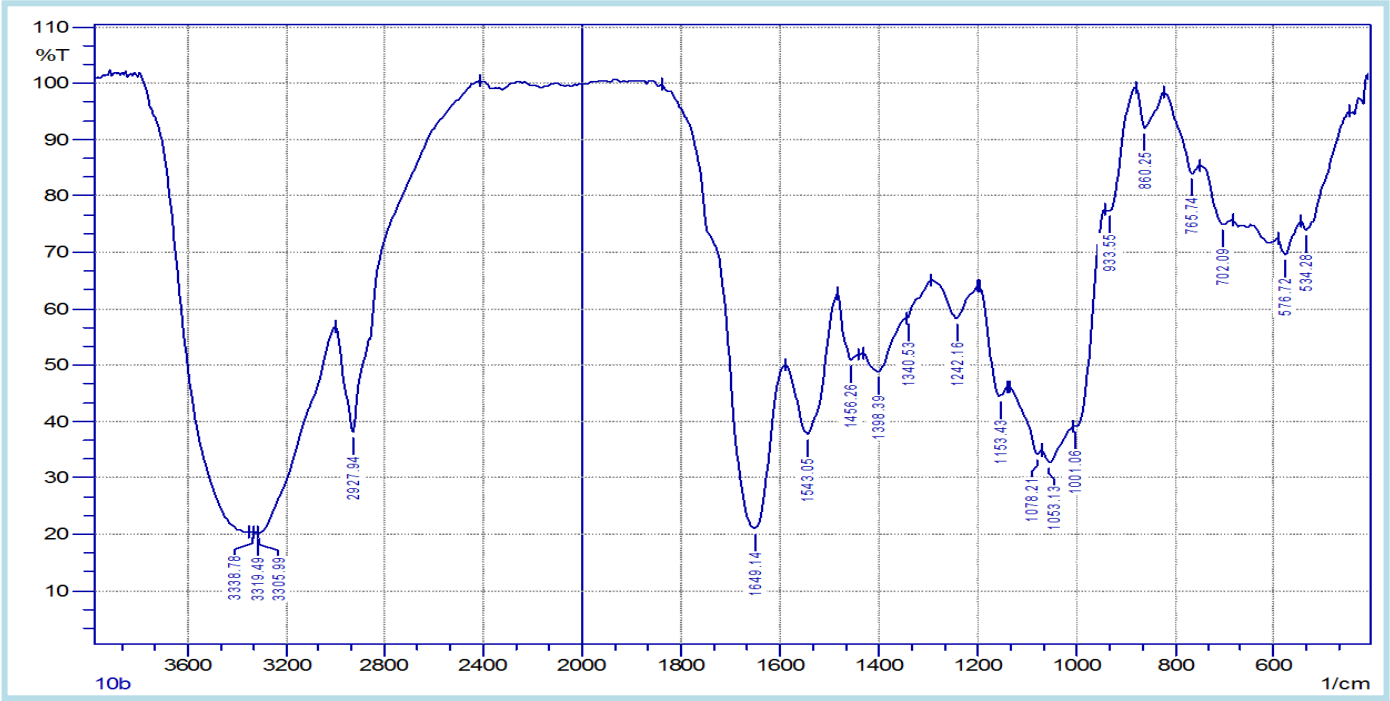
الوظيفية المختلفة واعطاء فكرة عن التركيب الجزيئي المتواجد في اغلبية المركبات الكيميائية، يفيد مطياف الأشعة تحت الحمراء بي التعرف على المجاميع الفعالة function groups في المركبات الكيميائية، كما يمكن بواسطته التعرف على المركبات المختلفة وذلك لأن كل مركب له تركيب خاصة بهfinger print ، كذلك يمكن التميز بين المركبات العطرية وغير العطرية ومجاميع الأكيل ومن المجاميع التي لا تتغير امتصاصها من مركب لأخر هي مجموعة الكربونيل C=O مجموعة السلفاهيدييل SH مجموعة الامين NH مجموعة الهدروكسيل OH مجموعة الميثلين 2 CH مجموعة الميثيل3CH.

اكد دراسة(2024)Maqbool,*et al.* ان للأشعة تحت الحمراء للحبيبات النشوية من الحبوب الذرة البيضاء والدخن والشوفان والارز لها حزم مختلفة الشدة تراوحت بين 1022سم−1 و1047سم−1 وتعود هذه الحزم إلى التمدد الاتساعي لجزيئة الماء O−H، كما أن هنالك حزمة تمددية تمثل مجموعة الكاربوكسيلية COOH وهي المنطقة التي يحدث فيها امتصاص المجاميع الفعالة، وحزم تعود إلى المجاميع الديهايدية والكيتونية CHO و C=O في حين التردد عند 1510.26−1539.20 سم−1 وهي روابط زوجية تعود إلى المجاميع C=O وC=N و.C=C

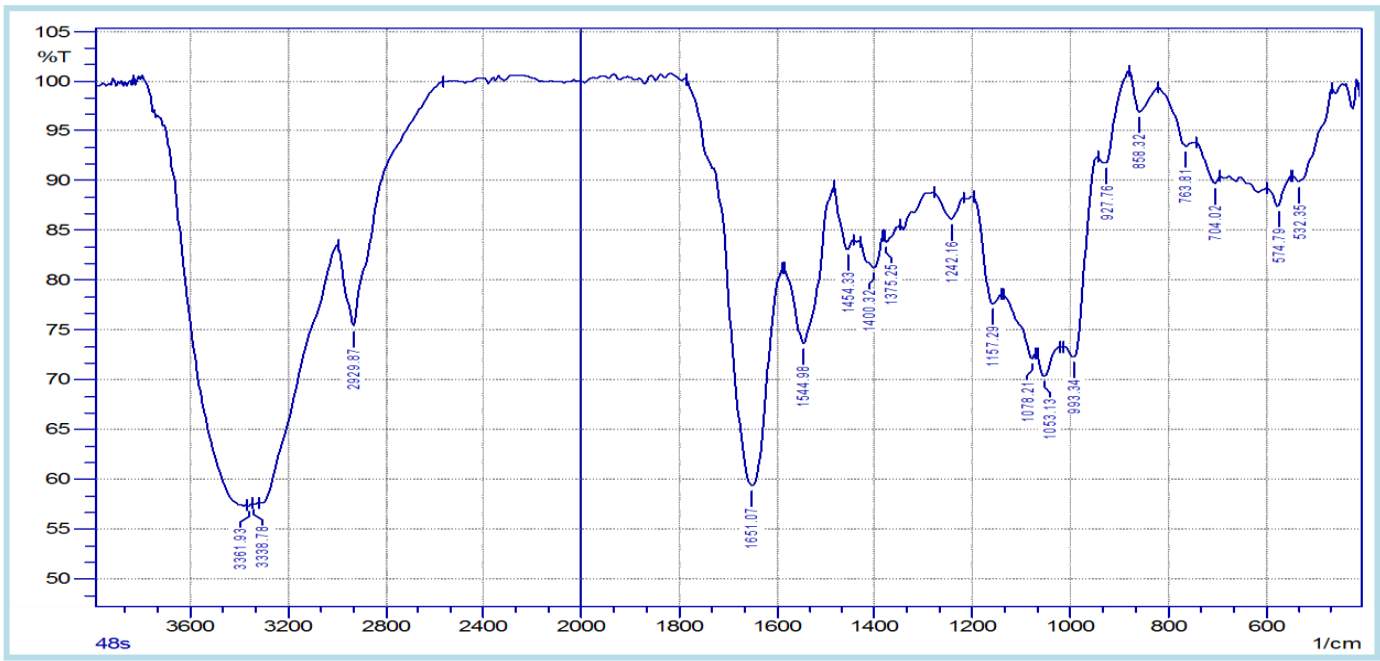
يعد التحليل الطيفي للأشعة تحت الحمراء من الطرق التشخيصية المستعملة في التعرف على الجزيئات في حالتها الطبيعية وكذلك عند حدوث تغيرات للجزيئات نتيجة لتفاعلها وتكوين جزيئات جديدة ، إذ يتم تشخيص المركبات العضوية التي تحتوي على مجاميع فعالة كمجموعة الكاربونيل ومجاميع الاستر والمثيل ومجاميع فعالة اخرى, ومن خلال تحليل العينة قيد الدراسة للبازلاء المنبتة والغير منبتة إذ لوحظ بتواجد المجاميع الفعالة في البازلاء المنبتة باهتزاز اتساعي عريض عنه في البازلاء الغير منبتة وذلك لتأثير حبيبات النشأ ومدى استهلاكه اثناء عملية الانبات(Romano *et al.*,2024) وكما وضحت المرتسمات في الشكل (9) طيف الاشعة تحت الحمراء للبازلاء المنبتة والغير منبتة، إذ لوحظ ظهور حزم عريضة من الامتصاص الطيفي تعود إلى مجاميع المثيل CH2 ومجاميع تعود للتذبذب الاتساعي لمجاميع C=C,C− N,N−H وظهور مركبات اروماتية حلقية وهي مجموعة الامايد ،ويمكن ملاحظة الحزم المتكونة للبازلاء المنبتة والغير منبتة من خلال الجدول (7)

ع الكيميا	الاهتزاز الاتساعي للمجاميع الفعالة الاعداد الموجية سم $^{-1}$								
المجاميع	OH,N−H 3316.5	Methylene −CH 2925	Methl− CH_3 2854	Ester C=O 1745	Carboxyl C=O 1709	Amide IC=O 1652	Amide IIN−H, C−N 1538	C−O−H, C−C−H, C−O−H 1400−1150	C−O;C−C 1151,900
بازلاء غير منبتة	3522.02 3412.08 3396.64	2927.94	2858.51	1745.58	−	1651.07	1539.20	1342.46 1246.02 1157.29	1157.29 1080.14 1043.49 1024.20 933.55
بازلاء منبتة	3408.22 3373.50 3010.88	2926.01	2856.58 2517.10	1797.66	−	1658.78	1516.05	1425.40 1244.09	1157.29 1080.14 1024.20 931.62

جدول (7).المجاميع الفعالة للبازلاء المنبتة والغير منبتة.



مرتسم : طيف الاشعة تحت الحمراء للبازلاء الغير منبتة



مرتسم : طيف الاشعة تحت الحمراء للبازلاء المنبتة

شكل (9) مرتسم الاشعة تحت الحمراء

رابعاً:- تتابع الاحماض الامينية في البروتينRelay amino acids in protein

البروتيناتProteins

عبارة عن مواد عضوية معقدة التركيب بوليمرات Polymers تتركب كيميائياً من الكربون 51% واوكسجين 23% ونيتروجين 16% وهيدروجين 7% وكبريت 3% وفسفور 1%، تتكون من وحدات من الاحماض الامينية تحتوي على سلسلة ببتيدية واحدة والبعض على سلسلة ببتيدية متعددة (حسن،2018).

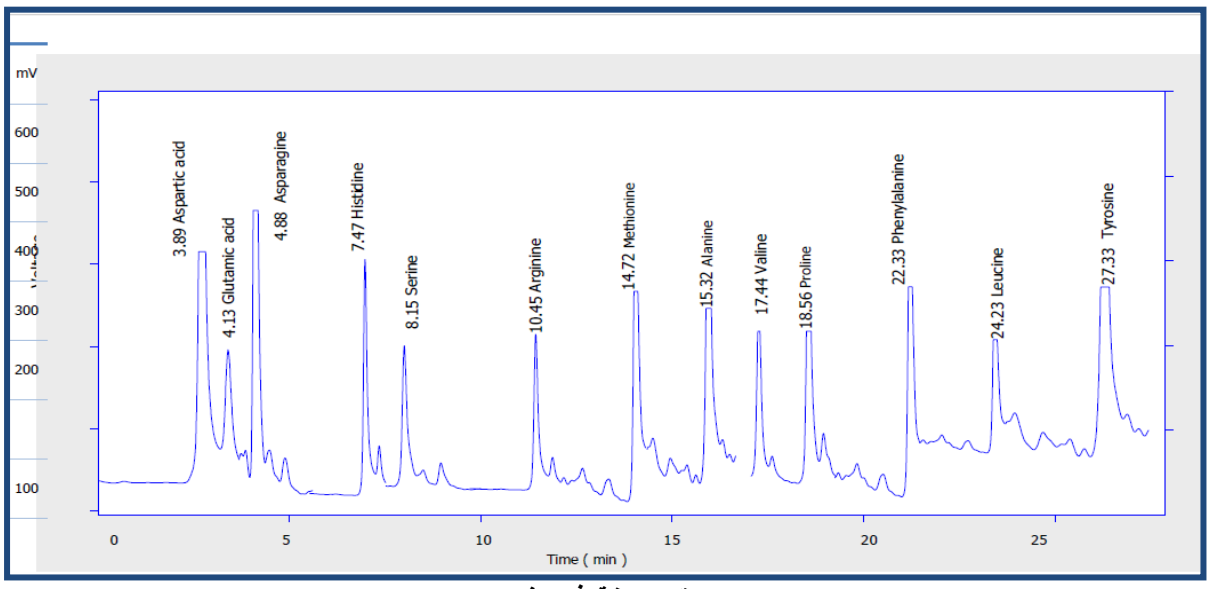
تعتبر الاحماض الامينية هي الوحدة الاساسية التي يتكون منها البروتين والمكون الاساسي لجميع الاغذية ويحتوي على مجموعة كاربوكسيلية وامينية.

بين Rather *et al.*(2023) أن زيادة معدل محتوى الاحماض الامينية للحبوب اثناء الانبات للأحماض الامينية الاساسية والغير اساسية والبروتيزات وقلة نسبة الكاربوهيدرات، ولوحظ ازدياد الاحماض الامينية الاساسية ما عدا الليوسين والفالين، وتم تحسين بعض محتوى الأحماض الأمينية الغير اساسية مثل البرولين والكلايسين والحامض الأميني إلى حد كبير، وتعد الحبوب مصدراً مهماً لـ الطاقة والبروتين والمعادن ومضادات الأكسدة والفيتامينات ونظام غذائي خال من الكلوتين للفقراء في أفريقيا وآسيا.

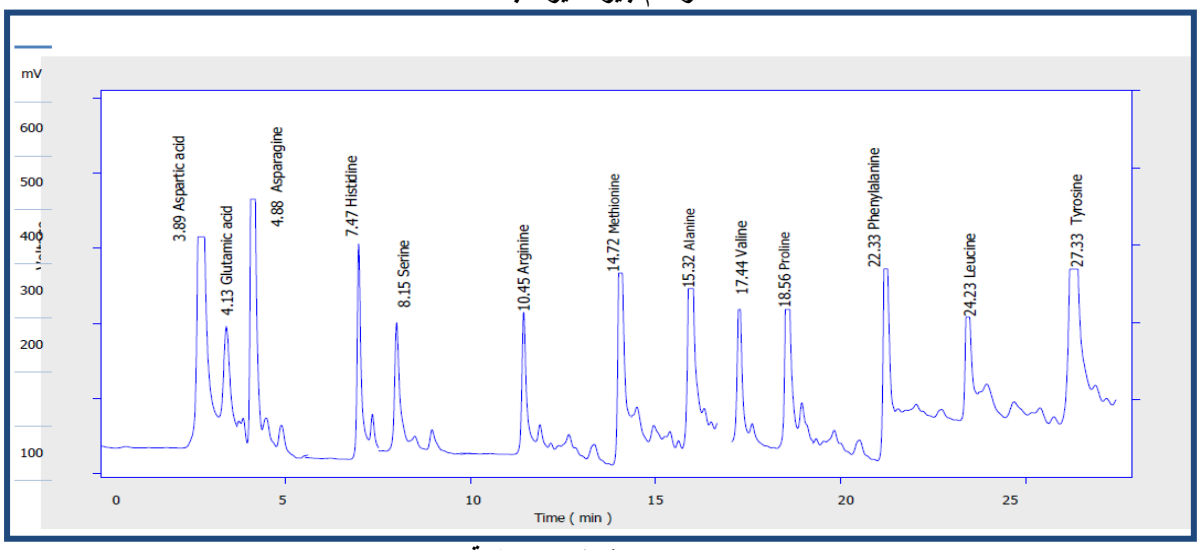
تمكن (Usman and Bolade 2017) من دراسة تأثير عملية الانبات والنقع على ثلاثة انواع من الحبوب المحلي والمحسن والهجين، ومحتوى الاحماض الامينية فيها ومدى تأثرها لوحظ ارتفاع وزيادة في نسب الاحماض الامينية الاساسية والغير اساسية للحبوب المنبتة تراوحت بين 335.5 و348.1 ملغم/غم بروتين وان زيادة المحتوى الامينة للحبوب له اهمية كمكمل غذائي بروتيني نباتي لبعض الدول الفقير في أفريقيا لما تحتويه من سعرات حرارية وبروتينات وتعتبر الذرة البيضاء هي خامس حبوب من حيث الاهمية بعد الحنطة والذرة والرز والشعير، وان عملية الانبات والنقع زادة من محتوى الاحماض الامينية وذلك لنشاط الايضية للحبوب ونشاط الاميليز والبروتيز الذي يعمل على استهلاك البروتينات والكاربوهيدرات، ومن خلال قيم الاحماض الامينية من ثريونين (32.1–33.6 ملغم/غم بروتين) وميثيونين (22.4–24.7 ملغم/غم بروتين) وفينيل الأنين (45.6–48.1 ملغم/غم بروتين) وليسين (17.2–18.9 ملغم/غم بروتين) وتربتوفان (8.7–9.7 ملغم/غم بروتين). كل هذه القيم كانت أقل من متطلبات منظمة الأغذية والزراعة ومنظمة الصحة العالمية في حين أن النسب التي تم التوصل اليها خلال عملية الانبات للأحماض الامينية هو فالين (44.2–48.9 ملغم/غم بروتين) وليسين (124.6–130.3 ملغم/غم بروتين) وإيزولوسين (35.7–38.4 ملغم/غم بروتين) وان نسب إنتاج الأحماض الأمينية خلال الانبات يعتمد على نوع وصنف الحبوب المستعملة.

1- متابعة تطور الاحماض الامينية بتقنية محلل الاحماض الامينية

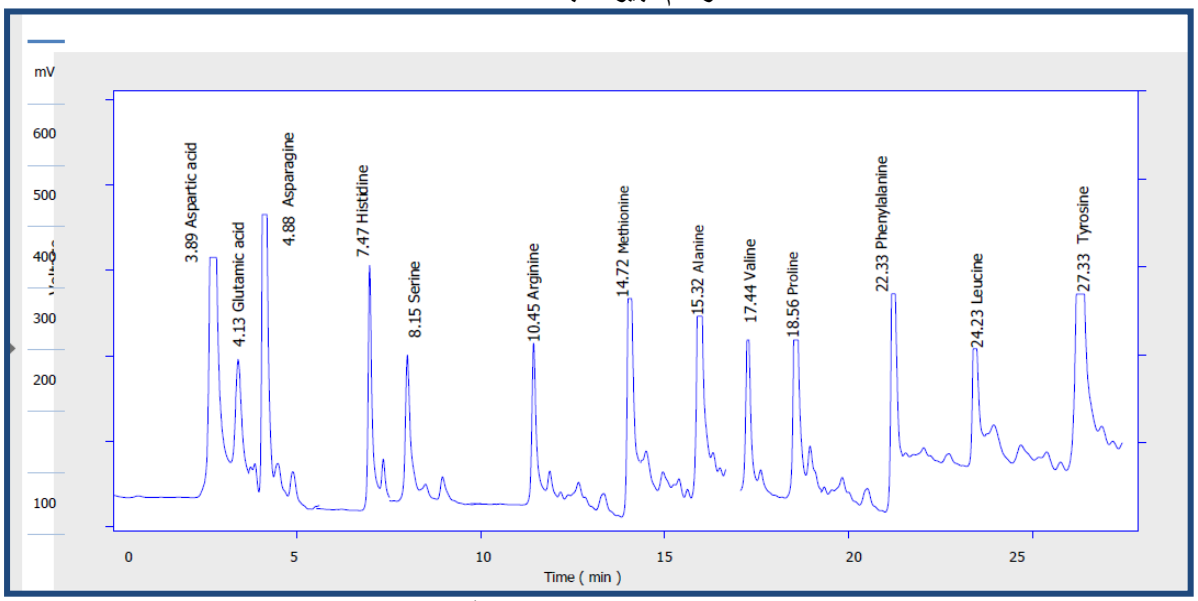
وضح الجدول (8) محتوى الاحماض الامينية لصنف من الذرة البيضاء الرفيعة (جيزة) بفترات انبات24 و72 و96 ساعة، إذ اظهرت النتائج تفوق بعض الاحماض الامينة خلال فترات الانبات، أعلى نسب من الاحماض الامينية الاخلاى بتراكيز مختلفة في حين نسبة الاحماض الامينية لصنف جيزة الغير منبتة اقل قيم لتراكيز الاحماض الامينية، نلاحظ أن الاصناف الغير منبتة كانت نسب الحامض الامينة الاعلى هو حامض الكلوتاميك بنسبة 20.48% لصنف جيزة غير منبت بعدها تدرجت النسب، حيث كان الفالين 19 والهستدين والمثيونين وبقية الاحماض الامينية المتواجد بصورة طبيعية في الحبوب بنسب قليلة أن لعملية الانبات لأصناف الحبوب بفترات 72 و96 ساعة تأثير على محتوى ونسب الاحماض الامينية، حيث تفوقت الاحماض بارتفاع تراكيزها أو نسبها خلال الانبات، حيث بلغ محتوى حامض الاسبارتيك أعلى قيم محتوى في فترة الانبات ومن خلال الجدول نلاحظ التدرج في نسب الاحماض الامينية وتزايدها خلال فترة الانبات لصنف جيزة ولجميع الاحماض الامينية الاساسية والغير اساسية خلال فترات النقع والانبات نتيجة لزيادة النشاط الايضي لإنزيمات الاميليز والبروتيز اللذان يحللان الكاربوهيدات والبروتينات للحبوب اثناء الانبات في الشكل (10).



مرتسم جيزة غير منبت



مرتسم جيزة منبت72ساعة



مرتسم جيزة منبت96 ساعة

مرتسم(10) الاحماض الامينية المشخصة بتقنية AAN

2- تواجد الفيتامينات الذائبة بالماء والذائبة بالدهن في الحبوب

تعد الفيتامينات مركبات عضوية ضرورية لتعزيز وتنظيم عمليات الجسم اللازمة للنمو والتكاثر والحفاظ عل الصحة، وتقسم الفيتامينات حسب اذابتها لفيتامينات ذائبة في الماء هي مجموعة فيتامين Complex Bوالفيتامينات الذائبة بالدهن (A.D.K.E)ولكل من هذه الفيتامينات اهمية للجسم حيث يعتبر فيتامين A مضادة اكسدة ومصدر للرؤية وفيتامين E أيضاً مضادة اكسدة وفيتامين Kمضاد للتخثر وفيتامين D مهم لإفرازات الغدة الدرقية في الجسم والحفاظ عليها، بينما اهمية الفيتامينات الذائبة في الماء فيتامين) B1الثايمين) مهم في استقلاب الكلوكوز في حين فيتامين B2 الرايبوفلافين له اهمية في تحسين الرؤية والحفاظ على البشرة وتوفير الطاقة للجسم وفيتامين B3 النياسين مهم في انتاج الطاقة والهضم وصحة الجلد والاعصاب، بينما مجموعة فيتامين B6 التي تشمل بيريدوكسين، وبيريدوكسال، بيريدوكسامين *et* Yıldız – (Peng *et al.*,2023و *al.*,2024) التي تساعد الجسم في التمثيل الغذائي للبروتين وتكوين الخلايا الحمراء وتشارك في تكوين الانسولين والهيموكلوبين، في حين كان لفيتامين) B12 الكوبالامين له اهمية في بناء المادة الوراثية للجسم (Zhang *et al.*,2023و Waliat *et al.*,2023).

بين Huang, J. H. (2022) أنه يمكن تحليل نسب الفيتامينات وفيتامين B1, B2 باستعمال كرموتوغراف السائل العالي الاداء والاشعة فوق البنفسجية تستعمل الحبوب تقليدياً كأغذية أساسية ومع ذلك شهدت السنوات الاخير انخفاض باستهلاك الحبوب بسبب العادات الغذائية الجديدة كما يتم التعرف على ضرورة الحبوب في النظام الغذائي، وتكييفها المختلفة وتوفير الفوائد الغذائية والوظيفية للكائن الحي، بما في ذلك امتصاص الطاقة من المركب الكربوهيدرات وكذلك وجود الألياف الغذائية والمغذيات الدقيقة مثل المعادن والفيتامينات والثيامين والريبوفلافين نوعان من الفيتامينات تشارك في مختلفة العمليات في جسم الإنسان مثل استقلاب الكلوكوز وتكاثر الجينات وتطوير أنسجة الجنين هذين المركبين غير مستقرين للحرارة والضوء وعوامل أخرى لذلك يمكن للعمليات التكنولوجية في الحبوب.

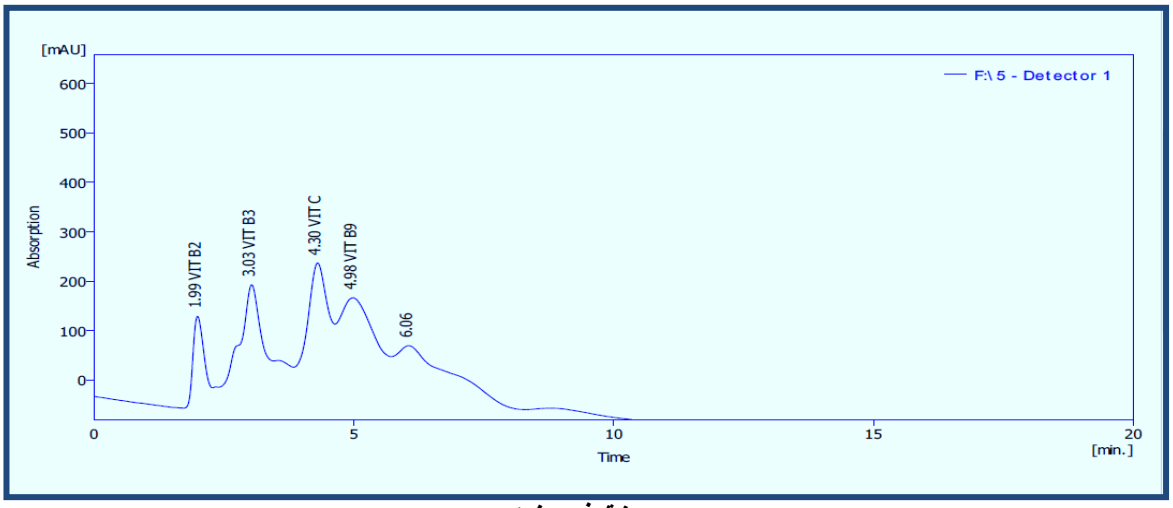
درس Mohammed et al.(2019) تحليل ثلاث عينات من الحبوب الصفراء والحمراء والبيضاء لمعرفة نسب الفيتامينات B1، B3، B6 والعناصر المعدنية (Cu, Mn, Zn, Fe, Ca, K, Na, Mg) باستعمال تقنية كرموتوغرافيا السائل العالي الاداء HPLC والامتصاص الذري، إذ اظهرت نتائج التحليل الكيمائية للأصناف الثلاثة بمحتوى من الرماد والألياف والبروتين والكربوهيدرات بمستويات عالية لأهمية تركيبها الكيميائية، بينما أظهرت نتائج تحليل الفيتامين بتقنية لـ HPLCأن الحبوب تحتوي على فيتامين منخفض المحتوى B1 الثيامين، B3النياسين B6، البيريدوكسين) ، على الرغم من أن الحبوب الحمراء كانت أكثر محتوى في جميع الفيتامينات التي تم تحليلها، تليها الحبوب البيضاء والصفراء الفيتامينات (Akram *et al.*,2020) .

3-متابعة تطور الفيتامينات الذائبة بالماء والذبة بالدهن بتقنية HPLC

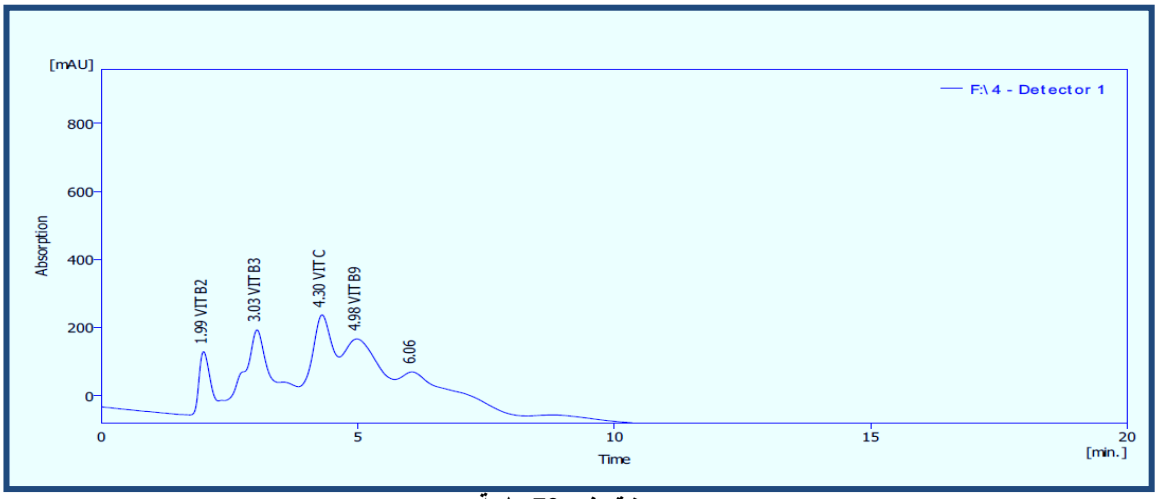
اشارت النتائج التي تم التوصل اليها لتراكيز الفيتامينات الذائبة بالماء والفيتامينات الذائبة بالدهن بفترات الانبات المختلفة 24 و72 و96 ساعة وحسب ما بينت نتائج قيم تراكيز الفيتامينات ومدى تطورها في الشكل(11) بين وقت الاحتجاز والامتصاصية وتركيز الفيتامين بوحدة ملغم/غم، إذ تفوق الفيتامينات الذائبة بالماء لصنف جيزة بوقت انبات 96 ساعة لمجموعة فيتامين Bcomplex تلتها وقت انبات 72 ساعة بفارق معنوي، بينما كانت اقل تركيز للحبوب الذرة البيضاء الرفيعة الغير منبتة، وان هذا الاختلاف والتباين بقيم تراكيز الفيتامينات خلال عمليات الانبات لما لها من اهمية في تحسين الصفات الكيموحيوية وعمل ونشاط الانزيمات الاميليز وتطورها خلال الانبات وزيادة محتوى البروتين جميع هذه الصفات تحسين من القيمة الغذائية وتطور الفيتامينات لما لها من اهمية في تطور انسجة الجنين وعمليات جسم الانسان في استهلاك الكلوكوز.(Huang, J. H. (2022)

وبينت نتائج تحليل الفيتامينات الذائبة بالدهن أيضاً تطور في تراكيزها ومدى تحسس الجهاز إذ اظهرت تطور في الفيتامينات خلال مراحل الانبات وزيادة تراكيزها ووقت الاحتجاز لكل فيتامين، واظهرت النتائج في الجدول بتفوق فيتامين E باعتباره مضادة اكسدة طبيعي متواجد في الحبوب وفيتامين K خلال مراحل الانبات لصنف جيزة 96 ساعة وبفارق معنوي عند مستوى احتمالي$P<0.05$ ،ثم اشارت القيم في الجدول انخفاض محتوى تراكيز الفيتامينات الذائبة بالدهن في

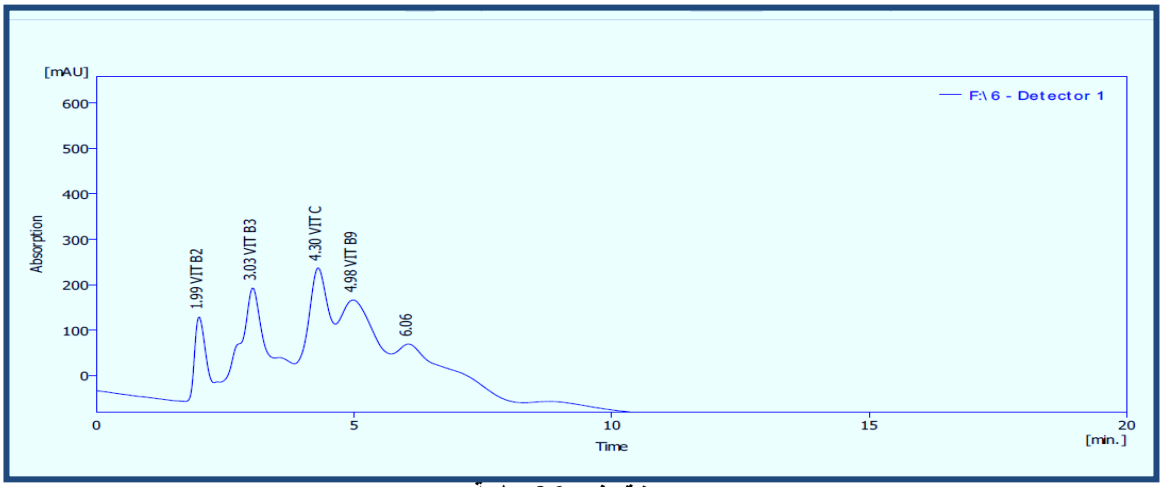
الحبوب الغير منبتة، بينما وجد أن وقت انبات 72 ساعة لصنف جيزة قد تفوق على الحبوب الغير منبتة، وان تطور وزيادة تراكيز هذه الفيتامينات التي تزود الجسم بالطاقة الضرورية لصحة الانسان (Zhang *et al.*,2018)، ويمكن متابعة التراكيز من خلال الشكل (12) الفيتامينات الذائبة بالدهن. وجاءت النتائج متفقة مع ما توصل اليها الباحثين (Zhang *et al.*,2018) عند دراسة الفيتامينات الذائبة بالماء والذائبة بالدهن ولما لها من اهمية في تحسين القيمة الغذائية وتحسين وجاءت النتائج متقاربة عند التشخيص بتقنية كروموتوغرافيا السائل العالي الاداء قبل وبعد الانبات لتراكيز الفيتامينات الذائبة بالماء والدهن (Ojo *et al.*,2020).



جيزة غير منبت

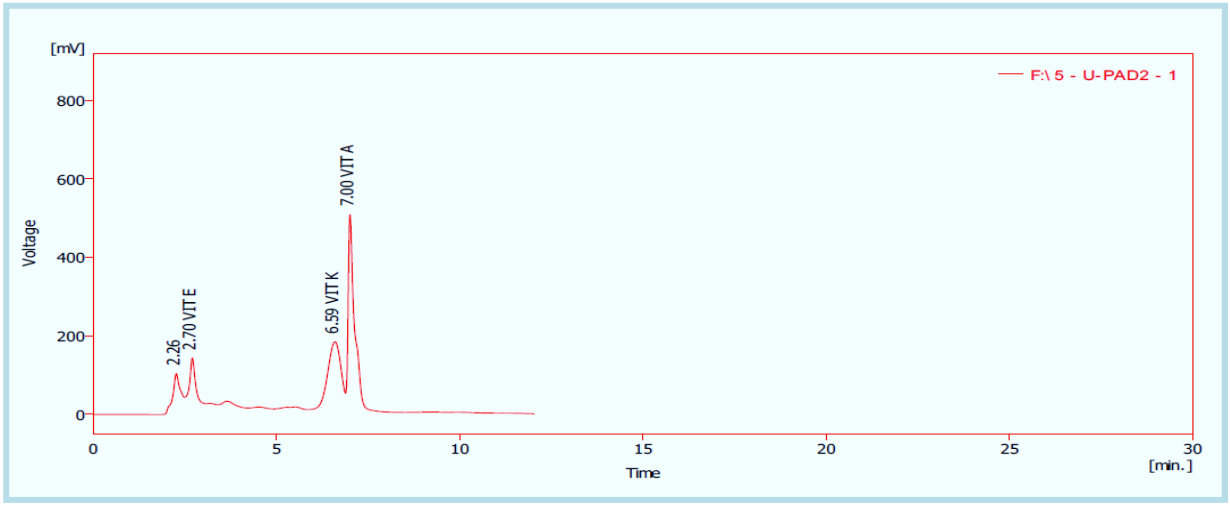


جيزة منبت72ساعة

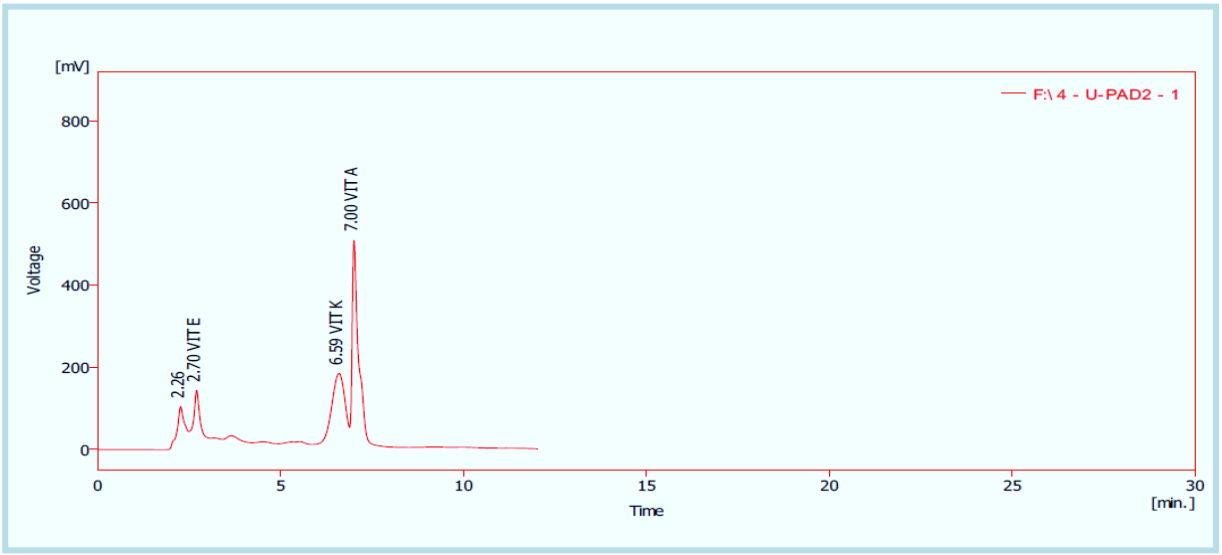


جيزة منبت 96 ساعة

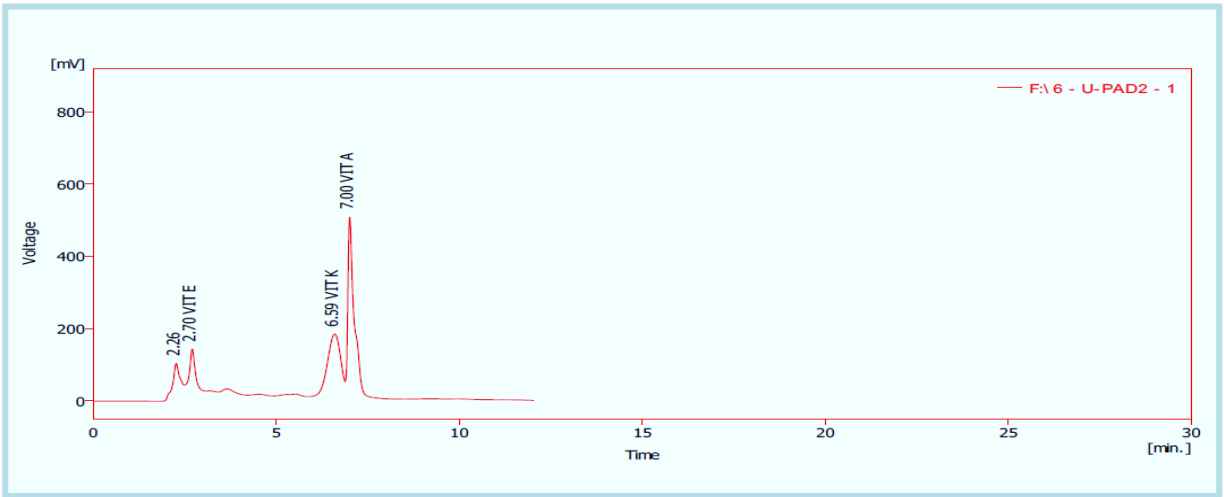
شكل(11) مرتسم الفيتامينات الذائبة بالماء



عينة جيزة غير منبت

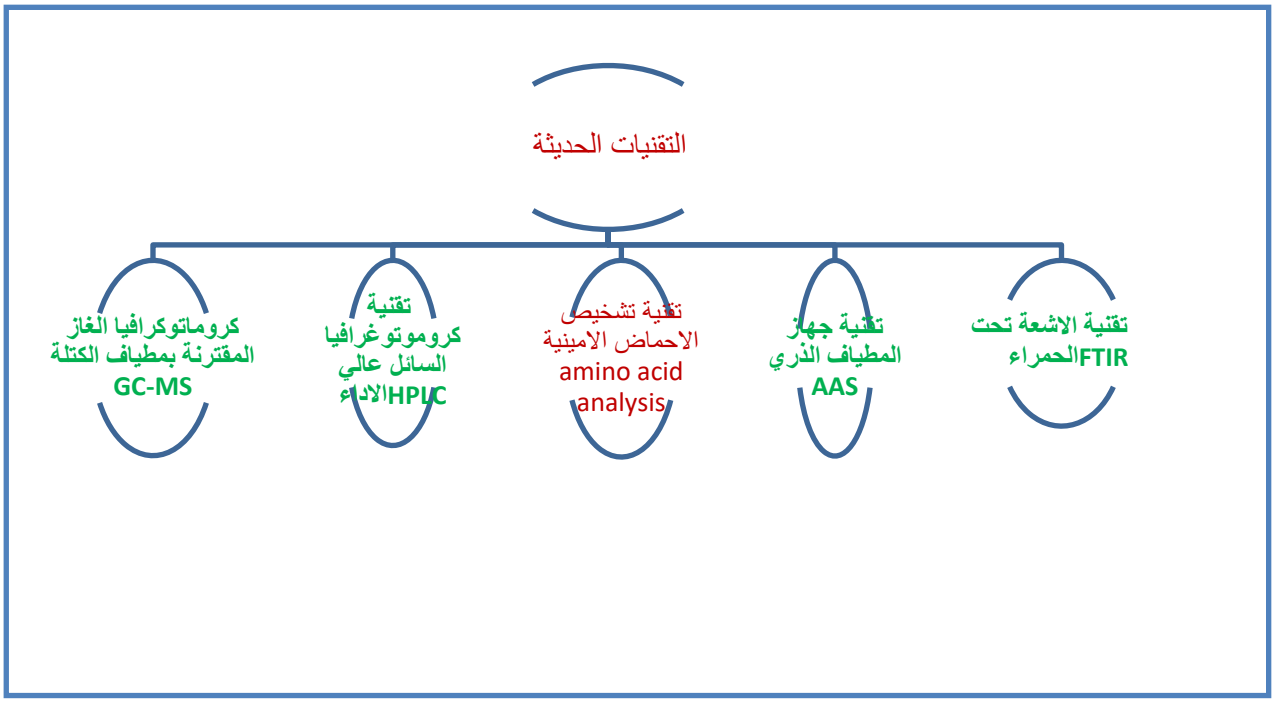


عينة جيزة منبت 72ساعة



عينة جيزة منبت 96ساعة

شكل (13) مرتسم الفيتامينات الذائبة بالدهن



مخطط (1) التقنيات الحديثة المستعملة في تشخيص المركبات الفعالة حيويا (abbas,2024)

المصادر

1- حسن، حسين فاضل (2018) اساسيات الكيمياء الحيوية العملي. مطبعة كركوك، العراق ص 488.

2- علوان، محمد سلمان (2018). توصيف نماذج العسل العراقي وتشخيص مركباته الفعالة ودراسة فعاليتها المضادة للأكسدة. اطروحة دكتوراه، قسم وقاية النبات، كلية الزراعة، جامعة البصرة، ص1-168.

1-Shah, S., Narang, R., Singh, V. J., Pilli, G., & Nayak, S. K. (2023). A review on anticancer profile of flavonoids: Sources, chemistry, mechanisms, structure-activity relationship and anticancer activity. Current Drug Research Reviews Formerly: .Current Drug Abuse Reviews, 15(2), 122-148.

2- Hoseinifar, S. H., Fazelan, Z., El-Haroun, E., Yousefi, M., Yazici, M., Van Doan, H., & Paolucci, M. (2023). The effects of grapevine (Vitis vinifera L.) leaf extract on growth performance, antioxidant status, and immunity of zebrafish (Danio rerio). .Fishes, 8(6), 326.

g, C., Fan, X., Guo, S., Zhao, G., Zhang, L., ... & Qin, P. (2023). ا**3- Ren, G.**, Ten Nutrient composition, functional activity and industrial applications of quinoa .(Chenopodium quinoa Willd.). Food Chemistry, 410, 135290.

4- Buzdağlı, Y., Eyipınar, C. D., Kacı, F. N., & Tekin, A. (2023). Effects of hesperidin on antinflammatory and antioxidant response in healthy people: a meta-analysis and meta-regression. International Journal of Environmental Health Research, 33(12), .1390-1405.

5- Lan, Y., Kuktaite, R., Chawade, A., & Johansson, E. (2024). Chasing high and stable wheat grain mineral content: Mining diverse spring genotypes under induced drought stress. Plos one, 19(2), e0298350.

6-Alkay, Z., Falah, F., Cankurt, H., & Dertli, E. (2024). Exploring the Nutritional Impact of Sourdough Fermentation: Its Mechanisms and Functional Potential. Foods,

13(11), 1732.
7- Marid, Y., & Argaw, T. (2023). Evaluation of maize varieties through multi-environment trials: application of multiplicative mixed models. Cornous Biology, 1(2), 1-12.
8- Houmani, H., Ben Slimene Debez, I., Turkan, I., Mahmoudi, H., Abdelly, C., Koyro, H. W., & Debez, A. (2024). Revisiting the Potential of Seed Nutri-Priming to Improve Stress Resilience and Nutritive Value of Cereals in the Context of Current .Global Challenges. Agronomy, 14(7), 1415.
9-Maqbool, Z., Khalid, W., Mahum, Khan, A., Azmat, M., Sehrish, A. & Khan, K. A. (2024). Cereal sprout-based food products: Industrial application, novel extraction, consumer acceptance, antioxidant potential, sensory evaluation, and health perspective. Food Science & Nutrition, 12(2), 707-721.
10- Karnavat, D., & Chaudhari, D.(2023). Formulation and standardization of Mit Universitys-Abhivruddhi .millet-based protein-mineral enriched granola bar Journal vol.3 (01) , JUNE , pp- 1-5.
11- El-Banna, A. A. (2023). An integrated approach of network pharmacology and molecular docking analyses for identification of Lepidium sativum L. antidiabetic molecular targets. Records of Pharmaceutical and Biomedical Sciences, 7(2), 111-127.
12- Szeto, C., Feng, H., Sui, Q., Blair, B., Mayfield, S., Pan, B., & Wilkinson, K. (2024). Exploring Variation in Grape and Wine Volatile Phenol Glycoconjugates to Improve Evaluation of Smoke Taint Risk. American Journal of Enology and Viticulture, 75(1).
13- Okumu, O. O., Otieno, H. M., & Okeyo, G. O. (2023). Production systems and contributions of grain legumes to soil health and sustainable agriculture: A review. ...Archives of Agriculture and Environmental Science, 8(2), 259-267.
14 Hamidi, F., Baghani, A. N., Kasraee, M., Salari, M., & Mehdinejad, M. H. (2023). Modeling, optimization and efficient use of MMT K10 nanoclay for Pb (II) removal .using RSM, ANN and GA. Scientific Reports, 13(1), 8434.
15- Engida, C. E. (2023). Thesies:-Genetic diversity in yield traits and kernel composition of selected Ethiopian sorghum landraces (Doctoral dissertation, University of the Free State pp1-231.
16-Saini, A.; Panwar, D.; Panesar, P.S. and Bera, M. B. (2019). Bioactive compounds from cereal and pulse processing byproducts and their potential health benefits. Austin Journal Nutr Metab. 6(2): 1068.
17- Sirisangsawang, R., & Phetyim, N. (2023). Optimization of tannin extraction from coconut coir through response surface methodology. Heliyon, 9(2 Heliyon 9 (2023) e13377.
18- Kenza, T. E. M. M. A. R., & Fenghour, G. (2023).Thesis:- Étude phytochimique et activités biologique des plantes médicinales (Doctoral dissertation, University center of Abdalhafid Boussouf-MILA.
19- Nagy, R., Murányi, E., Bíróné Molnár, P., Szepesi, J., Győri, Z., Veres, S., ... & Sipos, P. (2023). Assessment of bioactive profile of sorghum brans under the effect of growing conditions and nitrogen fertilization. Agriculture, 13(4), 760.
20- Teliban, G. C., Pavăl, N. E., Mihalache, G., Burducea, M., Stoleru, V., & Lobiuc, A. (2024). Design Modulated Light on Physiological and Molecular Processes in Phenolic Compounds Production of Ocimum basilicum (11),pp:44-51

21- Abla, H. A. M. M. A., & Zineb, A. C. H. O. U. C. H. E. (2023). Caractérisation phytochimique des extraits de Pistacia lentiscus L (Doctoral dissertation, university . center of abdalhafid boussouf-MILA
22- Verma, N. (2023). Extraction of phenolic compounds by conventional and green innovative techniques. In Green Sustainable Process for Chemical and Environmental .Engineering and Science (pp. 355-394). Elsevier.
23- Szeto, C., Feng, H., Sui, Q., Blair, B., Mayfield, S., Pan, B., & Wilkinson, K. (2024). Exploring Variation in Grape and Wine Volatile Phenol Glycoconjugates to Improve Evaluation of Smoke Taint Risk. American Journal of Enology and Viticulture, 75(1).
24- Ferradji, A. (2018).Thesie :- Activités antioxydante et anti-inflammatoire des extraits alcooliques et aqueux des feuilles et des baies de pistacia lentiscus (Doctoral dissertation.
25- Khaldi, R., Rehimi, N., Kharoubi, R., & Soltani, N. (2022). Phytochemical composition of almond oil from Melia azedarach L. and its larvicidal, ovicidal, Tropical Biomedicine 39(4): 531- .repellent and enzyme activities in Culex pipiens L (538 (2022
https://doi.org/10.47665/tb.39.4.008
26- Marsol Vall, A. (2017). Gas chromatography-mass spectrometry for the analysis of metabolomic compounds in agrifood products. New methods and Applications (Doctoral dissertation, University at de Lleida.
27- Eyenga, M., Fauconnier, M. L., Ngondi, J. L., Ngando, A. M., & Sindic, M. (2020). Variabilities of Tetrapleura tetraptera (Schumach & Thonn.) taub. and Aframomum citratum (C. Pereira) K. Schum from three Agro-ecologic zones in Cameroon and effect of extraction methods on the phenolic compounds recovery. In 25th National Symposium for Applied Biological Sciences (NSABS. Permalink
https://hdl.handle.net/2268/246884
28- Roberts, R., Khomenko, I., Eyres, G. T., Bremer, P., Silcock, P., Betta, E., & Biasioli, F. (2023). Investigation of geraniol biotransformation by commercial Saccharomyces yeast strains by two headspace techniques: solid-phase microextraction gas chromatography/mass spectrometry (SPME-GC/MS) and proton transfer reaction-time of flight-mass spectrometry (PTR-ToF-MS). Fermentation, 9(3), 294.
29- Yamagata, K. (2023). Fatty acids act on vascular endothelial cells and influence the development of cardiovascular disease. Prostaglandins & Other Lipid Mediators, .165, 106704.
30- Weech, M.; Altowaijri, H.; Mayneris-Perxachs, J.; Vafeiadou, K.; Madden, J.; Todd, S. and Yaqoob, P. (2018). Replacement of dietary saturated fat with unsaturated fats increases numbers of circulating endothelial progenitor cells and decreases numbers of microparticles: findings from the randomized, controlled Dietary Intervention and VAScular function (DIVAS) study. The American journal of clinical nutrition, 107(6), 876-882.
31- Pipil, P., & Saini, M. K. (2023). Introduction to analytical chemistry. Analytical .Methods in Chemical Analysis: An Introduction, 3
32- Doma, U. D., & Adamu, N. (2024). utilization of dietary levels of bauchi red sorghum variety by starter broiler CHICKENS. Nigerian Journal of Agriculture and

Agricultural Technology, 4(2), 245-249.
33- Comettant-Rabanal, R., Hidalgo Chávez, D. W., Ascheri, J. L. R., Elías-Peñafiel, C., & Carvalho, C. W. P. (2023). Functionality of pre-cooked whole-grain corn, rice and sorghum flours for gluten-free bread. International Journal of Food Science & .Technology, 58(11), 5781-5795.
34- Romano, A., De Luca, L., & Romano, R. (2024). Effects of germination time on the structure, functionality, flavour attributes, and in vitro digestibility of green Altamura lentils (Lens culinaris Medik.) flour. Food & Function, 15(7), 3539-3551.
35- Rather, M. A., Thakur, R., Hoque, M., Das, R. S., Miki, K. S. L., Teixeira-Costa, B. E., ... & Gupta, A. K. (2023). Sorghum (Sorghum bicolor): Phytochemical composition, bio-functional, and technological characteristics. In Nutri-Cereals (pp. .57-89). CRC Press.
36- Usman, M. A. and Bolade, M. K. (2017). Comparative assessment of changes induced by malting on the proximate composition and amino acid profile of three classes of sorghum Sorghum bicolor (L.) Moenchs grains. Journal Exp Food Chem. 3(132): 2472-0542.
37- Peng, B., Dong, Q., Li, F., Wang, T., Qiu, X., & Zhu, T. (2023). A systematic review of polycyclic aromatic hydrocarbon derivatives: occurrences, levels, biotransformation, exposure biomarkers, and toxicity. Environmental Science & .Technology, 57(41), 15314-15335.
38- Yıldız, Ü. Y., Hussain, C. G., Keçili, R., & Hussain, C. M. (2024). Green approaches for the preparation of molecularly imprinted polymers. In Green Imprinted .Materials (pp. 69-94). Elsevier
39- Zhang, M., Lin, W., Wu, Q., Li, Y., Chen, D., Liu, L., & Sun, Y. (2023). Effects of Dietary Vitamin E on Intramuscular Fat Deposition and Transcriptome Profile of ..the Pectoral Muscle of Broilers. The journal of poultry science, 60(1), 202300.
40- Waliat, S., Arshad, M. S., Hanif, H., Ejaz, A., Khalid, W., Kauser, S., & Al-Farga, A. (2023). A review on bioactive compounds in sprouts: extraction techniques, food application and health functionality. International journal of food properties, 26(1), 647-665.
41- Huang, J. H. (2022). Thesis Effect of Metal Ions and Temperature on Stability of Thiamine Determined by HPLC.
42- Mohammed, Z. S.; Mabudi, A. H.; Murtala, Y.; Jibrin, S.;Sulaiman, S. and Salihu, J. (2019). Nutritional Analysis of Three Commonly Consumed Varieties of Sorghum (Sorghum bicolor L.) in Bauchi State, Nigeria. Journal of Applied Sciences and Environmental Management. 23(7):1329-1334.
34-Akram, M.; Munir, N.; Daniyal, M.; Egbuna, C.; Găman, M. A.; Onyekere, P. F. and Olatunde, A. (2020). Vitamins and Minerals: Types, sources and their functions. In Functional Foods and Nutraceuticals (pp. 149-172). Springer, Cham
44- Ojo, O. O., & Olorunsogo, O. O. (2022). Quercetin and vitamin E attenuate diabetes-induced testicular anomaly in Wistar rats via the mitochondrial-mediated apoptotic pathway. Andrologia, 53(10), e14185