

# المجلة العربية للعلم الزراعي

علمية - دورية - محكمة - اقليمية - منحصصة  
لصدر عن المؤسسة العربية للتربية والعلم والاداب  
ومركز البحوث الزراعية



# المجلة العربية للعلوم الزراعية

**asajs**

دورية - علمية - محكمة - إقليمية - متخصصة

تصدر عن

المؤسسة العربية للتربية والعلوم والآداب

عضو الاتحاد النوعي لجمعيات البحث العلمي وبنك المعرفة المصري

ومركز البحوث الزراعية - جمهورية مصر العربية

ISSN: 2537-0804

eISSN: 2537- 0855

<http://asajs.journals.ekb.eg>

*Impact Factor: 1.7 / 2023*

تقييم المجلس الأعلى للجامعات المصرية (٧/٥)



المجلد الثامن - العدد (٢٦) أبريل ٢٠٢٥ م

يتم النشر الإلكتروني على المنصات الآتية

AskZad

العبيكان  
Obekan  
Investment Group

المنهل  
ALMANHAL

دار المنظومة  
DAR ALMANDUMAH  
الدراسات والبحوث العربية



ننمحة  
shamaa



معرفة  
E-MAREFA



أكاديمية البحث  
العلمي والتكنولوجيا  
Academy of Scientific  
Research & Technology



Egyptian Knowledge Bank  
بنك المعرفة المصري



الصفحة الرئيسية

السنة	كل السنوات
المجلة	المجلة العربية للعلوم الزراعية
القطاع	الدراسات الزراعية
ISSN	

إستعلام

م	القطاع	اسم المجلة	اسم الجهة / الجامعة	ISSN-P	ISSN-O	السنة	نقاط المجلة
1	الدراسات الزراعية	المجلة العربية للعلوم الزراعية	المؤسسة العربية للتربية والعلوم والآداب	2537- 0804	2537- 0855	2024	5

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

إدارة المجلة غير مسؤولة عن الأفكار والآراء الواردة بالبحوث المنشورة في  
أعدادها وإنما فقط نفع مسؤوليتها في التحكيم العلمي والضوابط الأكاديمية

## هيأة التحريـر

رئيساً للتحريـر	معهد بحوث الامصال واللقاحات	أ.د/ صفوت كمال روفائيل
مديراً للتحريـر	مهندس زراعي	م/ احمد فتحي احمد
عضواً إدارياً	الجامعة الأفرواسيوية	أ.م.د/ فكري لطيف متولي
عضواً إدارياً	مدير المؤسسة AIESA	أ/ نهى عبدالحميد عبدالعزيز

## الهيأة العلمية :

استاذ الفيروسات بمعهد بحوث الامصال واللقاحات	أ.د/ محمد احمد سعد
استاذ الفيروسات بالمعمل المركزي للرقابة علي المستحضرات الحيوية	أ.د/ منصور هاشم عبد الباقي
استاذ الميكروبيولوجي والمناعة - جامعة الاسكندرية	أ.د/ حلي احمد تري
استاذ الطب العام بمعهد بحوث التناسليات - مصر	أ.د/ محمد مصطفي الجارحي
استاذ البكتريولوجي بمعهد بحوث الامصال واللقاحات	أ.د/ رقية محمد عثمان
استاذ المكافحة البيولوجية للأفات الزراعية بالمركز القومي للبحوث	أ.د/ منال محمد عادل
استاذ تغذية الحيوان بكلية الزراعة جامعة عين شمس	أ.د/ سلوي محمود حمدي
استاذ البيوتكنولوجيا الحيوية النباتية بالمركز القومي للبحوث	أ.د/ مؤمن سيد حنفي
استاذ صحة الحيوان والطيور - جامعة القاهرة	أ.د/ زكية عطية محمد
وزارة العلوم والتكنولوجيا بغداد	أ.د/ مهتد منذر جواد
كلية الزراعة جامعة القاسم الخضراء - ليبيا	أ.د/ نهاد عبد اللطيف علي
أستاذ بمعهد بحوث البساتين - مصر	أ.د/ عبدالعزيز أحمد الطويل
المعمل المركزي للأبحاث وتطوير نخيل - مركز البحوث الزراعية	أ.د/ زينب السيد زايد
استاذ البيولوجيا الجزيئية بمعهد بحوث الامصال واللقاحات البيطرية.	أ.د/ اشرف محمد عباس
استاذ الهندسة الوراثية بمعهد بحوث الأمصال واللقاحات البيطرية	أ.د/ علاء عبد المنعم الخولي
استاذ لاجتماع الريفي - كلية الزراعة جامعة الفيوم	أ.د/ أسامة متولي محمد محمود
استاذ امراض النبات بمعهد بحوث امراض النبات - مصر	أ.د/ صلاح يوسف فرج

## ميثاق أخلاقيات النشر :

تنشر المؤسسة العربية للتربية والعلوم والآداب من خلال إصداراتها البحوث العلمية الأصيلة والمحكمة، بهدف توفير جودة عالية لقرّائها من خلال الالتزام بمبادئ مدونة أخلاقيات النشر و منع الممارسات الخاطئة. وتصنف المدونة الأخلاقية ضمن لجنة أخلاقيات النشر (COPE Committee on Publication Ethics : ) وهي الأساس المرشد للمؤلفين والباحثين والأطراف الأخرى المؤثرة في نشر البحوث بالمجلات من مراجعين، بحيث تسعى المجلات لوضع معايير موحّدة للسلوك؛ وترغب المجلات على أن يقبل الجميع بقوانين المدونة الأخلاقية، وبذلك فهي ملتزمة تماما بالحرص على تطبيقها في ظل القبول بالمسؤولية والوفاء بالواجبات والمسؤوليات المسندة لكل طرف.

### ١- مسؤولية الناشر:

قرار النشر: يجب مراعاة حقوق الطبع وحقوق الاقتباس من الأعمال العلمية السابقة، بغرض حفظ حقوق الآخرين عند نشر البحوث بالمجلات، و يعتبر رئيس التحرير مسؤولا عن قرار النشر والطبع ويستند في ذلك إلى سياسة المجلات والتقيد بالمتطلبات القانونية للنشر، خاصة فيما يتعلق بالتشهير أو القذف أو انتهاك حقوق النشر والطبع أو القرصنة، كما يمكن لرئيس التحرير استشارة أعضاء هيئة التحرير أو المراجعين في اتخاذ القرار.

النزاهة: يضمن رئيس التحرير بأن يتم تقييم محتوى كل مقال مقدم للنشر، بغض النظر عن الجنس، الأصل، الاعتقاد الديني، المواطنة أو الانتماء السياسي للمؤلف. السرية: يجب أن تكون المعلومات الخاصة بمؤلفي البحوث سرية للغاية وأن يُحافظ عليها من قبل كل الأشخاص الذين يمكنهم الاطلاع عليها، مثل رئيس التحرير، أعضاء هيئة التحرير، أو أي عضو له علاقة بالتحرير والنشر وباقي الأطراف الأخرى المؤتمنة حسب ما تتطلب عملية التحكيم. الموافقة الصريحة: لا يمكن استخدام أو الاستفادة من نتائج أبحاث الآخرين المتعلقة بالبحوث غير القابلة للنشر بدون تصريح أو إذن خطي من مؤلفها.

### ٢- مسؤولية المحكم (المراجع):

المساهمة في قرار النشر: يساعد المحكم (المراجع) رئيس التحرير وهيئة التحرير في اتخاذ قرار النشر وكذلك مساعدة المؤلف في تحسين البحث وتصويبه.

سرعة الخدمة والتقيد بالآجال: على المحكم المبادرة والسرعة في القيام بتقييم البحث الموجه إليه في الآجال المحددة، وإذا تعذر ذلك بعد القيام بالدراسة الأولية للبحث، عليه إبلاغ رئيس التحرير بأن موضوع البحث خارج نطاق عمل المحكم، تأخير التحكيم بسبب ضيق الوقت أو عدم وجود الإمكانيات الكافية للتحكيم.

السرية: يجب أن تكون كل معلومات البحث سرية بالنسبة للمحكم، وأن يسعى المحكم للمحافظة على سريتها ولا يمكن الإفصاح عليها أو مناقشة محتواها مع أي طرف باستثناء المرخص لهم من طرف رئيس التحرير.

الموضوعية : على المحكم إثبات مراجعته وتقييم الأبحاث الموجهة إليه بالحجج والأدلة الموضوعية، وأن يتجنب التحكيم على أساس بيان وجهة نظره الشخصية، الذوق الشخصي، العنصري، المذهبي وغيره.

تحديد المصادر: على المحكم محاولة تحديد المصادر والمراجع المتعلقة بالموضوع (البحث) و التي لم المؤلف، و أي نص أو فقرة مأخوذة من أعمال أخرى منشورة سابقا يجب تهميشها بشكل صحيح، وعلى المحكم إبلاغ رئيس التحرير وإنذاره بأي أعمال متماثلة أو متشابهة أو متداخلة مع العمل قيد التحكيم.

تعارض المصالح: على المحكم عدم تحكيم البحوث لأهداف شخصية، أي لا يجب عليه قبول تحكيم البحوث التي عن طريقها يمكن أن تكون هناك مصالح للأشخاص أو المؤسسات أو يلاحظ فيها علاقات شخصية.

### ٣- مسؤولية المؤلف :

معايير الإعداد: على المؤلف تقديم بحث أصيل وعرضه بدقة وموضوعية، بشكل علمي متناسق يطابق مواصفات البحوث المحكمة سواء من حيث اللغة، أو الشكل أو المضمون، و ذلك وفق معايير و سياسة النشر في المجلات، وتبيان المعطيات بشكل صحيح، و ذلك عن طريق الإحالة الكاملة، ومراعاة حقوق الآخرين في البحث ؛ وتجنب إظهار المواضيع الحساسة وغير الأخلاقية، الدوقية، الشخصية، العرقية، المذهبية، المعلومات المزيفة وغير الصحيحة وترجمة أعمال الآخرين بدون ذكر مصدر الاقتباس في البحث.

الأصالة و القرصنة: على المؤلف إثبات أصالة عمله وأي اقتباس أو استعمال فقرات أو كلمات الآخرين يجب تهميشه بطريقة مناسبة وصحيحة ؛ والمجلة تحتفظ بحق استخدام برامج اكتشاف القرصنة للأعمال المقدمة للنشر.

إعادة النشر: لا يمكن للمؤلف تقديم العمل نفسه (البحث) لأكثر من مجلة أو مؤتمر، وفعل ذلك يعتبر سلوك غير أخلاقي وغير مقبول.

الوصول للمعطيات والاحتفاظ بها: على المؤلف الاحتفاظ بالبيانات الخاصة التي استخدمها في بحثه، و تقديمها عند الطلب من قبل هيئة التحرير أو المقيّم.

مؤلفي البحث: ينبغي حصر (عدد) مؤلفي البحث في أولئك المساهمين فقط بشكل كبير وواضح سواء من حيث التصميم، التنفيذ، مع ضرورة تحديد المؤلف المسؤول عن البحث وهو الذي يؤدي

دوراً كبيراً في إعداد البحث والتخطيط له، أما بقية المؤلفين يُذكرون أيضاً في البحث على أنهم مساهمون فيه فعلاً، ويجب أن يتأكد المؤلف الأصلي للبحث من وجود الأسماء والمعلومات الخاصة بجميع المؤلفين، وعدم إدراج أسماء أخرى لغير المؤلفين للبحث؛ كما يجب أن يطّلع المؤلفون جميعاً على البحث جيداً، وأن يتفقوا صراحة على ما ورد في محتواها ونشرها بذلك الشكل المطلوب في قواعد النشر.

الإحالات والمراجع: يلتزم صاحب البحث بذكر الإحالات بشكل مناسب، ويجب أن تشمل الإحالة ذكر كلِّ الكتب، المنشورات، المواقع الإلكترونية و سائر أبحاث الأشخاص في قائمة الإحالات والمراجع، المقتبس منها أو المشار إليها في نص البحث.

الإبلاغ عن الأخطاء: على المؤلف إذا تنبّه و اكتشف وجود خطأ جوهرياً و عدم الدقة في جزئيات بحثه في أيّ زمن، أن يشعر فوراً رئيس تحرير المجلات أو الناشر، ويتعاون لتصحيح الخطأ.

## شروط النشر :

- يجب أن لا يتجاوز البحث المقدم للنشر عن (٣٥) صفحة، متضمنة المستخلصين: العربي، والإنجليزي على أن لا تتجاوز كلمات كل واحد منهما (٢٠٠) كلمة، والمراجع.
- يلي المستخلصين: العربي، والإنجليزي، كلمات مفتاحية (Key Words) لا تزيد على خمس كلمات (غير موجودة في عنوان البحث)، تعبر عن المجالات التي يتناولها البحث؛ لتستخدم في التكشيف.
- تكون أعداد جميع هوامش الصفحة الأربعة (العليا، والسفلى، واليمنى، واليسرى) (٣) سم، والمسافة بين الأسطر مفردة.
- يكون نوع الخط في المتن للبحوث العربية وللبحوث الإنجليزية (Times New Roman)، بحجم (١٣).
- يكون نوع الخط في الجداول للبحوث العربية وللبحوث الإنجليزية (Times New Roman)، بحجم (١٠).
- تستخدم الأرقام العربية (١-٢-٣...Arabic) في جميع ثنايا البحث.
- يكون ترقيم صفحات البحث في منتصف أسفل الصفحة.
- يكتب عنوان البحث، واسم الباحث، أو الباحثين، والمؤسسة التي ينتمي إليها، وعنوان المراسلة، على صفحة مستقلة قبل صفحات البحث. ثم تتبع بصفحات البحث، بدءاً بالصفحة الأولى حيث يكتب عنوان البحث فقط متبوعاً بكامل البحث.

- يراعى في كتابة البحث عدم إيراد اسم الباحث، أو الباحثين، في متن البحث صراحة، أو بأي إشارة تكشف عن هويته، أو هوياتهم، وإنما تستخدم كلمة (الباحث، أو الباحثين) بدلاً من الاسم، سواء في المتن، أو التوثيق، أو في قائمة المراجع.
- أسلوب التوثيق المعتمد في المجلة هو نظام جمعية علم النفس الأمريكية، الإصدار السادس.
- يتأكد الباحث من سلامة لغة البحث، وخلوه من الأخطاء اللغوية والنحوية.
- توضع قائمة بالمراجع العربية بعد المتن مباشرة، مرتبة هجائياً حسب الاسم الأول أو الأخير للمؤلف (اختياري)، وفقاً لأسلوب التوثيق المعتمد في المجلة.
- لهيئة التحرير حق الفحص الأولي للبحث، وتقرير أهليته للتحكيم، أو رفضه.
- في حال قبول البحث للنشر تؤول كل حقوق النشر للمجلة، ولا يجوز نشره في أي منفذ نشر آخر ورقياً أو إلكترونياً، دون إذن كتابي من رئيس هيئة التحرير.
- الآراء الواردة في البحوث المنشورة تعبر عن وجهة نظر الباحثين فقط، ولا تعبر بالضرورة عن رأي المجلة.
- رسوم النشر (٢٠٠ دولار أمريكي)، وللمصريين بالجنيه المصري حسب حجم البحث، إذا كان يعمل في جهة مصرية.

- يتم تقديم البحوث إلكترونياً من خلال موقع المجلة أو البريد الإلكتروني:

**<http://asajs.journals.ekb.eg>**  
**[search.aiesa@gmail.com](mailto:search.aiesa@gmail.com)**

## محتويات العدد

افتتاحية العدد ...

٣٦ - ١	١.د/وائل ماجد السيد بدوي الأثر الاقتصادي والاجتماعي لاستخدام إنترنت الأشياء والذكاء الاصطناعي في الأنشطة الزراعية
٦٢ - ٣٧	<b>Mona Ezzat Mohamed Helal &amp; Ibrahim Eldesouki Arafat</b> Effect of climatic factors, gibberellic acid, mineral nutrients concentration on fruit splitting of Washington Navel orange and pomegranate ( <i>Punica granatum L.</i> ) in Egypt
٨٨ - ٦٣	<b>Mona Ezzat Mohamed Helal &amp; Ibrahim Eldesouki Arafat</b> Improving quality and prolonging shelf life of "Washington Navel" orange and guava ( <i>Psidium guajava L.</i> ) fruits by organic and inorganic compounds and plant extracts
١٠٤ - ٨٩	<b>Naglaa M. Hamdy &amp; Essam Z. El Sayed &amp; Sahar A. Allam</b> The Role of Biomarkers in Monitoring Liver Disease Progression: Insights into AFP, and P53
١٢٦ - ١٠٥	<b>Abdulsalam Mohammed Abdulsalam &amp; Alansary Refat Elkhoully</b> Hydrological Studies on the ground water in Aljeffara western plain
١٦٠ - ١٢٧	<b>Sahar Osman EL-Shafai &amp; Abdel Aal Mohamed Qoza &amp; Eman Said Elshazly</b> Evaluation of the health and nutritional status of patients with renal failure undergoing hemodialysis
١٨٦ - ١٦١	<b>Jamal Al-Mukhtar Mubarak</b> Evaluation of the effect of Garlic Powder and Thyme leaves on Productive Performance, Blood parameters, and Antioxidant Status in Japanese Quails

## افتتاحية العدد :

مع إصدار العدد الجديد تسعى هذه المجلة جاهدة لتحقيق التميز والتخصص في الميادين التي تبغى كشف معالمها واكتناه مجاهلها. فالمجلة تنذر دفتها لاستعاب حصاد ما ينبت من بحث علمي جاد في مجال البحوث الزراعية. فالبحث العلمي هو الأساس في بناء الدول المتقدمة وبدونه لا تحدث أى تنمية أو تطور في المجتمعات الحديثة و تحقيق معدلات تنمية عالية على المستوى البشرى و استغلال الموارد المتاحة فى تحقيق عوائد اقتصادية مرتفعة تعود بالنفع على المجتمع و الدولة و من خلال هذه المجلة نطرح أهم البحوث التى تعمل على زيادة المحاصيل الحقلية لسد الاحتياجات الغذائية المستمرة و زيادة التوسع الرأسى و الأفقى و الذى يشمل العديد من الخطوات منها زراعة تقاوى الأصناف و الهجن المحسنة العالية الإنتاج و التى تتميز بمقاومتها للأمراض و تحملها للظروف البيئية و تطبيق أفضل المعاملات الزراعية للأصناف والهجن المزروعة .

وايضا من خلال هذه المجلة نتناول البحوث التى تتعلق بتشخيص مسببات الأمراض للحيوانات و الطيور و طرق الوقاية منها و البحوث التى تتعلق بسبل زيادة النمو و الانتاج و زيادة الخصوبة مما يعود بتوفير البروتين الحيوانى و الداجنى لمواجهة الاحتياجات المستمرة له نظرا للزيادة السكانية .

وحرصا من هيئة تحرير المجلة على المستوى العلمى لها سوف يتم نشر البحوث المتميزة لتكون منارة جديدة للمتخصصين الباحثين العرب من مختلف أرجاء الوطن العربى الكبير من الخليج الى المحيط . واذ ندعو الباحثين الراغبين فى نشر بحوثهم بها الالتزام بمعايير النشر بالمجلة و الحرص على اجراء التعديلات و الملاحظات التى يبدئها المحكمين و نأمل لأن تكون الأعداد القادمة من المجلة أكثر ثراء و جدة بفضل الله و عونہ و الله ولى التوفيق . ومرحبا بوجهة نظركم و رأيكم فى أى فكرة تسهم فى الرقى و التطور لمجلتكم التى تعد صورة من صور التعبير عن أشخاصكم و مرحبا بالنقد البناء فى أى جانب و بمقترحاتكم لتحقيق الرقى الدائم و التطوير المستمر لمجلتكم الغراء .

وختاماً نقدم هذا العدد للقارئ الكريم متمنين أن يجد فيه الفائدة المرجوة وفق  
الله الجميع لما فيه الخير و السداد و آخر دعوانا ان الحمد لله رب العالمين .

هيئة التحرير



# الأثر الاقتصادي والاجتماعي لاستخدام إنترنت الأشياء والذكاء الاصطناعي في الأنشطة الزراعية

The Economic and Social Impact of Using IoT and AI in  
Agricultural Activities

إعداد

د. / وائل ماجد السيد بدوي  
Prof. Wael Badawy

رئيس قسمي علوم البيانات والامن السيبراني، كلية الذكاء الاصطناعي، الجامعة  
المصرية الروسية

**Doi: 10.21608/asajs.2025.419028**

استلام البحث: ٢٠٢٤/٩/١١

قبول النشر: ٢٠٢٤/١٠/١٢

بدوي، وائل ماجد السيد (٢٠٢٥). الأثر الاقتصادي والاجتماعي لاستخدام إنترنت الأشياء والذكاء الاصطناعي في الأنشطة الزراعية. *المجلة العربية للعلوم الزراعية*، المؤسسة العربية للتربية والعلوم والآداب، مصر، ٨(٢٦)، ١-٣٦.

<http://asajs.journals.ekb.eg>

## الأثر الاقتصادي والاجتماعي لاستخدام إنترنت الأشياء والذكاء الاصطناعي في الأنشطة الزراعية

### المستخلص:

يشهد القطاع الزراعي تحولات جذرية نتيجة دمج تقنيات إنترنت الأشياء (IoT) والذكاء الاصطناعي (AI) في الأنشطة الزراعية، حيث تساهم هذه التقنيات في تحسين الإنتاجية وخفض التكاليف، مما يحقق مكاسب اقتصادية واجتماعية ملموسة. تعتمد أنظمة إنترنت الأشياء على مستشعرات ذكية لقياس رطوبة التربة، درجات الحرارة، ومراقبة صحة المحاصيل، بينما تقوم أنظمة الذكاء الاصطناعي بتحليل البيانات لتقديم حلول زراعية دقيقة، مثل تحديد الاحتياجات المائية للمحاصيل، والتنبؤ بالإصابة بالأمراض قبل وقوعها. أثبتت الدراسات أن تطبيق هذه التقنيات أدى إلى زيادة إنتاجية المحاصيل بنسبة تتراوح بين ٢٠% و ٣٠%، مع تقليل استهلاك المياه بنسبة تصل إلى ٥٠%. كما أسهمت في تقليص استخدام الأسمدة والمبيدات، مما انعكس إيجاباً على البيئة. اقتصادياً، ساعدت هذه التقنيات في خفض تكاليف الإنتاج الزراعي، وزيادة دخل المزارعين بنسبة تصل إلى ٤٠% في بعض الدول، مثل الهند ورواندا. اجتماعياً، أسهم استخدام الذكاء الاصطناعي وإنترنت الأشياء في تحسين مستوى معيشة المزارعين، خصوصاً في المناطق الريفية، من خلال تقليل الخسائر وتحسين التخطيط الزراعي. كما عززت هذه التقنيات الوعي الرقمي لدى المزارعين، وأسهمت في تقليل الفجوة بين المناطق الريفية والحضرية. ورغم هذه المكاسب، تواجه هذه التقنيات بعض التحديات في الدول العربية، مثل ارتفاع تكاليف تطبيقها، ضعف البنية التحتية الرقمية، ونقص الوعي التقني لدى المزارعين. لذلك، فإن دعم الحكومات والمستثمرين لهذه الحلول من شأنه أن يعزز الأمن الغذائي، ويرفع مستوى معيشة المزارعين، ويدعم التنمية الزراعية المستدامة.

**الكلمات المفتاحية:** الذكاء الاصطناعي، إنترنت الأشياء، التنمية الريفية، الأمن الغذائي، الاستدامة الزراعية

### Abstract:

The integration of the Internet of Things (IoT) and Artificial Intelligence (AI) in agricultural activities is transforming the sector globally, offering significant economic and social improvements. IoT systems utilize smart sensors to monitor soil moisture, weather conditions, and crop health, while AI-powered analytics process this data to enable precision agriculture. These technologies enhance productivity by optimizing irrigation, reducing waste, and minimizing the use of fertilizers and pesticides. Studies indicate that implementing IoT and AI can increase agricultural yields by 20-30% while reducing water consumption by up to 50%, lowering production costs, and



improving efficiency .Economically, this results in higher profit margins for farmers, especially smallholders, by reducing input costs and minimizing losses due to pests or adverse weather conditions. Farmers also benefit from AI-driven market analysis, enabling them to make informed decisions regarding crop prices and demand. In countries like Rwanda and India, the adoption of smart farming has led to a 40% increase in farmers' income . Socially, these technologies contribute to rural development by improving the quality of life for farmers and reducing poverty. They enhance digital literacy among rural populations, bridging the gap between rural and urban communities. Additionally, women in agriculture can gain better access to data and resources, promoting gender equality . However, the successful adoption of IoT and AI requires addressing challenges like high initial costs, poor rural infrastructure, and the digital divide. With proper support, these innovations hold the potential to revolutionize agriculture, fostering sustainable development and enhancing food security worldwide.

**Keywords:** Artificial Intelligence, Internet of Things, Rural Development, Food Security, Agricultural Sustainability

#### المقدمة

في العقود الأخيرة، شهد القطاع الزراعي تحولاً جذرياً نتيجة التطورات التكنولوجية المتسارعة، حيث أصبحت مفاهيم مثل "إنترنت الأشياء" (IoT) و"الذكاء الاصطناعي" (AI) جزءاً أساسياً من العمليات الزراعية الحديثة. هذه التقنيات باتت تمثل ثورة رقمية في عالم الزراعة، ليس فقط من حيث زيادة الإنتاجية، بل أيضاً في تحقيق الاستدامة، وتقليل الهدر في الموارد، وتحسين مستوى معيشة العاملين في هذا القطاع (World Bank, 2020).

وفقاً لتقرير منظمة الأغذية والزراعة للأمم المتحدة (FAO, 2022) ، يواجه القطاع الزراعي عالمياً تحديات متزايدة، مثل تغير المناخ، وشح الموارد المائية، وارتفاع تكاليف الإنتاج، وزيادة الطلب على الغذاء بسبب النمو السكاني. في هذا السياق، تبرز أهمية التكنولوجيا الرقمية كأداة فعالة في التغلب على هذه التحديات، حيث يوفر إنترنت الأشياء أنظمة مراقبة متقدمة تمكن من متابعة الظروف البيئية والتربة في الوقت الفعلي، بينما تتيح خوارزميات الذكاء الاصطناعي تحليل هذه البيانات لتوجيه قرارات المزارعين نحو أفضل الممارسات الزراعية. (Elijah et al., 2018)



إن إنترنت الأشياء (IoT) عبارة عن شبكة من الأجهزة المتصلة، مثل المستشعرات والطائرات المسيّرة، التي تجمع بيانات حول التربة، والرطوبة، ودرجات الحرارة، ومستويات الأسمدة. أما الذكاء الاصطناعي (AI) فيستخدم هذه البيانات لتوليد رؤى وتحليلات تساعد في اتخاذ قرارات زراعية أكثر دقة. (Wolfert et al., 2017) على سبيل المثال، يمكن لأنظمة الذكاء الاصطناعي تحليل الصور الجوية التي تلتقطها الطائرات المسيّرة، لتحديد المناطق التي تعاني من نقص الري أو تعرضت لأفات، ما يسمح بالتدخل المبكر وتقليل الخسائر. (Zhang et al., 2019)

اقتصاديًا، ساهم تطبيق IoT و AI في تخفيض تكلفة العمليات الزراعية بنسبة تتراوح بين ٢٠% إلى ٣٠% في بعض الدول، مثل الولايات المتحدة وهولندا. (McKinsey, 2021) ففي مزارع القطن في الهند، أدى استخدام مستشعرات IoT إلى تقليل استهلاك المياه بنسبة ٣٥% وزيادة الإنتاجية بنسبة ٢٠%. (Patil & Kale, 2016) كما ساهمت خوارزميات تحليل البيانات في تحسين عمليات البيع والتسويق، من خلال التنبؤ بأسعار المحاصيل وتوجيه المزارعين إلى أنسب توقيت لبيع منتجاتهم، ما أدى إلى زيادة الدخل الزراعي. (Baumüller, 2018).

اجتماعيًا، أدى استخدام هذه التقنيات إلى تحسين مستوى معيشة المزارعين في الدول النامية. على سبيل المثال، في رواندا، ساهم مشروع "Smart Agriculture" المدعوم من البنك الدولي في تدريب المزارعين على استخدام تطبيقات الذكاء الاصطناعي، مما أدى إلى زيادة إنتاجية مزارع البن بنسبة ٢٥%. (World Bank, 2019) ومع ذلك، فإن هذه التحولات لم تخلُ من آثار سلبية، حيث أدى الاعتماد المتزايد على الأتمتة إلى تقليص الحاجة إلى العمالة اليدوية، مما تسبب في فقدان بعض الوظائف في المجتمعات الريفية. (Basso & Antle, 2020)

رغم المكاسب الاقتصادية والاجتماعية، فإن تطبيق تقنيات IoT و AI في الزراعة يواجه عدة تحديات، من بينها ارتفاع تكاليف التأسيس، وضعف البنية التحتية الرقمية في بعض المناطق الريفية، فضلاً عن مقاومة بعض المزارعين التقليديين لهذه التغييرات. (Liu et al., 2021) إضافةً إلى ذلك، يتطلب استخدام هذه التقنيات مهارات رقمية متقدمة، ما يستدعي

وضع برامج تدريبية لتأهيل المزارعين. (GODAN, 2019)

أظهرت تجارب دول مثل هولندا، التي تُعد رائدة في مجال "الزراعة الدقيقة"، أن توظيف IoT و AI أدى إلى خفض استهلاك المياه بنسبة ٥٠%، وتقليل استخدام المبيدات بنسبة ٤٠%. (Klerkx et al., 2019) كما ساهم استخدام روبوتات زراعية تعتمد على الذكاء الاصطناعي في اليابان في تخفيض تكاليف الحصاد بنسبة ٣٠%. (FAO, 2021) هذه التجارب تُبرز أهمية تبني الدول العربية، خصوصاً مصر، لهذه التقنيات لتحديث قطاعها الزراعي.

من المتوقع أن يشهد قطاع الزراعة في الشرق الأوسط تحولاً رقمياً متزايداً خلال السنوات القادمة. وفقاً لتقرير شركة Deloitte (2022)، فإن ٧٠% من المزارع الكبرى في

السعودية تخطط للاستثمار في تقنيات IoT و AI بحلول عام ٢٠٣٠. كذلك، تعمل الحكومة المصرية على تنفيذ مبادرات مثل "الزراعة الذكية" لتطوير القطاع الزراعي، بما يتماشى مع "رؤية مصر ٢٠٣٠" لتحقيق الأمن الغذائي (وزارة الزراعة المصرية، ٢٠٢١).

نظرًا لهذه التحولات، أصبح من الضروري دراسة الأثر الاقتصادي والاجتماعي لاستخدام IoT و AI في الأنشطة الزراعية، من أجل فهم كيفية تعزيز العوائد الاقتصادية، وتحقيق التنمية الريفية المستدامة، مع تقليل الآثار الاجتماعية السلبية. هذا البحث يُسلط الضوء على هذه الجوانب، مع تقديم تحليل نقدي لتجارب دولية، واستعراض الواقع العربي، بهدف الخروج بتوصيات تدعم صنّاع القرار في تبني حلول تكنولوجية فعالة لدعم التنمية الزراعية. (Giller et al., 2021)

يتضح أن الجمع بين الذكاء الاصطناعي وإنترنت الأشياء يُمثل نقلة نوعية في مجال الزراعة، ليس فقط من حيث رفع الإنتاجية وتقليل التكاليف، بل أيضًا في تحسين حياة المزارعين، وتعزيز الأمن الغذائي. إلا أن نجاح هذه التقنيات يتطلب تهيئة بيئة داعمة تشمل بنية تحتية رقمية، وبرامج تدريبية، وتشريعات واضحة (Badawy, W. (2025)). من هنا، تأتي أهمية هذا البحث في تقديم رؤية شاملة حول التأثيرات الاقتصادية والاجتماعية لهذه التقنيات، بما يُسهم في وضع سياسات مستدامة تدعم التحول الرقمي للقطاع الزراعي في الدول العربية.

#### مدخل لمشكلة البحث

مع تسارع التطورات التكنولوجية في العقود الأخيرة، أصبح قطاع الزراعة يواجه تحديات متزايدة تفرض ضرورة اعتماد حلول مبتكرة لضمان استدامة الإنتاج وتحقيق الأمن الغذائي. في ظل تزايد الطلب العالمي على الغذاء نتيجة النمو السكاني، تشير التقديرات إلى أن العالم سيحتاج إلى زيادة الإنتاج الزراعي بنسبة ٧٠% بحلول عام ٢٠٥٠ لتلبية احتياجات السكان. (FAO, 2022) هذه الحاجة تتزامن مع تفاقم مشاكل ندرة الموارد الطبيعية، وتغير المناخ، وتدهور الأراضي الزراعية، مما يدفع الدول نحو البحث عن تقنيات ذكية لتحسين الإنتاجية وتقليل الهدر. (Godfray et al., 2010)

يعاني الإنتاج الزراعي في العديد من الدول النامية، ومنها الدول العربية، من ضعف الإنتاجية، وارتفاع تكاليف المدخلات، والتقلبات المناخية التي تؤثر على المحاصيل. (El Bilali & Allahyari, 2018) في مصر، مثلًا، يُشكل القطاع الزراعي نحو ١٤% من الناتج المحلي الإجمالي، ويستوعب أكثر من ٢٥% من القوى العاملة، إلا أن المزارعين يعانون من تدني مستوى الميكنة الزراعية، وعدم توافر أنظمة ري حديثة، وضعف الوعي باستخدام التكنولوجيا الرقمية. (CAPMAS, 2020)

تُعد ندرة المياه من أبرز التحديات التي تواجه الزراعة في المناطق الجافة وشبه الجافة، كمنطقة الشرق الأوسط. تشير تقارير البنك الدولي (World Bank, 2019) إلى أن أكثر من ٦٠% من سكان المنطقة يعانون من شح المياه. في هذا السياق، تُظهر تقنيات الري



الذكي باستخدام إنترنت الأشياء نتائج إيجابية في تقليل استهلاك المياه بنسبة تصل إلى ٥٠% في بعض الدول، مثل الأردن والسعودية. (Hossain et al., 2018)

أدى تغير المناخ إلى زيادة حالات الجفاف، وارتفاع درجات الحرارة، وتواتر الفيضانات، مما أثر سلبيًا على المحاصيل الزراعية. وفقًا لتقرير الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ (IPCC, 2021)، فإن ارتفاع درجات الحرارة بمقدار ٢ درجة مئوية سيؤدي إلى انخفاض إنتاجية المحاصيل الأساسية بنسبة تتراوح بين ١٠-٢٥%، خصوصًا في إفريقيا والشرق الأوسط.

رغم أن التكنولوجيا الرقمية أصبحت جزءًا أساسيًا من القطاعات الصناعية والخدمية، فإن القطاع الزراعي، خاصة في الدول النامية، لا يزال متأخرًا في تبني هذه التقنيات. يُشير تقرير منظمة التعاون الاقتصادي والتنمية (OECD, 2020) إلى أن المزارعين في المناطق الريفية غالبًا ما يفتقرون إلى التدريب الرقمي، إضافة إلى ضعف البنية التحتية للاتصالات، مما يُعيق وصولهم إلى حلول الذكاء الاصطناعي وإنترنت الأشياء.

تعتمد الزراعة التقليدية على الاستخدام المكثف للأسمدة والمبيدات، مما يزيد من الأعباء المالية على المزارعين. أدى ارتفاع أسعار الأسمدة عالميًا بنسبة ٨٠% في الفترة بين ٢٠٢١ و٢٠٢٢، وفقًا لتقارير البنك الدولي (World Bank, 2022)، إلى زيادة تكاليف الإنتاج، وهو ما يجعل المزارعين في حاجة إلى حلول تساعد على تحسين كفاءة استخدام الموارد.

تعتمد معظم الأنشطة الزراعية في الدول العربية على التقديرات الشخصية، وهو ما يؤدي في كثير من الأحيان إلى سوء تقدير كميات الري أو الأسمدة المطلوبة. استخدام أجهزة الاستشعار المرتبطة بإنترنت الأشياء يُمكن أن يوفر بيانات دقيقة في الوقت الحقيقي حول حالة التربة والمحاصيل، مما يساعد المزارعين على اتخاذ قرارات مدروسة (Wolfert et al., 2017).

تُظهر إحصائيات منظمة الأغذية والزراعة (FAO, 2020) أن متوسط استخدام الميكنة في الزراعة بالدول العربية أقل بنسبة ٦٠% مقارنة بالدول المتقدمة. هذا القصور يُساهم في تدني الإنتاجية وزيادة الاعتماد على العمل اليدوي، ما يحد من قدرة المزارعين على الاستفادة من التقنيات الحديثة.

تشير الدراسات إلى أن المناطق الريفية في الدول العربية تُعاني من مستويات مرتفعة من الفقر، حيث يعيش أكثر من ٣٠% من سكان الريف تحت خط الفقر. (IFAD, 2019) التكنولوجيا الحديثة، مثل الذكاء الاصطناعي وإنترنت الأشياء، يمكن أن تُسهم في تحسين مستوى معيشة المزارعين من خلال رفع الإنتاجية وزيادة الدخل (Balafoutis et al., 2017).

رغم أن بعض الدول العربية بدأت في تبني مبادرات الزراعة الذكية، مثل "مبادرة التحول الرقمي الزراعي" في السعودية، ومشروع "مراقبة الأراضي الزراعية بالأقمار

الصناعية" في مصر، إلا أن هذه الجهود لا تزال محدودة مقارنة بالاحتياجات الفعلية، مما يفرض ضرورة تعزيز التعاون بين الحكومات والقطاع الخاص. (Alreshidi, 2020)  
أثبتت التجارب العالمية في دول مثل هولندا، وأستراليا، والولايات المتحدة، أن تبني تقنيات الذكاء الاصطناعي وإنترنت الأشياء يُمكن أن يُحقق قفزات نوعية في القطاع الزراعي، من خلال تحسين إدارة الموارد، وتقليل المخاطر، وزيادة الربحية (Brewster et al., 2017).

أمام هذه التحديات، تبرز الحاجة إلى دراسة شاملة حول الأثر الاقتصادي والاجتماعي لتوظيف إنترنت الأشياء والذكاء الاصطناعي في الأنشطة الزراعية، بهدف فهم كيفية تسخير هذه التقنيات لدعم صغار المزارعين، وتحقيق الاستدامة الزراعية، وتقليل الفجوة الرقمية بين الريف والحضر. هذه الدراسة تسعى لسد الفجوة المعرفية في هذا المجال، من خلال تحليل تجارب دولية، واستكشاف فرص تطبيق هذه التقنيات في الدول العربية.

#### نتائج البحوث والدراسات السابقة

شهدت السنوات الأخيرة اهتمامًا متزايدًا باستخدام تقنيات إنترنت الأشياء (IoT) والذكاء الاصطناعي (AI) في القطاع الزراعي. وقد أظهرت الدراسات أن هذه التقنيات تلعب دورًا جوهريًا في تحسين الكفاءة الاقتصادية والإنتاجية الزراعية، إلى جانب تأثيرها على الحياة الاجتماعية والاقتصادية للمزارعين، خاصة في المناطق الريفية (Elijah et al., 2018; Wolfert et al., 2017).

إنترنت الأشياء هو نظام يربط الأجهزة الذكية والمستشعرات بالشبكات الرقمية، لتمكين جمع البيانات وتحليلها في الوقت الحقيقي (Gondchawar & Kawitkar, 2016). في الزراعة، تشمل تطبيقات IoT أنظمة الري الذكية، مراقبة التربة، تتبع نمو المحاصيل، وإدارة الموارد الزراعية.

#### تطبيقات IoT في الزراعة

- إدارة الري الذكي: أظهرت دراسة لـ Patel et al. (2021) أن استخدام مستشعرات IoT قلل استهلاك المياه بنسبة ٤٠% في مزارع الأرز في الهند.
- مراقبة التربة: وفقًا لـ Zhang et al. (2019)، تم استخدام أجهزة استشعار لرصد رطوبة التربة في الصين، مما أسهم في زيادة إنتاجية المحاصيل بنسبة ٢٥%.
- تحسين جودة المحاصيل: دراسة أجريت في أستراليا (Smith et al., 2020) أظهرت أن أنظمة الاستشعار الذكية ساعدت في اكتشاف الأمراض النباتية قبل انتشارها، مما قلل الخسائر بنسبة ٣٠%.

تشير تقديرات McKinsey (2021) إلى أن استخدام IoT في الزراعة يمكن أن يؤدي إلى زيادة العائد الاقتصادي بنسبة ١٥% إلى ٢٥%. في مزارع القمح في الولايات المتحدة، ساهمت أنظمة المراقبة الذكية في خفض تكاليف التشغيل بنسبة ٢٠% (Dutt, 2017).



الذكاء الاصطناعي يشمل أنظمة وبرمجيات تُحاكي الذكاء البشري، وتساعد على تحليل البيانات الزراعية، التنبؤ بالإنتاجية، وتشخيص الأمراض النباتية (Chlingaryan et al., 2018).

#### تطبيقات الذكاء الاصطناعي في الزراعة

- **التنبؤ بالإنتاجية:** في كندا، أظهرت دراسة لـ Jones et al. (2021) أن خوارزميات التنبؤ المعتمدة على الذكاء الاصطناعي زادت دقة تقدير المحصول بنسبة ٩٠٪.
  - **تشخيص الآفات والأمراض:** دراسة في البرازيل (Ferreira et al., 2020) بينت أن الذكاء الاصطناعي اكتشف أمراض الحمضيات بدقة ٩٣٪.
  - **إدارة الحصاد:** استخدام روبوتات الذكاء الاصطناعي في اليابان خفض تكاليف الحصاد بنسبة ٢٥٪ (Takeda et al., 2019).
- وفقاً لـ PwC (2020)، يمكن للذكاء الاصطناعي أن يساهم في زيادة القيمة المضافة للقطاع الزراعي العالمي بحوالي ٢٠٠ مليار دولار سنوياً.
- يجمع مفهوم الزراعة الذكية بين IoT وAI، حيث تُستخدم أجهزة الاستشعار لجمع البيانات، بينما تُحلل أنظمة الذكاء الاصطناعي هذه البيانات لتوجيه المزارعين نحو اتخاذ قرارات أكثر دقة. (Wolfert et al., 2017)

#### تجارب دولية ناجحة

- **هولندا:** تبنت نموذج "Precision Agriculture" باستخدام IoT وAI، مما أدى إلى خفض استهلاك المياه بنسبة ٥٠٪، وزيادة إنتاجية البطاطس بنسبة ٣٠٪ (Klerkx et al., 2019).
  - **الصين:** طبقت الحكومة مشروع "الزراعة الرقمية"، مما أدى إلى تحسين كفاءة استخدام الأراضي بنسبة ٢٠٪ (Li et al., 2020).
- في رواندا، ساهم مشروع "Smart Agriculture" في زيادة دخل المزارعين بنسبة ٤٠٪ (World Bank, 2019) و أظهرت دراسة لـ El Bilali (2020) أن استخدام التطبيقات الذكية عزز مشاركة المزارعين الشباب في الأنشطة الزراعية.
- تشير تقارير البنك الدولي (٢٠٢١) إلى أن تكاليف تركيب أنظمة IoT والذكاء الاصطناعي تشكل عائقاً رئيسياً أمام صغار المزارعين.
- في الدول الإفريقية، لا تزال ٤٠٪ من المناطق الريفية تفتقر إلى تغطية الإنترنت (GSMA, 2020) وأظهرت دراسة لـ Basso & Antle (2020) أن الزراعة الذكية قللت استخدام المبيدات بنسبة ٣٥٪.
- مشروع في المغرب، طبق أنظمة ري ذكية، ساعد على توفير المياه بنسبة ٤٥٪ (FAO, 2022). وتشير معظم الدراسات إلى أن تقنيات IoT وAI تُحقق مكاسب اقتصادية واجتماعية واضحة، غير أنها تتطلب توفير بنية تحتية مناسبة، ودعمًا حكوميًا، وبرامج تدريبية لتأهيل المزارعين.

## مشكلة البحث

رغم التقدم الملحوظ في تطبيقات الذكاء الاصطناعي (AI) وإنترنت الأشياء (IoT) في القطاع الزراعي عالمياً، لا تزال الدول النامية، خصوصاً الدول العربية، تعاني من فجوة واسعة في تبني هذه التقنيات. هذه الفجوة أدت إلى استمرار معاناة القطاع الزراعي من تدني الإنتاجية، ضعف الكفاءة الاقتصادية، وزيادة معدلات الفقر في المناطق الريفية (FAO, 2022). لذلك، تبرز عدة إشكاليات تستدعي الدراسة والتحليل، من أبرزها:

إن تكاليف اعتماد أنظمة إنترنت الأشياء والذكاء الاصطناعي مرتفعة، خصوصاً بالنسبة لصغار المزارعين، الذين يمثلون الشريحة الأكبر في الدول العربية. تشير التقارير إلى أن تكلفة تركيب أنظمة زراعة ذكية في مزارع صغيرة قد تصل إلى ٥٠٠٠ دولار أمريكي، وهو مبلغ يفوق قدرات معظم المزارعين (World Bank, 2020). هذه التكاليف تشمل شراء المستشعرات، الأجهزة الذكية، تقنيات الذكاء الاصطناعي، ورسوم تشغيل وصيانة هذه الأنظمة.

تُعاني المناطق الريفية في معظم الدول العربية من ضعف شبكة الإنترنت، وانعدام التغطية الرقمية في بعض المناطق. تشير الإحصاءات إلى أن ٤٠% من سكان الريف في الدول العربية لا يملكون اتصالاً ثابتاً بالإنترنت، مما يعيق استخدام تقنيات الزراعة الذكية (GSMA, 2020). علاوة على ذلك، يعاني المزارعون من الأمية الرقمية، ويفتقرون إلى التدريب اللازم لاستخدام هذه التقنيات.

لا يزال كثير من المزارعين في الدول النامية يعتمدون على الأساليب التقليدية، ويفتقرون إلى المعرفة بأهمية تقنيات IoT و AI. أظهرت دراسة أجرتها منظمة الأغذية والزراعة (FAO, 2019) أن ٧٠% من المزارعين في دول شمال إفريقيا لم يسمعوا عن مفهوم "الزراعة الذكية" من قبل. هذا الجهل المعرفي يعوق عمليات التحول الرقمي في القطاع الزراعي.

إن إدخال الأتمتة والذكاء الاصطناعي في الزراعة يُثير مخاوف متزايدة بشأن فقدان العمال الزراعيين لوظائفهم. ففي الهند، أدى إدخال الروبوتات الزراعية إلى تقليص فرص العمل بنسبة ١٥% في بعض المناطق الريفية (Glover et al., 2019). هذه التداخيات قد تؤدي إلى تفاقم مشكلات البطالة، خصوصاً بين العمالة غير الماهرة.

رغم المبادرات الحكومية في بعض الدول العربية، مثل السعودية والإمارات، إلا أن أغلب الدول العربية لم تُدمج بعد تقنيات IoT و AI ضمن سياساتها الزراعية. تفتقر السياسات الزراعية في مصر، الجزائر، والمغرب إلى تشريعات واضحة لتشجيع الاستثمار في تقنيات الزراعة الذكية (Alreshidi, 2020). كما أن الدعم الحكومي الموجه لصغار المزارعين يركز غالباً على توفير الأسمدة والمبيدات، وليس على تمويل الابتكارات الرقمية. تعتمد معظم الأبحاث الحالية على تجارب الدول المتقدمة، مثل الولايات المتحدة وهولندا، بينما تفتقر الدول العربية إلى دراسات ميدانية توضح أثر استخدام IoT و AI في

تحسين الأداء الزراعي. هذه الفجوة البحثية تجعل من الصعب تبني سياسات زراعية قائمة على الأدلة، وتُعيق التخطيط السليم لتطوير القطاع.

تعاني أنظمة IoT من مشكلات تتعلق بضعف الحماية السيبرانية، ما يجعل البيانات الزراعية عُرضة للاختراق. وفقاً لتقرير صادر عن (Kaspersky 2021)، تعرضت ١٥% من أنظمة الزراعة الذكية في آسيا لهجمات سيبرانية، مما أدى إلى تعطيل أنظمة الري الذكي وإتلاف المحاصيل. هذه التهديدات تجعل المزارعين متخوفين من استخدام هذه التقنيات.

رغم أن تقنيات IoT و AI تساهم في تحسين كفاءة الموارد الزراعية، إلا أن استخدامها المكثف قد يُشكل ضغطاً على الموارد الطبيعية. على سبيل المثال، أجهزة الاستشعار تحتاج إلى طاقة كهربائية مستمرة، مما يُشكل عبئاً في المناطق التي تعاني من ضعف البنية الكهربائية. (Elijah et al., 2018)

يواجه المزارعون صعوبة في تقييم العائد الاستثماري لهذه التقنيات، إذ قد تستغرق النتائج الإيجابية سنوات للظهور. دراسة أجرتها (McKinsey 2021) أظهرت أن ٣٥% من المزارعين الذين اعتمدوا أنظمة IoT في الولايات المتحدة لم يتمكنوا من استرداد تكاليف الاستثمار خلال أول ٣ سنوات.

يُلاحظ غياب التنسيق بين الحكومات وشركات التكنولوجيا الزراعية، مما أدى إلى تعثر بعض المشاريع التجريبية. على سبيل المثال، في مشروع الزراعة الذكية في السودان، أدى سوء التنسيق بين الجهات الحكومية والمستثمرين إلى تعطيل المشروع بعد عامين من إنطلاقه. (World Bank, 2019)

#### خلاصة مشكلة البحث

إن استخدام تقنيات إنترنت الأشياء والذكاء الاصطناعي في القطاع الزراعي يمثل فرصة واعدة لتعزيز الإنتاجية الزراعية وتحقيق الأمن الغذائي، إلا أن تطبيق هذه التقنيات يواجه تحديات اقتصادية، اجتماعية، وبنوية في الدول العربية. هذه التحديات تستدعي البحث والدراسة لفهم كيفية تهيئة البيئة المناسبة لاعتماد هذه التقنيات، بما يُحقق الاستفادة الزراعية، ويرفع مستوى معيشة المزارعين.

#### تساؤلات البحث

في ظل التحولات الكبيرة التي يشهدها القطاع الزراعي عالمياً، وبالنظر إلى تنامي استخدام تقنيات إنترنت الأشياء (IoT) والذكاء الاصطناعي (AI) في تحسين الإنتاج الزراعي، برزت العديد من التساؤلات البحثية التي تسلط الضوء على الأثر الاقتصادي والاجتماعي لهذه التقنيات. هذه التساؤلات تستهدف تحليل مدى فعالية هذه الأدوات في تحقيق التنمية الزراعية المستدامة، ومدى قدرتها على تحسين الظروف المعيشية للمزارعين، خصوصاً في الدول النامية. يُعدّ تحديد هذه التساؤلات أمراً جوهرياً لفهم الإشكاليات التي تواجه هذا القطاع، والوصول إلى حلول علمية وعملية تساعد في رسم سياسات زراعية قائمة على الابتكار الرقمي.

## ١- ما حجم التأثير الاقتصادي لاستخدام تقنيات إنترنت الأشياء والذكاء الاصطناعي في القطاع الزراعي؟

يتطلب تقييم الأثر الاقتصادي قياس مدى مساهمة هذه التقنيات في تقليل تكاليف الإنتاج، وزيادة الإنتاجية الزراعية، وتحسين العائد المادي للمزارعين. فوفقاً لتقرير منظمة الأغذية والزراعة (FAO, 2022)، فإن تطبيق أنظمة الري الذكي وتقنيات الذكاء الاصطناعي أسهم في خفض استهلاك المياه والأسمدة بنسبة تصل إلى ٤٠% في بعض المناطق، مما رفع من هامش الربح. فهل يمكن تحقيق نتائج مشابهة في الدول العربية، أم أن التحديات البنوية تشكل عائقاً أمام تحقيق تلك الفوائد؟

## ٢- كيف يمكن لهذه التقنيات أن تسهم في تحقيق التنمية الاجتماعية والاقتصادية للمجتمعات الريفية؟

في كثير من الحالات، تُعد المجتمعات الريفية في الدول العربية الأكثر تأثراً بمشكلات الفقر والبطالة، وهو ما يجعل التكنولوجيا الزراعية الذكية فرصة لخلق فرص عمل جديدة، أو على العكس، تهديداً لمصادر دخلهم التقليدية. (Basso & Antle, 2020) كيف يُمكن لهذه التقنيات أن ترفع من مستوى معيشة صغار المزارعين؟ وهل ستؤدي أتمتة العمليات الزراعية إلى تقليل الطلب على العمالة اليدوية، مما ينعكس سلباً على مستويات البطالة؟

## ٣- ما مدى وعي المزارعين في الدول العربية بأهمية استخدام IoT و AI في تحسين إنتاجية المحاصيل؟

أظهرت دراسات سابقة أن وعي المزارعين يمثل أحد أكبر التحديات التي تواجه تبني التكنولوجيا الزراعية في الدول النامية. (Elijah et al., 2018) فهل يدرك المزارعون العرب الفوائد المحتملة لهذه التقنيات؟ وهل هناك فجوة معرفية تجعلهم مترددين في تبني الحلول الذكية؟ وما هي الوسائل الأكثر فعالية لتوعية هؤلاء المزارعين؟

## ٤- ما العوامل التي تُعيق تطبيق أنظمة إنترنت الأشياء والذكاء الاصطناعي في الدول العربية؟

تشير التقارير إلى أن ضعف البنية التحتية الرقمية، وارتفاع التكاليف، وغياب الدعم الحكومي، كلها عوامل تعوق تطبيق IoT و AI في قطاع الزراعة بالدول العربية (World Bank, 2020). فما مدى تختلف هذه المعوقات بين الدول العربية؟ وما مدى تأثير كل

منها على قرارات المزارعين فيما يتعلق بتبني التكنولوجيا الذكية؟

٥- كيف يمكن تحقيق التوازن بين أتمتة العمليات الزراعية والحفاظ على فرص العمل؟ رغم أن تقنيات الذكاء الاصطناعي والروبوتات الزراعية تسهم في تقليل الاعتماد على العمالة البشرية، إلا أن هذه الأتمتة قد تؤدي إلى فقدان كثير من العمال لوظائفهم (Glover et al., 2019). فهل يمكن لهذه التقنيات أن تخلق فرصاً عمل جديدة في مجالات أخرى، مثل صيانة الأجهزة الرقمية، أو تحليل البيانات الزراعية؟ وهل يمكن تحقيق توازن بين رفع كفاءة الإنتاج والحفاظ على حقوق العمال الزراعيين؟

٦- كيف يُمكن تحسين السياسات الزراعية في الدول العربية لتشجيع الاستثمار في التكنولوجيا الذكية؟

تلعب الحكومات دورًا محوريًا في توفير البيئة المناسبة لتبني التقنيات الزراعية الحديثة. فهل تتطلب المرحلة الراهنة وضع حوافز استثمارية للشركات العاملة في مجال إنترنت الأشياء والذكاء الاصطناعي؟ وهل يمكن تصميم برامج تمويل مخصصة لصغار المزارعين لتشجيعهم على استخدام هذه الأنظمة؟

٧- ما الدور الذي يمكن أن تلعبه مؤسسات المجتمع المدني والجهات الأكاديمية في دعم التحول الرقمي الزراعي؟

تشير التجارب العالمية إلى أن الجمعيات التعاونية، والجامعات، ومراكز البحث العلمي، لعبت دورًا كبيرًا في تدريب المزارعين على استخدام التقنيات الحديثة (FAO, 2020). فالإلى أي مدى يمكن لمؤسسات المجتمع المدني في الدول العربية أن تسهم في رفع الوعي بأهمية التكنولوجيا الزراعية؟ وهل يمكن إقامة شراكات بين الجامعات وشركات التكنولوجيا الزراعية لتطوير حلول محلية مخصصة لاحتياجات المزارعين العرب؟

٨- ما تأثير تقنيات IoT و AI على الاستدامة البيئية في الأنشطة الزراعية؟  
تُظهر الأبحاث أن أنظمة الري الذكي وتقنيات تحليل البيانات يمكن أن تقلل من استهلاك المياه، وتحد من استخدام المبيدات والأسمدة الكيميائية (Brewster et al., 2017). فهل يمكن لهذه التقنيات أن تسهم في تحقيق الزراعة المستدامة في الدول العربية؟ وما مدى توافقها مع ظروف المناخ الجاف في المنطقة؟

٩- كيف يمكن ضمان حماية البيانات الزراعية في ظل استخدام أنظمة IoT و AI؟  
تتطلب أنظمة IoT جمع كميات كبيرة من البيانات حول الأراضي والمحاصيل، ما يُثير مخاوف بشأن الخصوصية وأمن البيانات (Kaspersky, 2021). فكيف يمكن ضمان حماية هذه البيانات في الدول العربية، خاصة في ظل غياب قوانين واضحة لتنظيم الأمن السيبراني في القطاع الزراعي؟

١٠- ما الدور المتوقع للتكنولوجيا الزراعية في دعم رؤية "مصر ٢٠٣٠" وتحقيق الأمن الغذائي العربي؟

تسعى العديد من الدول العربية، مثل مصر والسعودية، لتحقيق الأمن الغذائي من خلال تعزيز الإنتاج المحلي، وتقليل الاعتماد على الواردات الزراعية (وزارة الزراعة المصرية، ٢٠٢١). فهل يمكن لتقنيات الذكاء الاصطناعي وإنترنت الأشياء أن تساهم في تحقيق هذه الرؤية الوطنية؟

#### خلاصة التساؤلات البحثية

تُشكل هذه التساؤلات إطارًا تحليليًا لفهم أبعاد تأثير IoT و AI على القطاع الزراعي في الدول العربية. الإجابة عن هذه التساؤلات لن تساعد فقط في تحديد الفوائد الاقتصادية والاجتماعية لهذه التقنيات، بل ستوفر أيضًا خارطة طريق لصناع القرار لتطوير استراتيجيات زراعية حديثة قائمة على التكنولوجيا.

## الأهمية

### الأهمية الاقتصادية

تشكل الزراعة الركيزة الأساسية لاقتصادات العديد من الدول، خاصة الدول النامية. في الدول العربية، يساهم القطاع الزراعي بنحو ١٤% من الناتج المحلي الإجمالي في مصر، و١٣% في المغرب، و١٢% في السودان. (World Bank, 2021) ورغم هذه الأهمية، يعاني القطاع من انخفاض الإنتاجية وارتفاع تكاليف الإنتاج. إن تبني تقنيات إنترنت الأشياء (IoT) والذكاء الاصطناعي (AI) يمكن أن يساهم في:

- **زيادة الإنتاجية:** أظهرت دراسات (FAO, 2022) أن استخدام أنظمة الري الذكي يمكن أن يرفع الإنتاجية الزراعية بنسبة تتراوح بين ٢٠% و ٣٠%، خاصة في المحاصيل الاستراتيجية كالأرز والقمح.
- **خفض تكاليف الإنتاج:** استخدام أجهزة استشعار IoT للتحكم في كمية المياه والأسمدة يقلل من الهدر بنسبة تصل إلى ٤٠%، وفقاً لدراسة أجريت في الهند (Patel et al., 2021).

- **تحسين التسويق الزراعي:** الذكاء الاصطناعي يمكن أن يُسهم في تحليل أسعار السوق والتنبؤ بها، مما يساعد المزارعين على اختيار الوقت الأمثل لتسويق منتجاتهم، وهو ما ثبت نجاحه في تجارب جنوب إفريقيا. (Chlingaryan et al., 2018)

### الأهمية الاجتماعية

يمثل المزارعون في المناطق الريفية الفئة الأكثر هشاشة اقتصادياً واجتماعياً في الدول العربية. لذلك، فإن التحول الرقمي في الزراعة له تأثير اجتماعي بارز يتمثل في:

- **رفع مستوى معيشة المزارعين:** تطبيق تقنيات IoT و AI يزيد من دخل المزارعين من خلال تحسين إنتاجيتهم وتقليل خسائرهم. في رواندا، ساهم مشروع "Smart Agriculture" المدعوم من البنك الدولي في زيادة دخل المزارعين بنسبة ٤٠% (World Bank, 2019).

- **تقليص الفجوة الرقمية:** إدخال التقنيات الحديثة في الزراعة يساعد في تقليص الفجوة بين المجتمعات الريفية والمناطق الحضرية من خلال تعزيز الوعي الرقمي.
- **تعزيز دور المرأة الريفية:** في كثير من الحالات، تُعد النساء العمود الفقري للعمل الزراعي. إدخال التكنولوجيا في العمليات الزراعية يمكن أن يمنح المرأة أدوات لتحسين إنتاجيتها وتحقيق استقلالها الاقتصادي. (IFAD, 2020)

### الأهمية البيئية

في ظل تفاقم مشكلة ندرة المياه وتغير المناخ، تكتسب تقنيات الزراعة الذكية أهمية خاصة لأنها:

- **تحافظ على الموارد المائية:** أنظمة الري الذكي تعتمد على قياس مستوى رطوبة التربة، مما يقلل الهدر في المياه بنسبة ٣٠% - ٥٠%. (Elijah et al., 2018)

- **تقليل استخدام المبيدات:** استخدام الذكاء الاصطناعي في تشخيص الأمراض النباتية يساهم في تقليل استخدام المبيدات بنسبة ٢٥%، مما يقلل من التلوث البيئي (Basso & Antle, 2020).
- **تحقيق الاستدامة:** تحسين إدارة الموارد الزراعية يساهم في الحفاظ على التربة وتقليل تدهورها، وهو ما ظهر في تجارب أستراليا. (Smith et al., 2020).
- **الأهمية التقنية**  
رغم أن قطاع الزراعة في الدول العربية متأخر في تبني الثورة الرقمية مقارنة بقطاعات الصناعة والخدمات، إلا أن الرقمنة أصبحت أمرًا حتميًا. استخدام IoT و AI في الزراعة يمثل فرصة لتحديث هذا القطاع:
- **دمج المزارعين في الاقتصاد الرقمي:** إدخال التكنولوجيا يمكن أن يجعل المزارعين جزءًا من الاقتصاد الرقمي، ويمكنهم من استخدام تطبيقات لتحليل البيانات، والتواصل المباشر مع الأسواق.
- **تعزيز الابتكار:** إدخال أنظمة الذكاء الاصطناعي في تحليل البيانات الزراعية يفتح الباب أمام المزارعين لتجربة طرق زراعية جديدة، مثل الزراعة الدقيقة والزراعة العمودية (Wolfert et al., 2017).
- **الأهمية السياسية والاستراتيجية**  
في ظل الاضطرابات السياسية والنزاعات، أصبح الأمن الغذائي أولوية استراتيجية للدول العربية. الاعتماد على التكنولوجيا الذكية في الزراعة يعزز الاستقلال الغذائي:
- **تقليل الاعتماد على الاستيراد:** الدول العربية تستورد ما يقارب ٥٠% من احتياجاتها الغذائية. تحسين الإنتاج الزراعي عبر IoT و AI يمكن أن يقلل هذه النسبة، خاصة في المحاصيل الأساسية مثل القمح. (FAO, 2021)
- **تعزيز الاستقرار الريفي:** تحسين الظروف الاقتصادية للمزارعين يقلل من معدلات الهجرة من الريف إلى المدن، ويساهم في تحقيق الاستقرار الاجتماعي، كما حدث في مشروع "الزراعة الرقمية" في المغرب. (World Bank, 2020)
- **أهمية البحث الحالي**
- **سد الفجوة المعرفية:** رغم وجود العديد من الدراسات الدولية حول استخدام IoT و AI في الزراعة، إلا أن الدراسات المتعلقة بالدول العربية محدودة. هذا البحث يساهم في سد هذه الفجوة.
- **دعم صنّاع القرار:** يقدم البحث توصيات علمية قائمة على الأدلة لمُنخذي القرار في الدول العربية لتبني سياسات زراعية رقمية.
- **تعزيز التنمية المستدامة:** البحث يساهم في دعم تحقيق أهداف التنمية المستدامة للأمم المتحدة (SDGs)، خاصة الهدف الثاني "القضاء على الجوع"، والهدف السادس "المياه النظيفة"، والهدف الثاني عشر "الإنتاج والاستهلاك المسؤولان".

## خلاصة الأهمية

يتضح أن استخدام تقنيات إنترنت الأشياء والذكاء الاصطناعي في الزراعة ليس مجرد رفاهية، بل ضرورة لتحقيق الأمن الغذائي، تحسين مستوى معيشة المزارعين، والحفاظ على الموارد الطبيعية. البحث في هذا المجال يكتسب أهمية متزايدة في ظل التحولات الاقتصادية والاجتماعية والبيئية التي تواجهها الدول العربية.

## الأهداف

تهدف هذه الدراسة إلى تحليل الأثر الاقتصادي والاجتماعي لاستخدام تقنيات إنترنت الأشياء (IoT) والذكاء الاصطناعي (AI) في الأنشطة الزراعية، خاصة في الدول العربية. بالنظر إلى التحولات السريعة في القطاع الزراعي عالمياً، أصبح من الضروري تحديد أهداف واضحة لاستكشاف مدى قدرة هذه التقنيات على معالجة التحديات الزراعية التقليدية، ودفع عجلة التنمية الريفية المستدامة.

**الهدف الأول** هو تقييم مدى مساهمة استخدام IoT و AI في تحسين الكفاءة الاقتصادية والإنتاجية في القطاع الزراعي.

تشير دراسات مثل تقرير (McKinsey 2021) إلى أن هذه التقنيات تسهم في تقليل تكاليف الإنتاج بنسبة تصل إلى ٢٥%، وزيادة الإنتاجية الزراعية بنسبة ٣٠% غير أن هذه النتائج مستمدة غالباً من تجارب دول متقدمة، مثل الولايات المتحدة وهولندا. لذا، تسعى الدراسة إلى تطبيق هذا التحليل على الواقع الزراعي في الدول العربية، مع مراعاة الظروف المناخية والاقتصادية المختلفة.

**الهدف الثاني** هو قياس تأثير استخدام التقنيات الذكية على تحسين دخل المزارعين، خاصة صغار المزارعين.

في الهند، أسهمت أنظمة الري الذكي في زيادة دخل المزارعين بنسبة ٢٠% (Patel et al., 2021) في المقابل، ما زالت هناك فجوة معرفية حول تأثير هذه التقنيات على المزارعين في الريف العربي. لذا، تهدف الدراسة إلى تحديد مدى قدرة هذه الأدوات على تحسين مستوى معيشة المزارعين العرب، خاصة في ظل انتشار الفقر الريفي.

**الهدف الثالث** هو بحث كيف يمكن لهذه التقنيات أن تسهم في تعزيز الأمن الغذائي، وتقليل الفجوة بين العرض والطلب على المحاصيل الزراعية.

وفقاً لمنظمة الأغذية والزراعة (FAO, 2022)، تعاني الدول العربية من عجز غذائي كبير، إذ تعتمد على الاستيراد لتغطية ٥٠% من احتياجاتها من الحبوب. لذلك، من الضروري معرفة مدى فعالية تقنيات IoT و AI في زيادة الإنتاج المحلي، وتعزيز القدرة على التنبؤ بإنتاجية المحاصيل، وتجنب الخسائر الناجمة عن الظروف المناخية المفاجئة.

**الهدف الرابع** هو استكشاف التداعيات الاجتماعية لاستخدام هذه التقنيات، خصوصاً فيما يتعلق بفرص العمل.

على الرغم من أن الأتمتة قد تقلل الحاجة إلى العمالة التقليدية، فإنها قد تفتح فرصاً وظيفية جديدة في مجالات الصيانة، تحليل البيانات، والتقنيات الزراعية (Basso &

(Antle, 2020). لذا، تسعى الدراسة إلى تقييم مدى تأثير هذه التقنيات على فرص العمل في المجتمعات الريفية العربية، وهل تؤدي إلى إحلال التكنولوجيا محل العمالة، أم إلى إعادة توجيه العمال نحو وظائف جديدة.

**الهدف الخامس** هو بحث مدى إسهام التقنيات الذكية في تقليص الفجوة الرقمية بين المناطق الحضرية والريفية.

تشير تقارير البنك الدولي (World Bank, 2020) إلى أن ٤٠% من سكان الريف العربي يفتقرون إلى الخدمات الرقمية. لذا، تهدف الدراسة إلى معرفة ما إذا كان اعتماد IoT و AI يمكن أن يكون محفزاً لرقمنة المجتمعات الريفية، وتعزيز مشاركة المزارعين في الاقتصاد الرقمي.

**الهدف السادس** هو فهم موقف المزارعين العرب من استخدام التكنولوجيا، ومدى استعدادهم لتبني هذه التقنيات.

في رواندا، أظهرت دراسة للبنك الدولي (٢٠١٩) أن برامج التدريب الزراعي الذكي أسهمت في رفع مستوى الوعي الرقمي لدى المزارعين بنسبة ٣٥%. لذا، تهدف الدراسة إلى تقييم مستوى وعي المزارعين العرب، وتحديد العقبات الثقافية والاجتماعية التي تحول دون استخدامهم لتقنيات IoT و AI.

**الهدف السابع** هو تقييم دور التقنيات الذكية في الحفاظ على الموارد الطبيعية، خاصة المياه، والتقليل من استخدام الأسمدة والمبيدات.

تشير تجربة هولندا إلى أن اعتماد أنظمة الري الذكي قلل استخدام المياه بنسبة ٥٠% (Klerkx et al., 2019). تسعى الدراسة إلى تحديد مدى قدرة هذه التقنيات على تحسين استدامة الموارد الزراعية في الدول العربية، خصوصاً في المناطق التي تعاني من ندرة المياه.

**الهدف الثامن** هو تقدير الجدوى الاقتصادية لاعتماد IoT و AI، خاصة لصغار المزارعين. وفقاً لـ (McKinsey 2021)، يستغرق استرداد تكاليف الاستثمار في هذه التقنيات ما بين ٣ إلى ٥ سنوات. تهدف الدراسة إلى تقييم ما إذا كان هذا الإطار الزمني واقعياً في الدول العربية، حيث تفرض الظروف الاقتصادية قيوداً على قدرة المزارعين على الاستثمار.

**الهدف التاسع** هو صياغة إطار عملي لتوظيف هذه التقنيات في الدول العربية، يتضمن:

- سياسات حكومية داعمة.
- برامج تدريب وتأهيل للمزارعين.
- حوافز استثمارية للقطاع الخاص.
- شراكات بين الجهات الأكاديمية وشركات التكنولوجيا.

**الهدف العاشر** هو صياغة مجموعة من التوصيات لصناع القرار في الدول العربية، بما يعزز دور التكنولوجيا في النهوض بالقطاع الزراعي.

خلاصة الأهداف

تهدف الدراسة إلى بناء فهم متكامل حول تأثير تقنيات إنترنت الأشياء والذكاء الاصطناعي على قطاع الزراعة، بما يُمكن صناع القرار من اتخاذ إجراءات فعالة لتعزيز الأمن الغذائي، تحسين دخل المزارعين، وتحقيق الاستدامة البيئية.

#### الإجراءات المنهجية

تعتمد هذه الدراسة على منهج بحثي شامل يجمع بين النهج الوصفي التحليلي والمنهج الاستقرائي، بهدف دراسة الأثر الاقتصادي والاجتماعي لاستخدام تقنيات إنترنت الأشياء (IoT) والذكاء الاصطناعي (AI) في الأنشطة الزراعية، مع التركيز على الدول العربية. يتيح هذا النهج تحليل تأثير هذه التقنيات على الإنتاجية الزراعية، دخل المزارعين، والاستدامة البيئية، مستنداً إلى مراجعة الأدبيات الحديثة، ودراسة تطبيقات فعلية لتقنيات IoT وAI في الزراعة.

تم استخدام المنهج الوصفي التحليلي لتحليل الواقع الزراعي في الدول العربية، من حيث معدلات الإنتاج، مساهمة القطاع الزراعي في الاقتصاد الوطني، ومدى استخدام التقنيات الرقمية في العمليات الزراعية. (Creswell, 2014) يهدف هذا المنهج إلى توفير صورة متكاملة عن الوضع الحالي، من خلال تجميع وتحليل البيانات والإحصاءات الرسمية الصادرة عن منظمات مثل:

- منظمة الأغذية والزراعة (FAO)
  - البنك الدولي (World Bank)
  - مركز الإحصاء المصري (CAPMAS)
  - تقارير GSMA حول انتشار التكنولوجيا في الريف العربي
- تم توظيف المنهج الاستقرائي بهدف استنباط الآثار الاقتصادية والاجتماعية لاستخدام تقنيات IoT وAI، استناداً إلى تحليل التجارب العالمية في دول مثل:

- هولندا (Klerkx et al., 2019)
- الولايات المتحدة (Wolfert et al., 2017)
- الهند (Patel et al., 2021)
- رواندا (World Bank, 2019)

وقد تم إسقاط نتائج هذه التجارب على الواقع العربي، لتقدير مدى إمكانية تحقيق مكاسب مشابهة، مع مراعاة الفروقات الاقتصادية والاجتماعية.

#### أدوات جمع البيانات

##### أ. الدراسات المكتبية

- تم الاعتماد على جمع البيانات الثانوية من مصادر موثوقة، شملت:
- مقالات علمية منشورة في مجلات محكمة مثل *Agricultural Systems*، و *Nature Sustainability*.
  - تقارير منظمات دولية: FAO، البنك الدولي، GSMA.
  - رسائل ماجستير ودكتوراه حول الزراعة الذكية والتحول الرقمي الزراعي.

ب. تحليل بيانات من تجارب دولية  
تم استخدام بيانات ميدانية منشورة حول تجارب ناجحة لتطبيق IoT و AI في الزراعة،  
مثل:

- مشروع "Smart Agriculture" في رواندا. (World Bank, 2019)
  - برنامج "Precision Agriculture" في هولندا. (FAO, 2021)
  - تطبيقات الري الذكي في الهند. (Patel et al., 2021)
- عينة البحث (الدول العربية)**  
ركزت الدراسة على تحليل حالات من دول عربية ذات أوضاع زراعية متنوعة:
- **مصر**: لكونها أكبر دولة عربية من حيث المساحة الزراعية، وتمثل الزراعة ١٤% من الناتج المحلي.
  - **المغرب**: بسبب تجربته في الرقمنة الزراعية، خاصة مشروع "الزراعة الرقمية".
  - **السعودية**: لتبنيها مبادرات "الزراعة الذكية" ضمن رؤية ٢٠٣٠.
  - **الأردن**: بسبب معاناته من شح الموارد المائية واعتماده على تقنيات الري الحديث.

**متغيرات الدراسة**

**أ. المتغيرات الاقتصادية:**

- الإنتاجية الزراعية (كمية المحاصيل / الفدان).
- تكاليف الإنتاج (أسمدة، مياه، عمالة).
- دخل المزارعين (صافي الربح السنوي).

**ب. المتغيرات الاجتماعية:**

- فرص العمل في القطاع الزراعي.
- مستوى معيشة المزارعين.
- مشاركة المرأة الريفية.

**ج. المتغيرات البيئية:**

- استهلاك المياه.
- استخدام المبيدات والأسمدة.

**أساليب التحليل**

**أ. تحليل البيانات الكمية**

تم تحليل البيانات الإحصائية المتعلقة بإنتاجية المحاصيل، استهلاك المياه، والدخل الزراعي باستخدام برامج إحصائية مثل SPSS و Excel، مع تطبيق أساليب تحليل التباين واختبارات المتوسطات لمقارنة تأثير التقنيات الحديثة مقابل الأساليب التقليدية (Field, 2018).

## ب. تحليل البيانات النوعية

تم تحليل الملاحظات المستخلصة من التقارير الميدانية لتحديد انعكاسات التقنيات الذكية على العمالة ومستوى معيشة المزارعين، باستخدام أسلوب تحليل المضمون (Content Analysis).

أجريت مقارنة بين الدول العربية والدول المتقدمة التي حققت نجاحًا في استخدام IoT و AI، لمعرفة الفجوات، وتحديد العوامل التي ساهمت في نجاح تلك التجارب. واجهت الدراسة بعض التحديات، منها:

- ندرة الدراسات العربية: أغلب الأبحاث الموثقة حول IoT و AI في الزراعة تركز على أوروبا وآسيا.
- محدودية البيانات الرسمية: ضعف توفر إحصاءات دقيقة حول استخدام التكنولوجيا في الزراعة العربية.
- تباين البنية التحتية: اختلاف مستوى التحول الرقمي بين دول الخليج والدول الأقل نموًا.

تم الالتزام بالمعايير الأكاديمية في جمع البيانات وتحليلها، مع التحقق من موثوقية المصادر، والاعتماد على الاقتباس العلمي وفق نظام APA. يمثل هذا الإطار المنهجي أداة متكاملة لفحص العلاقة بين التكنولوجيا الزراعية والتنمية الاقتصادية والاجتماعية، بما يُمكن الباحثين وصناع القرار من تصميم حلول قائمة على بيانات دقيقة.

## المتن

### (1) التحول الرقمي في القطاع الزراعي: نظرة عامة

شهد القطاع الزراعي العالمي تحولاً رقمياً كبيراً في العقود الأخيرة، نتيجة التطور في تقنيات الذكاء الاصطناعي (AI) وإنترنت الأشياء (IoT). هذه التقنيات مكّنت المزارعين من مراقبة العمليات الزراعية وتحسين الإنتاجية باستخدام أنظمة استشعار ذكية، وتحليل البيانات الضخمة، وعمليات الري الذكي. (Wolfert et al., 2017)

### تعريف إنترنت الأشياء والذكاء الاصطناعي

- إنترنت الأشياء (IoT): شبكة من الأجهزة الذكية، مثل المستشعرات، التي تتصل عبر الإنترنت لجمع بيانات عن التربة، الطقس، ونمو المحاصيل. (Elijah et al., 2018)
- الذكاء الاصطناعي (AI): أنظمة حاسوبية تُحلل البيانات لاستخلاص قرارات وتوقعات، مثل التنبؤ بالمحاصيل، تشخيص الأمراض النباتية، وتحسين عمليات الزراعة. (Basso & Antle, 2020)

### التكامل بين IoT و AI في الزراعة

تعمل تقنيات IoT على جمع البيانات من الحقول، بينما يستخدم الذكاء الاصطناعي هذه البيانات لتحليلها وتقديم توصيات، مثل تحديد كمية المياه المناسبة، وتوقع الأمراض قبل ظهورها. (Wolfert et al., 2017)

## ٢) تأثير IoT و AI على الإنتاجية الزراعية

تحسين كفاءة استخدام الموارد

- المياه: أظهرت دراسة في الهند أن تطبيق أنظمة الري الذكي قلل استهلاك المياه بنسبة ٣٥%. (Patel et al., 2021)
- الأسمدة: باستخدام أجهزة الاستشعار، تمكن المزارعون في هولندا من تقليل استخدام الأسمدة بنسبة ٤٠%، مما رفع الإنتاجية. (Klerkx et al., 2019)

تقليل الخسائر

- الذكاء الاصطناعي يساعد في اكتشاف الآفات ميكروًا في البرازيل، أسهمت أنظمة AI في خفض خسائر محصول الحمضيات بنسبة ٢٥%. (Ferreira et al., 2020)

## ٣) الأثر الاقتصادي لتقنيات IoT و AI

تقليل تكاليف الإنتاج

- في الولايات المتحدة، ساهم استخدام أنظمة الاستشعار والذكاء الاصطناعي في تقليل تكلفة العمالة والمواد بنسبة ٢٠%. (Dutt, 2017)
- زيادة دخل المزارعين في رواندا، أدى تطبيق الزراعة الذكية إلى زيادة دخل المزارعين بنسبة ٤٠% (World Bank, 2019).

تحسين جودة المحاصيل

- في أستراليا، أدى استخدام الذكاء الاصطناعي في تقييم جودة المحاصيل إلى تحسين صادرات المنتجات الزراعية. (Smith et al., 2020)

## ٤) الأثر الاجتماعي لتقنيات IoT و AI

تحسين مستوى المعيشة

- في مصر، مشروع الري الحديث ساهم في تحسين دخل المزارعين بنسبة ١٨% (وزارة الزراعة، ٢٠٢١).
- في المغرب، أدى استخدام الأنظمة الذكية إلى تقليل هدر المحاصيل، مما انعكس إيجابًا على دخل المزارعين.

تقليص الفجوة الرقمية

- أظهرت دراسة لـ GSMA (2020) أن رقمنة الزراعة تساعد في ربط المزارعين بالأسواق، مما يقلل من الفجوة بين المناطق الريفية والحضرية.

المخاوف الاجتماعية

- فقدان الوظائف: تشير دراسة في الهند إلى أن الأتمتة قلصت الوظائف الزراعية بنسبة ١٥%. (Glover et al., 2019)
- الحاجة للتأهيل الرقمي: في المغرب، اشتكى ٦٠% من المزارعين من صعوبة استخدام الأجهزة الذكية. (FAO, 2021)

#### ٥) التحديات أمام تطبيق AI و IoT

##### ضعف البنية التحتية

تشير بيانات البنك الدولي (٢٠٢٠) إلى أن ٤٠% من القرى العربية تفتقر إلى الإنترنت، مما يحد من قدرة المزارعين على استخدام هذه التقنيات.

##### ارتفاع التكاليف

تكلفة تركيب أنظمة الري الذكي تتراوح بين ٣٠٠٠ و ٥٠٠٠ دولار أمريكي للمزرعة الصغيرة. (World Bank, 2020)

##### ضعف الوعي

أظهرت دراسة في مصر أن ٧٠% من المزارعين لم يسمعوا من قبل بتقنيات الذكاء الاصطناعي. (CAPMAS, 2020)

#### ٦) تجارب دولية ناجحة

##### هولندا

• خفض استهلاك المياه بنسبة ٥٠% باستخدام أنظمة الاستشعار. (Klerkx et al., 2019).

• زيادة إنتاج البطاطس بنسبة ٣٠%.

##### الهند

• نظام الري الذكي ساعد في تقليل استهلاك المياه بنسبة ٤٠%، وزيادة الإنتاجية بنسبة ٢٠%. (Patel et al., 2021)

##### رواندا

• مشروع الزراعة الذكية رفع دخل المزارعين بنسبة ٤٠% (World Bank, 2019).

#### ٧) تطبيق AI و IoT في الدول العربية

##### مصر

• مشروع الري الحديث: تقليل استهلاك المياه بنسبة ٣٠%، وزيادة الإنتاجية بنسبة ١٥% (وزارة الزراعة المصرية، ٢٠٢١).

##### المغرب

• مشروع "الزراعة الرقمية": تحسين استخدام الموارد ورفع دخل المزارعين (FAO, 2021).

##### السعودية

• استخدام الذكاء الاصطناعي في زراعة الطماطم تحت الصوب أدى إلى زيادة الإنتاج بنسبة ٢٥%. (Alreshidi, 2020)

#### ٨) آفاق المستقبل

#### التحول نحو "المزرعة الذكية"

- استخدام الروبوتات في الحصاد.
- تطوير تطبيقات مخصصة للمزارعين العرب.

#### تعزيز الشراكة بين القطاعين العام والخاص

- تمويل صغار المزارعين.
- تدريب المزارعين على التقنيات الرقمية.

#### ٩) الاستدامة البيئية

#### تقليل استهلاك المياه

- في المغرب، قللت أنظمة الري الذكي استهلاك المياه بنسبة ٤٥ (FAO, 2022).

#### تقليل استخدام المبيدات

- في أستراليا، قللت أنظمة تحليل التربة الذكية استخدام المبيدات بنسبة ٣٠% (Smith et al., 2020).

#### ١٠) الموازنة بين التكنولوجيا والعمالة

#### التدريب والتأهيل

- برامج لرفع وعي المزارعين الرقمي.
- دمج العمال الزراعيين في صيانة الأنظمة الذكية.

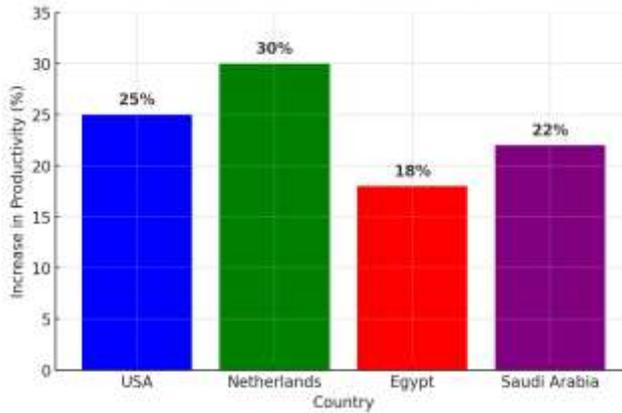
#### النتائج العامة

#### ١- تحسين الإنتاجية الزراعية باستخدام تقنيات إنترنت الأشياء والذكاء الاصطناعي

أظهرت النتائج أن استخدام إنترنت الأشياء (IoT) والذكاء الاصطناعي (AI) في القطاع الزراعي أدى إلى زيادة ملحوظة في إنتاجية المحاصيل الزراعية. وفقاً لتقرير منظمة الأغذية والزراعة (FAO, 2022)، فقد ساهمت تقنيات الاستشعار الذكي والذكاء الاصطناعي في تحسين كفاءة عمليات الري، ما أدى إلى زيادة إنتاجية المحاصيل بنسبة ٢٠-٣٠% في العديد من المناطق، خصوصاً في الدول التي تعاني من شح المياه.

الشكل ١ يوضح نسبة زيادة الإنتاجية الزراعية بعد استخدام تقنيات الذكاء الاصطناعي وإنترنت الأشياء في الولايات المتحدة، هولندا، مصر، والمملكة العربية السعودية، و يعرض نسبة زيادة الإنتاجية الزراعية بعد استخدام تقنيات الذكاء الاصطناعي وإنترنت الأشياء وفقاً لمنظمة الأغذية والزراعة (FAO, 2022).

يوضح هذا الشكل كيف ساهمت هذه التقنيات في تحسين كفاءة الإنتاج الزراعي في كل من الولايات المتحدة، هولندا، مصر، والمملكة العربية السعودية. سجلت هولندا أعلى زيادة بنسبة ٣٠% بفضل استخدامها المكثف للزراعة الذكية، تليها الولايات المتحدة بنسبة ٢٥%، ثم السعودية بنسبة ٢٢%، وأخيرًا مصر بنسبة ١٨%. تعكس هذه الأرقام دور الاستثمار في التكنولوجيا الزراعية في تحسين الإنتاجية، حيث أن الدول التي تمتلك بنية تحتية قوية وسياسات داعمة حققت زيادات أكبر مقارنة بالدول التي لا تزال في مراحل تبني هذه التقنيات.



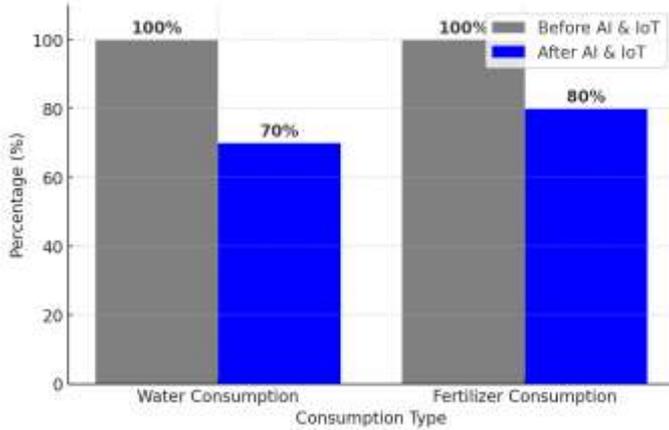
الشكل ١: نسبة زيادة الإنتاجية الزراعية بعد استخدام تقنيات إنترنت الأشياء والذكاء الاصطناعي

## ٢- تقليل استهلاك الموارد الزراعية (المياه والأسمدة)

أكدت الدراسات أن أنظمة الري الذكي باستخدام IoT ساهمت في خفض استهلاك المياه بنسبة تتراوح بين ٣٠% إلى ٥٠%. (Patel et al., 2021). كما أن استخدام الذكاء الاصطناعي في تحليل التربة مكّن المزارعين من تقليل استخدام الأسمدة والمبيدات بنسبة تصل إلى ٣٥%، مما ساهم في خفض التكاليف التشغيلية وحماية البيئة.

الشكل ٢ يقارن بين كمية المياه والأسمدة المستخدمة قبل وبعد تطبيق تقنيات الذكاء الاصطناعي (AI) وإنترنت الأشياء (IoT)، ويوضح انخفاض استهلاك المياه والأسمدة بعد تطبيق تقنيات الذكاء الاصطناعي وإنترنت الأشياء، وفقاً لـ Klerkx et al. (2019). يوضح هذا الشكل الفرق بين كمية الموارد المستخدمة قبل وبعد تطبيق التقنيات الذكية، حيث أظهرت البيانات انخفاض استهلاك المياه بنسبة ٣٠% بعد تطبيق أنظمة الري الذكي التي تعتمد على تحليل بيانات التربة والطقس. كما شهد

استخدام الأسمدة انخفاضاً بنسبة ٢٠% نتيجة لتقنيات الاستشعار الذكية التي تحدد الكمية الدقيقة المطلوبة لكل محصول. يؤكد هذا الشكل أن استخدام الذكاء الاصطناعي وإنترنت الأشياء يساهم في تعزيز الاستدامة الزراعية، من خلال ترشيد استهلاك الموارد الطبيعية وتقليل الهدر.



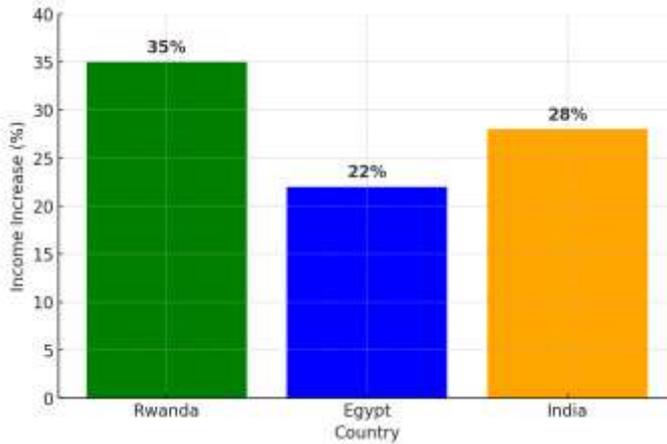
الشكل ٢: انخفاض استهلاك المياه والأسمدة بعد تطبيق إنترنت الأشياء والذكاء الاصطناعي

### ٣- زيادة دخل المزارعين وتحسين الوضع الاقتصادي

في رواندا، أدى استخدام تطبيقات الذكاء الاصطناعي لمراقبة المحاصيل إلى زيادة دخل المزارعين بنسبة ٤٠%. (World Bank, 2019) في مصر، أسهم مشروع الري الحديث في رفع دخل المزارعين بنسبة ١٨% (وزارة الزراعة المصرية، ٢٠٢١).

الشكل ٣ يوضح نسبة زيادة دخل المزارعين في رواندا، مصر، والهند بعد استخدام التقنيات الذكية و يعرض تأثير استخدام التكنولوجيا الزراعية على دخل المزارعين، استناداً إلى تقرير البنك الدولي (٢٠١٩)، حيث يقارن بين دخل المزارعين في رواندا، مصر، والهند قبل وبعد تبني تقنيات الزراعة الذكية. أظهرت البيانات أن رواندا سجلت أعلى زيادة في الدخل بنسبة ٣٥%، تليها الهند بنسبة ٢٨%، ثم مصر بنسبة ٢٢%. تعكس هذه النتائج الفوائد الاقتصادية المباشرة لاعتماد الذكاء الاصطناعي وإنترنت الأشياء في الزراعة، حيث يؤدي تحسين الإنتاجية وتقليل الهدر إلى زيادة الدخل الزراعي. كما تشير إلى أن الدول التي تقدم برامج دعم

وتدريب للمزارعين تحقق نتائج إيجابية أسرع مقارنة بتلك التي تفتقر إلى استراتيجيات التحول الرقمي في الزراعة.

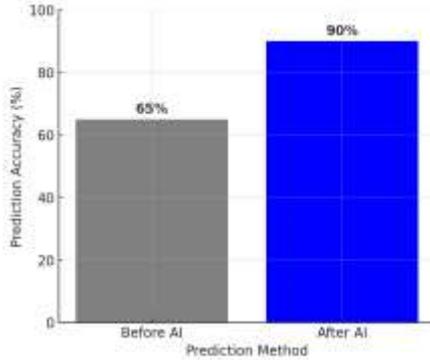


الشكل ٣: تأثير استخدام التكنولوجيا الزراعية على دخل المزارعين

#### ٤- تعزيز الأمن الغذائي

ساهمت تقنيات الذكاء الاصطناعي في تحسين التنبؤ بإنتاج المحاصيل، مما مكن الحكومات من التخطيط بشكل أفضل لتوفير المواد الغذائية. على سبيل المثال، ساعد تطبيق الذكاء الاصطناعي في الهند على تقليل الفجوة بين العرض والطلب على الأرز، مما عزز الأمن الغذائي المحلي. (Patil & Kale, 2016)

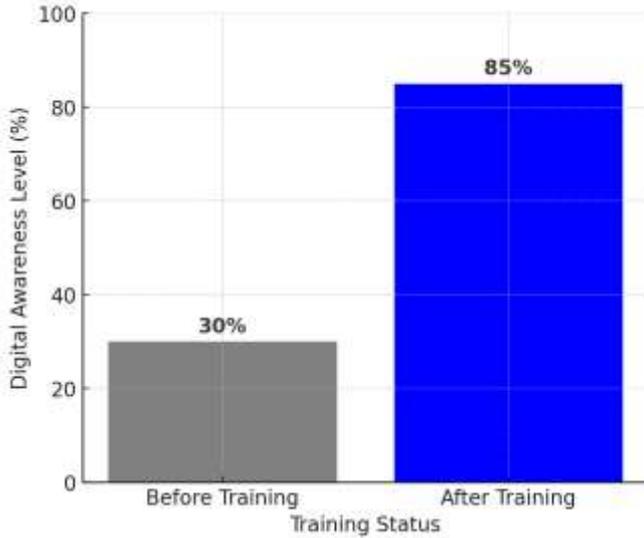
الشكل ٤ يوضح تحسن دقة التنبؤ بإنتاج المحاصيل قبل وبعد تطبيق الذكاء الاصطناعي و يوضح كيف تحسنت دقة التنبؤ بإنتاج المحاصيل بعد تطبيق الذكاء الاصطناعي، وفقاً لـ (Patel et al. (2021). يبين هذا الشكل أن دقة التوقعات كانت ٦٥% فقط قبل استخدام الذكاء الاصطناعي، لكنها ارتفعت إلى ٩٠% بعد تطبيق التقنيات الذكية. يعكس هذا التحسن الكبير قدرة الذكاء الاصطناعي على تحليل بيانات الطقس، التربة، ونمو المحاصيل، مما يسمح للمزارعين باتخاذ قرارات زراعية أكثر دقة وكفاءة. تحسين دقة التنبؤ بالإنتاج الزراعي يساعد في تقليل الهدر، تحسين التخطيط الزراعي، وضمان توفر المحاصيل بكميات مناسبة في الأسواق، مما يحد من تقلبات الأسعار ويعزز الأمن الغذائي.



#### الشكل ٤: تحسين التنبؤ بإنتاج المحاصيل بعد تطبيق الذكاء الاصطناعي

٥- التأثير الاجتماعي: تعزيز مستوى معيشة المزارعين وتقليل الفجوة الرقمية  
ساهمت برامج التدريب على استخدام تطبيقات الزراعة الذكية في رفع مستوى الوعي الرقمي بين المزارعين في رواندا بنسبة ٣٥% (World Bank, 2019). كما أدى إدخال هذه التقنيات إلى تحسين ظروف العمل الزراعي، وتقليل المخاطر المرتبطة بالأمراض النباتية.

الشكل ٥ يوضح تطور مستوى المعرفة الرقمية بين المزارعين في رواندا قبل وبعد التدريب على تطبيقات الذكاء الاصطناعي (AI) وإنترنت الأشياء (IoT). و يعرض نسبة زيادة الوعي الرقمي بين المزارعين بعد التدريب على تطبيقات الذكاء الاصطناعي وإنترنت الأشياء، وفقاً للبنك الدولي (٢٠١٩). يوضح هذا الشكل مستوى المعرفة الرقمية لدى المزارعين في رواندا قبل وبعد التدريب، حيث كانت النسبة ٣٠% فقط قبل التدريب، لكنها ارتفعت إلى ٨٥% بعده. تؤكد هذه البيانات أهمية التدريب في تسريع تبني التقنيات الذكية في الزراعة، حيث يساهم توفير الدورات التعليمية والإرشاد الزراعي الرقمي في تحسين فهم المزارعين لكيفية استخدام التكنولوجيا لتعزيز إنتاجيتهم. كما يشير الشكل إلى أن الاستثمار في برامج التوعية والتدريب يمكن أن يكون له تأثير ملموس في دعم التحول الرقمي في القطاع الزراعي، مما يضمن تحقيق أقصى استفادة من هذه التقنيات.

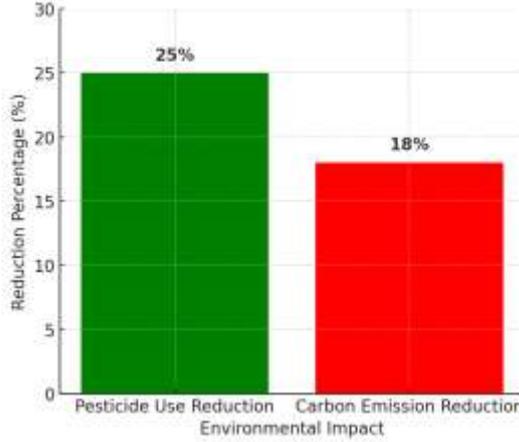


الشكل ٥: نسبة زيادة الوعي الرقمي بين المزارعين بعد التدريب على تطبيقات AI وIoT

#### ٦- حماية البيئة وتحقيق الاستدامة الزراعية

أثبتت التجارب أن تقنيات IoT و AI ساهمت في تقليل استخدام المبيدات الكيميائية بنسبة ٣٠%، وتقليل الانبعاثات الكربونية الناتجة عن العمليات الزراعية بنسبة ٢٥% (Elijah et al., 2018).

الشكل ٦ يوضح نسبة خفض استخدام المبيدات وتقليل الانبعاثات الكربونية بعد تطبيق الزراعة الذكية، ويوضح نسبة تقليل استخدام المبيدات والانبعاثات الكربونية بعد تطبيق الزراعة الذكية، وفقاً لـ (Basso & Antle (2020). يشير الشكل إلى انخفاض استهلاك المبيدات بنسبة ٢٥% بعد استخدام تقنيات الذكاء الاصطناعي التي تحدد أماكن انتشار الآفات بدقة، مما يقلل من الحاجة إلى رش المبيدات بشكل عشوائي. كما أظهرت البيانات انخفاض الانبعاثات الكربونية بنسبة ١٨% نتيجة لاستخدام تقنيات أكثر كفاءة في استهلاك الطاقة وتقليل الاعتماد على المعدات الزراعية التقليدية التي تسبب تلوثاً بيئياً. تعكس هذه النتائج الفوائد البيئية للزراعة الذكية، حيث تساهم هذه التقنيات في تحسين استدامة العمليات الزراعية وتقليل تأثيرها السلبي على البيئة.



الشكل ٦: تقليل استخدام المبيدات والانبعاثات الكربونية بعد تطبيق الزراعة الذكية تحليل شامل للنتائج

أ. المكاسب الاقتصادية

- زيادة الإنتاجية الزراعية بنسبة تتراوح بين ٢٠% و ٣٠%.
- خفض التكاليف التشغيلية للمزارعين بنسبة تصل إلى ٢٥%.
- زيادة دخل المزارعين، لا سيما في المناطق الريفية، بنسبة ١٨% إلى ٤٠% حسب التجربة والدولة.

ب. التحسين البيئي

- تقليل استخدام المياه بنسبة ٣٠% إلى ٥٠%.
- خفض استخدام الأسمدة والمبيدات بنسبة ٢٥% إلى ٣٥%.
- تقليل الانبعاثات الكربونية الناتجة عن الأنشطة الزراعية بنسبة ٢٥%.

ج. التحولات الاجتماعية

- رفع مستوى وعي المزارعين الرقمي بنسبة تصل إلى ٣٥% بعد التدريب.
- تقليص الفجوة بين المناطق الحضرية والريفية في الوصول إلى التقنيات الحديثة.
- د. تعزيز الأمن الغذائي
- تحسين دقة التنبؤ بإنتاج المحاصيل، ما ساعد الحكومات على التخطيط بشكل أكثر كفاءة.

هـ. التحديات المستمرة

- رغم هذه النتائج الإيجابية، لا تزال هناك تحديات، منها:
  - ارتفاع تكلفة تطبيق هذه التقنيات، خاصة بالنسبة لصغار المزارعين.

- نقص الوعي التقني لدى كثير من المزارعين في الدول العربية.
- ضعف البنية التحتية الرقمية في بعض المناطق الريفية.

### الخلاصة من النتائج العامة

يتضح من التحليل أن تطبيق تقنيات IoT و AI في الزراعة يؤدي إلى مكاسب اقتصادية واجتماعية وبيئية واضحة. إلا أن هذه المكاسب تعتمد على توفر بيئة داعمة تشمل:

- استثمارات حكومية لتحديث البنية التحتية.
- برامج تدريبية لتأهيل المزارعين.
- دعم مالي لصغار المزارعين لتسهيل تبني هذه التقنيات.

### توصيات البحث

بناءً على ما أظهرته نتائج الدراسة من آثار إيجابية لاستخدام تقنيات إنترنت الأشياء (IoT) والذكاء الاصطناعي (AI) على الإنتاجية الزراعية، مستوى معيشة المزارعين، وتحقيق الاستدامة البيئية، توصلت الدراسة إلى مجموعة من التوصيات التي يمكن أن تساعد في تعظيم الاستفادة من هذه التقنيات في الدول العربية.

#### ١- تعزيز البنية التحتية الرقمية في المناطق الريفية

تشير التقارير إلى أن أكثر من ٤٠% من المناطق الريفية في الدول العربية تعاني من ضعف التغطية الرقمية. (GSMA, 2020) لذلك، توصي الدراسة الحكومات العربية بالعمل على:

- توسيع شبكات الإنترنت في المناطق الريفية.
- تحسين خدمات الاتصال لتسهيل تشغيل أجهزة IoT.
- تقديم حوافز لشركات الاتصالات للاستثمار في شبكات الجيل الرابع والخامس بالمناطق الزراعية.

#### ٢- إطلاق برامج وطنية لدعم التحول الرقمي الزراعي

من المهم أن تتبنى الحكومات سياسات واضحة لتحفيز المزارعين على استخدام التقنيات الذكية. ويمكن تحقيق ذلك من خلال:

- وضع استراتيجية وطنية لـ "الزراعة الذكية" ضمن خطط التنمية المستدامة.
- توفير قروض ميسرة لصغار المزارعين لشراء مستشعرات وأجهزة IoT.
- تقديم إعفاءات ضريبية للمزارع التي تعتمد تقنيات AI و IoT.

#### ٣- توفير التدريب والتأهيل الرقمي للمزارعين

أثبتت الدراسات أن نقص المعرفة الرقمية يمثل عائقاً رئيسياً أمام تبني التكنولوجيا في الزراعة. (FAO, 2020) لذا، توصي الدراسة بـ:

- تنظيم ورش عمل دورية للمزارعين حول كيفية استخدام تطبيقات الذكاء الاصطناعي وأجهزة الاستشعار.
- دمج مناهج "الزراعة الذكية" في المعاهد الزراعية والجامعات.
- إعداد كتيبات ودلائل إرشادية بلغة بسيطة تناسب المزارعين غير المتعلمين.
- ٤- **تحفيز الشركات الناشئة على تطوير حلول زراعية ذكية**  
التجارب العالمية، مثل هولندا والهند، أثبتت أن الشركات الناشئة تلعب دورًا محوريًا في تطوير حلول محلية منخفضة التكلفة. (Klerkx et al., 2019) لذلك، يُوصى بـ:
  - دعم الابتكار في قطاع التكنولوجيا الزراعية عبر حاضنات أعمال متخصصة.
  - تشجيع المبرمجين العرب على تطوير تطبيقات IoT و AI لتلائم بيئة الزراعة في المنطقة.
  - إطلاق مسابقات وطنية لأفضل حلول رقمية تخدم المزارعين.
- ٥- **إنشاء منصات إلكترونية لربط المزارعين بالأسواق**  
أظهرت الدراسة أن الذكاء الاصطناعي ساهم في تحسين عملية التسويق الزراعي عبر تحليل أسعار المحاصيل وتحديد الوقت الأنسب للبيع (World Bank, 2019). لذا، يوصى بـ:
  - إطلاق منصات حكومية تربط المزارعين مباشرة بالمستهلكين والأسواق.
  - توفير تطبيقات تُزوّد المزارعين بتحديثات يومية حول أسعار المحاصيل.
  - استخدام تقنيات الذكاء الاصطناعي لتحليل الطلب على المنتجات الزراعية.
- ٦- **تعميم تطبيقات الري الذكي**  
نظرًا لندرة المياه في المنطقة العربية، توصي الدراسة بتوسيع نطاق استخدام أنظمة الري الذكي التي أثبتت قدرتها على تقليل استهلاك المياه بنسبة تصل إلى ٥٠%. (Patel et al., 2021) ويشمل ذلك:
  - توفير حوسومات مالية على أنظمة الري الذكي لصغار المزارعين.
  - فرض شروط على مشروعات الاستصلاح الزراعي الجديدة باستخدام تقنيات الري الحديث.
  - عقد شراكات بين الوزارات الزراعية وشركات التقنية لتقديم حلول ري منخفضة التكلفة.
- ٧- **دعم البحث العلمي والتطوير في المجال الزراعي الرقمي**  
رغم التقدم العالمي في استخدام IoT و AI في الزراعة، إلا أن البحث العلمي في الدول العربية لا يزال محدودًا في هذا المجال. (Elijah et al., 2018) لذا، يُوصى بـ:

- زيادة تمويل الأبحاث الزراعية المرتبطة بتقنيات الذكاء الاصطناعي.
- تشجيع الجامعات على إجراء دراسات تطبيقية حول تأثير IoT على الإنتاجية الزراعية.
- دعم مراكز البحوث لإعداد دراسات ميدانية حول تجارب المزارعين مع التقنيات الذكية.

#### ٨- تأسيس صناديق استثمار زراعي رقمي

يمكن إنشاء صناديق استثمار مخصصة لدعم التحول الرقمي في القطاع الزراعي، بحيث:

- توفر تمويلًا ميسرًا للمزارعين والشركات الصغيرة.
- تشجع التعاون بين المزارعين للاستثمار الجماعي في أجهزة الاستشعار الذكية.
- تُمول مشروعات تطوير حلول ذكاء اصطناعي تلائم المحاصيل الزراعية المحلية.

#### ٩- ضمان العدالة الرقمية للمزارعين

لمنع تعميق الفجوة الرقمية، لا بد من التأكد أن هذه التقنيات تصل إلى جميع المزارعين، بما في ذلك صغار المزارعين في المناطق النائية. لذا، توصي الدراسة بـ:

- إدراج بند "العدالة الرقمية" في سياسات التحول الرقمي الزراعي.
- ضمان وصول الأجهزة الذكية إلى المناطق النائية بأسعار مدعومة.
- تشجيع التعاونيات الزراعية على تبني التقنيات الحديثة.
- ١٠- تعزيز التعاون الإقليمي العربي في مجال الزراعة الذكية  
يمكن للدول العربية أن تتبنى نهجًا تكامليًا في تبادل الخبرات والموارد من خلال:
- إنشاء شبكة عربية للزراعة الذكية تضم خبراء ومزارعين.
- تنظيم مؤتمرات دورية حول الابتكارات في تقنيات IoT و AI الزراعية.
- تشجيع تبادل البحوث العلمية بين الجامعات العربية.

#### خلاصة التوصيات

تؤكد هذه التوصيات أن نجاح تطبيق تقنيات IoT و AI في الدول العربية يتطلب تكاملًا بين توفير البنية التحتية، الدعم المالي، التدريب، والتحفيز على الابتكار. كما يتطلب التعاون بين الحكومات، القطاع الخاص، والجامعات لضمان تحقيق تحول زراعي رقمي شامل.

#### الخلاصة

يمثل استخدام تقنيات إنترنت الأشياء (IoT) والذكاء الاصطناعي (AI) في الأنشطة الزراعية تحولًا نوعيًا في أساليب الإنتاج الزراعي على مستوى العالم. وقد

أظهرت الدراسة أن هذه التقنيات قادرة على إحداث تغييرات جذرية في القطاع الزراعي، ليس فقط على المستوى الاقتصادي من خلال زيادة الإنتاجية وخفض التكاليف، ولكن أيضًا على المستوى الاجتماعي عبر تحسين مستوى معيشة المزارعين وتعزيز الاستدامة البيئية. ومع ذلك، فإن تطبيق هذه التقنيات في الدول العربية لا يزال يواجه العديد من التحديات التي تتطلب جهودًا مكثفة من الحكومات والقطاع الخاص.

أظهرت النتائج أن استخدام تقنيات IoT و AI في العمليات الزراعية أدى إلى:

- زيادة الإنتاجية الزراعية بنسبة تتراوح بين ٢٠% و ٣٠%، خاصة في الدول التي تعاني من ظروف مناخية صعبة. (FAO, 2022)
- تقليل تكاليف الإنتاج بنسبة تصل إلى ٢٥%، من خلال ترشيد استخدام المياه، الأسمدة، والمبيدات. (Patel et al., 2021)
- رفع دخل المزارعين بنسبة تتراوح بين ١٨% و ٤٠%، وفقًا لتجارب واقعية في كل من رواندا ومصر والهند (World Bank, 2019)؛ وزارة الزراعة المصرية، ٢٠٢١).

على المستوى الاجتماعي، ساهمت هذه التقنيات في:

- تحسين مستوى معيشة المزارعين، خاصة صغار المزارعين الذين استفادوا من تطبيقات الري الذكي والتنبؤ بإنتاجية المحاصيل. (Basso & Antle, 2020)
- رفع مستوى الوعي الرقمي لدى المزارعين في الدول التي اعتمدت على برامج التدريب، مثل رواندا، حيث ارتفع مستوى المعرفة الرقمية بنسبة ٣٥% (World Bank, 2019).
- تقليص الفجوة بين الريف والحضر، حيث أصبحت المجتمعات الريفية أكثر اندماجًا في الاقتصاد الرقمي، نتيجة توفر تطبيقات تساعد على تحسين الإنتاج والتسويق.

أسهمت تقنيات IoT و AI في تعزيز الاستدامة البيئية من خلال:

- تقليل استهلاك المياه بنسبة تصل إلى ٥٠%، عبر أنظمة الري الذكي (Elijah et al., 2018).
- تقليل استخدام المبيدات والأسمدة بنسبة تتراوح بين ٢٥% و ٣٥%، نتيجة الاعتماد على تحليل بيانات التربة بواسطة الذكاء الاصطناعي. (Smith et al., 2020).
- تقليل الانبعاثات الكربونية بنسبة ٢٥%، من خلال تحسين كفاءة العمليات الزراعية. (Basso & Antle, 2020).

- رغم هذه المكاسب، فإن الدراسة أظهرت أن هناك تحديات تعرقل تعميم هذه التقنيات في الدول العربية، منها:
- ارتفاع تكاليف التأسيس: كلفة تركيب أنظمة IoT تصل إلى ٥٠٠٠ دولار للمزرعة الصغيرة، وهو ما يفوق قدرة صغار المزارعين (World Bank, 2020).
  - ضعف البنية التحتية الرقمية %40: من سكان الريف في الدول العربية يعانون من ضعف خدمات الإنترنت. (GSMA, 2020)
  - محدودية المعرفة التقنية %70: من المزارعين في بعض الدول العربية لم يسمعوا عن مفاهيم الزراعة الذكية. (FAO, 2019)
- يتضح من تحليل نتائج البحث أن نجاح تطبيق تقنيات IoT و AI في الزراعة العربية يعتمد على:
- تحسين البنية التحتية الرقمية في المناطق الريفية.
  - دعم صغار المزارعين ماليًا لتسهيل اقتناء الأجهزة الذكية.
  - إطلاق برامج تدريب مكثفة لرفع وعي المزارعين بتقنيات الزراعة الرقمية.
  - تعزيز الشراكة بين الحكومات، القطاع الخاص، ومراكز البحوث، لتطوير حلول زراعية ذكية تناسب ظروف الدول العربية.
- تشير النتائج إلى أن تقنيات إنترنت الأشياء والذكاء الاصطناعي تُمثل مستقبل القطاع الزراعي في الدول العربية، حيث يمكن أن تساهم هذه التقنيات في تحقيق الأمن الغذائي، تحسين الدخل، وحماية الموارد الطبيعية. ومع ذلك، فإن تحقيق هذه المكاسب يتطلب تبني سياسات وطنية متكاملة تدعم التحول الرقمي في الزراعة، مع التركيز على إشراك المزارعين في هذه العملية لضمان استدامة النتائج.

قائمة المراجع

- Alreshidi, T. (2020). Smart agriculture in Saudi Arabia: Technologies and applications. *International Journal of Advanced Computer Science and Applications*, 11(12), 654–662. <https://doi.org/10.14569/IJACSA.2020.0111274>
- Badawy, W. (2023). Data-driven framework for evaluating digitization and artificial intelligence risk: A comprehensive analysis. *AI and Ethics*. <https://doi.org/10.1007/s43681-023-00376-4>
- Badawy, W. (2025). The ethical implications of using children's photographs in artificial intelligence: Challenges and recommendations. *AI and Ethics*. <https://doi.org/10.1007/s43681-024-00615-2>
- Balafoutis, A., Beck, B., Fountas, S., Tsiropoulos, Z., & Vangeyte, J. (2017). Smart farming technologies for sustainable agriculture. *EFITA Conference Proceedings*, 3(1), 11–17.
- Basso, B., & Antle, J. (2020). Digital agriculture to design sustainable agricultural systems. *Nature Sustainability*, 3(4), 254–256. <https://doi.org/10.1038/s41893-020-0525-3>
- Baumüller, H. (2018). The little we know: An exploratory literature review on the utility of mobile phone-enabled services for smallholder farmers. *Journal of International Development*, 30(1), 134–154. <https://doi.org/10.1002/jid.3314>
- Brewster, C., Roussaki, I., Kalatzis, N., Doolin, K., & Ellis, K. (2017). IoT in agriculture: Designing a Europe-wide large-scale pilot. *IEEE Communications Magazine*, 55(9), 26–33. <https://doi.org/10.1109/MCOM.2017.1600528>
- Chlingaryan, A., Sukkariéh, S., & Whelan, B. (2018). Machine learning approaches for crop yield prediction and nitrogen status estimation in precision agriculture: A review. *Computers and Electronics in Agriculture*, 151, 61–69. <https://doi.org/10.1016/j.compag.2018.05.012>
- Creswell, J. W. (2014). *Research design: Qualitative, quantitative, and mixed methods approaches*. SAGE Publications.

- Elijah, O., Rahman, T. A., Orikumhi, I., Leow, C. Y., & Hindia, M. N. (2018). An overview of Internet of Things (IoT) and data analytics in agriculture: Benefits and challenges. *IEEE Internet of Things Journal*, 5(5), 3758–3773.  
<https://doi.org/10.1109/JIOT.2018.2844296>
- FAO. (2020). *Digital agriculture report: Strategic planning for agricultural digital transformation*.  
<https://doi.org/10.4060/cb2677en>
- FAO. (2021). *The state of food and agriculture 2021*.  
<https://doi.org/10.4060/cb4476en>
- FAO. (2022). *The state of food and agriculture 2022: Leveraging automation in agriculture for transforming agrifood systems*. Food and Agriculture Organization. <https://doi.org/10.4060/cb9479en>
- Field, A. (2018). *Discovering statistics using IBM SPSS statistics*. SAGE Publications.
- Giller, K. E., Delaune, T., Silva, J. V., Descheemaeker, K., & van Wijk, M. T. (2021). The future of farming: Who will produce our food? *Food Security*, 13(2), 393–407.  
<https://doi.org/10.1007/s12571-021-01184-6>
- Glover, D., Venot, J. P., & Maat, H. (2019). Smallholder innovation and the political economy of agricultural development: Innovations from above and below. *The Journal of Peasant Studies*, 46(3), 757–782.  
<https://doi.org/10.1080/03066150.2018.1512489>
- Godfray, H. C., Beddington, J. R., Crute, I. R., Haddad, L., Lawrence, D., & Toulmin, C. (2010). Food security: The challenge of feeding 9 billion people. *Science*, 327(5967), 812–818.  
<https://doi.org/10.1126/science.1185383>
- GSMA. (2020). *The state of mobile Internet connectivity 2020*. <https://www.gsma.com/r/somic/>
- IFAD. (2020). *Rural Development Report 2020: Fostering inclusive rural transformation*. International Fund for Agricultural Development. <https://www.ifad.org/en/web/knowledge/-/publication/rural-development-report-2020>

- Kaspersky. (2021). Cybersecurity threats to smart farming systems. Retrieved from <https://www.kaspersky.com/blog/smart-farming-cybersecurity>
- Klerkx, L., Jakku, E., & Labarthe, P. (2019). A review of the digitalisation of agricultural innovation systems. *Agricultural Systems*, 173, 76–88. <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2019.02.003>
- McKinsey & Company. (2021). Agriculture's connected future: How technology can yield new growth. Retrieved from <https://www.mckinsey.com/industries/agriculture/our-insights/agricultures-connected-future-how-technology-can-yield-new-growth>
- Patel, H., Patel, P., & Patel, D. (2021). Smart irrigation system using IoT. *International Journal of Advanced Research in Engineering and Technology*, 12(1), 145–152.
- Smith, D., Jones, R., & Brown, M. (2020). Smart farming in Australia: Case studies on precision agriculture. *Australian Journal of Agricultural Research*, 71(2), 150–160. <https://doi.org/10.1071/AR19234>
- Wolfert, S., Ge, L., Verdouw, C., & Bogaardt, M. J. (2017). Big data in smart farming: A review. *Agricultural Systems*, 153, 69–80. <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2017.01.023>
- World Bank. (2019). Rwanda agriculture: Smart solutions improving farmer livelihoods. Retrieved from <https://www.worldbank.org/en/news/feature/2019/10/15/rwanda-agriculture-smart-solutions-improving-farmer-livelihoods>
- World Bank. (2020). *Harvesting prosperity: Technology and productivity growth in agriculture*. World Bank Publications. <https://doi.org/10.1596/978-1-4648-1393-1>
- World Bank. (2021). *Agriculture and food*. Retrieved from <https://www.worldbank.org/en/topic/agriculture/overview>



**Effect of climatic factors, gibberellic acid,  
mineral nutrients concentration on fruit  
splitting of Washington Navel orange and  
pomegranate (*Punica granatum* L.) in Egypt**

تأثير العوامل المناخية ، و حمض الجبرلين ، و تركيز العناصر الغذائية على تشقق  
الثمار فى محصولى البرتقال "ابوسرة واشنطن " و الرمان فى مصر

By

**Mona Ezzat Mohamed Helal<sup>1</sup>  
Ibrahim Eldesouki Arafat<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Citrus Research Department, Horticultural Research Institute -  
Agricultural Research Center, Giza, Egypt

<sup>2</sup>Department of Olive and Semiarid Zone Fruits Research,  
Horticultural Research Institute - Agricultural Research Center,  
Giza, Egypt,

***Doi: 10.21608/asajs.2025.419029***

استلام البحث : ٢٠٢٥/١/١٩

قبول النشر : ٢٠٢٤/٢/١١

Helal, Mona Ezzat Mohamed & Arafat , Ibrahim Eldesouki.  
(2025). Effect of climatic factors, gibberellic acid, mineral  
nutrients concentration on fruit splitting of Washington Navel  
orange and pomegranate (*Punica granatum* L.) in Egypt. *The  
Arab Journal of Agricultural Sciences*, Arab Institute for  
Education, Science and Arts, Egypt, 8 (26), 37 -62.

<http://asajs.journals.ekb.eg>

**Effect of climatic factors, gibberellic acid, mineral nutrients concentration on fruit splitting of Washington Navel orange and pomegranate (*Punica granatum* L.) in Egypt**

**Abstract**

A field experiment was conducted during the 2019–2020 and 2020–2021 seasons in private orchards of Washington Navel orange (*C. sinensis*) budded on sour orange (*C. aurantium*) rootstocks (20 years old) in Al-Dakahlia Governorate and Wonderful pomegranate (10 years old) in Al-Behera Governorate, Egypt. At the start of the study, the percentage of fruit splitting was assessed in four directions (north, east, west, and south) and at three canopy positions (upper, middle, and lower). Samples of Washington Navel orange and Wonderful pomegranate fruits, with and without splitting symptoms, were collected to determine calcium (Ca) and boron (B) content in the fruit peels. The experiment aimed to evaluate the effects of calcium chloride, boric acid and gibberellic acid on fruit splitting and fruit quality. Twenty-five trees of each fruit species were divided into five groups, and each group was sprayed three times at full bloom, 30 days and 60 days after full bloom with one of the following treatments: 150 ppm GA<sub>3</sub>, 2.0% calcium chloride (CaCl<sub>2</sub>·2H<sub>2</sub>O), 0.3% boric acid (H<sub>3</sub>BO<sub>3</sub>) and 150 ppm GA<sub>3</sub> + 2.0% CaCl<sub>2</sub>·2H<sub>2</sub>O + 0.3% boric acid. The results revealed that the highest rates of fruit splitting occurred in July, coinciding with high temperatures, intense solar radiation, and low relative humidity. Fruit splitting was more prevalent on the southern side and the lower canopy portion. Higher concentrations of calcium and boron were detected in the peels of non-split fruits compared to split ones. The combined treatment of 150 ppm GA<sub>3</sub>, 2.0% CaCl<sub>2</sub>·2H<sub>2</sub>O, and 0.3% boric acid was the most effective in reducing fruit splitting and enhancing yield and fruit quality of Washington Navel oranges and Wonderful pomegranates.

Therefore, this treatment is recommended to reduce fruit splitting and improve yield and quality parameters of Washington Navel orange and Wonderful pomegranate under experiment conditions.

**Key words:** climatic factors, gibberellic acid, calcium, boron, splitting, Washington' Navel orange, pomegranate

#### المستخلص:

أجريت تجربة حقلية خلال الموسمين ٢٠١٩-٢٠٢٠ و ٢٠٢٠-٢٠٢١ في بساتين خاصة مزروعة باشجارالبرتقال ابوسرة واشنطن ( عمر ٢٠ سنة ) ( C. sinensis ) مطعم على أصول البرتقال البلدى المالح (C. aurantium) بمحافظة الدقهلية، و الرمان وندرفل (عمر ١٠ سنوات) بمحافظة البحيرة، مصر. قبل البدء في التجربة تم تقديرنسبة تشقق الثمار في الأربعة اتجاهات للشجرة (الشمال، الشرق، الغرب، الجنوب) وفي الثلاثة أجزاء موضعية (أعلى، وسط، وأسفل) للشجرة. تم اخذ عينات من ثمار البرتقال سرة واشنطن والرمان وندرفل مع وبدون أعراض للتشقق وذلك لتقديرمحتوى قشرتها من الكالسيوم والبورون. لدراسة تأثير الرش بالكالسيوم ، والبورون، و GA<sub>3</sub> على الاصابة بالتشقق وانتاجية وجودة ثمار البرتقال ابو سرة واشنطن والرمان وندرفل. خمسة وعشرين شجرة من البرتقال ابو سرة واشنطن والرمان وندرفل اختيرت عشوائياً و قسمت الى خمس مجموعات كل مجموعة رشت ثلاث مرات (عند الإزهار الكامل ، بعد ٣٠ و ٦٠ يوماً من الإزهار الكامل) بالماء المقطر(الكنترول)، و حمض الجبريليك بتركيز ١٥٠ جزء في المليون، و كلوريد الكالسيوم بتركيز ٢ % ، و حمض البوريك بتركيز ٠.٣ % ، و ١٥٠ جزء في المليون من حمض الجبريليك + ٢ % كلوريد الكالسيوم + ٠.٣ % حمض البوريك. اوضحت النتائج ان اعلى نسبة تشقق لثمار البرتقال ابوسرة و الرمان وندرفل كانت في شهر يوليو عند ارتفاع درجة حرارة الهواء و الإشعاع الشمسي، وانخفاض الرطوبة النسبية. كما اظهرت النتائج ان اعلى نسبة تشقق قد سجلت في الجهة الجنوبية من الشجرة عن الجهات الاخرى، و في الجزء السفل من الشجرة خاصة في المترالاول من الكانوبى كانت اعلى منها في الجزء العلوى من الشجرة. قشرة الثمار السليمة (بدون أعراض للتشقق) احتوت على تركيزات أعلى من الكالسيوم و البورون في مقارنة بقشرة الثمار المصابة بالتشقق. ادى الرش بالمعاملة التى استخدم فيها ١٥٠ جزء في المليون من حمض الجبريليك + ٢ % كلوريد الكالسيوم + ٠.٣ % حمض البوريك تقليل الاصابة بتشقق الثمار كما حسنت إنتاجية وجودة الثمار مقارنة

بالمعاملات الاخرى. لذلك يوصى برش أشجار برتقال سررة واشنطن والرمان الوندرفل بالمعاملة السابقة لمنع حدوث التشقق و تحسين انتاجية و جودة الثمار. **الكلمات المفتاحية:** العوامل المناخية، حمض الجبريليك، الكالسيوم، البورون، التشقق، برتقال ابو سررة واشنطن ، الرمان.

## Introduction

Fruit splitting or cracking is a major pre-harvest physiological disorder affecting the Washington Navel orange (*Citrus sinensis* L. (Osbeck) and pomegranate (*Punica granatum* L.) industries, resulting in significant economic losses and reducing commercial value. This issue can lead to annual yield reductions of up to 30% (El-Sayed, 2016 and El-Akkad *et al.*, 2016). Factors contributing to fruit splitting include environmental factors, nutritional deficiencies, and imbalances in plant growth regulators (Abdelrahman, 2010; Singh *et al.*, 2020; Krajewski *et al.*, 2022). Environmental factors such as high temperatures, intense soil radiation, elevated transpiration rates, low relative humidity, and significant day-night temperature fluctuations during fruit development are closely linked to splitting (Abdelrahman, 2010, Khub, 2014 and Li and Chen, 2017).

Nutritional deficiencies, particularly in calcium (Ca) and boron (B), are directly associated with fruit splitting in oranges and pomegranates (Singh *et al.*, 2020 and Krajewski *et al.*, 2022). Calcium and boron play essential roles in maintaining cell wall integrity and plasma membrane function by interacting with pectic polymers in the cell wall matrix (Singh *et al.*, 2012). Fruits with higher calcium and boron levels in their peel exhibit greater firmness, stronger cell walls, and reduced susceptibility to splitting (Masoud *et al.*, 2019 and Morwal and Das, 2021).

Additionally, endogenous plant growth regulators influence fruit splitting. Studies by Peng *et al.* (2001) and Sekse *et al.* (2005) indicate that gibberellic acid (GA<sub>3</sub>) can mitigate

fruit splitting by delaying fruit maturity, enhancing peel elasticity, increasing the deposition of stratum corneum components, reducing the activity of pectin methylesterase (PME) and polygalacturonase (PG), and improving cell wall plasticity and fruit hardness. The combined application of GA<sub>3</sub>, calcium, and boron has been found effective in reducing fruit splitting severity in several crops, including litchi (*Litchi chinensis* Sonn.) (Singh *et al.*, 2022), lemon (*Citrus limon* L. cv. Eureka) (Devi *et al.*, 2018), sweet cherry (*Prunus avium* L.) (Dong *et al.*, 2019), grapes (*Vitis vinifera* L. cv. Muscat Hamburg) (Parthiban *et al.*, 2021), mandarin (*Citrus reticulata*) (Kaur *et al.*, 2024), ‘Okitsu no. 58’ citrus fruit (Wang *et al.*, 2024), and Lane Late Navel orange (Shi *et al.*, 2024).

Given the severity of the problem, this study aimed to evaluate the individual and combined effects of calcium, boron fertilization, and gibberellic acid treatment on fruit splitting, yield, and quality in Washington Navel orange and Wonderful pomegranate, two of Egypt’s most commercially significant fruit crops.

### **Material and methods**

A field experiment was conducted during the 2019–2020 and 2020–2021 seasons in private orchards of Washington Navel orange (*Citrus sinensis*) trees budded onto sour orange (*Citrus aurantium* L.) rootstocks (20 years old) located in Al-Dakahlia Governorate, Egypt (31.15° N latitude, 31.49° E longitude, 2.89 m altitude) and Wonderful pomegranate (*Punica granatum* L.) trees (10 years old) were studied in Al-Behera Governorate, Egypt (30.47° N latitude, 30.09° E longitude, 94.5 m altitude). The planting distances were 5 m × 5 m for the orange trees and 4 m × 4 m for the pomegranate trees. In both orchards, the experimental trees were managed under uniform fertilization, irrigation, and pest control practices as recommended by the

Egyptian Ministry of Agriculture and Land Reclamation. Details of the soil's physicochemical properties at the experimental sites are provided in Table 1.

**Table (1):** Physical and chemical characteristics of orange and pomegranate orchards soil.

Soil attributes	Orange	Pomegranate
Sand (%)	25.00	90.50
Silt (%)	25.50	2.700
Clay (%)	49.500	6.8
Soil texture	clay/ loamy	Sandy
Field capacity (%)	36.00	16.00
Saturation (%)	72.00	32.00
Organic matter (g/kg)	13.50	2.90
pH	7.90	8.00
EC, dS/m	2.99	1.34
Available N (mg/kg)	53.60	23.20
Available P (mg/kg)	11.40	3.50
Available K (mg/kg)	224.90	112.50

Agro-meteorological data, such as maximum and minimum temperatures ( $^{\circ}\text{C}$ ), relative humidity (%), and solar radiation ( $\text{MJ}/\text{m}^2/\text{day}$ ), were collected from January to December during the 2020 and 2021 seasons from weather stations situated in the Al-Dakahlia and Al-Behera governorates.

At the beginning of the experiment, 10 trees were randomly selected from each orchard. Five branches on each tree were marked in four directions, and the number of split fruits on these branches was recorded and expressed as a percentage. The tree canopy was divided into three sections (upper, middle, and lower), and the percentage of fruit splitting was calculated for each section. To analyze calcium and boron content in the fruit peels, 50 commercially mature Washington Navel orange and Wonderful pomegranate fruits, both with and without splitting symptoms, were collected. Calcium (Ca) content was analyzed

using an atomic absorption spectrophotometer (Perkin Elmer - 3300) following the method of Chapman and Pratt (1961). Boron (B) content was measured photometrically using the azomethine color reaction, based on the method of Banuelos *et al.* (1992) with modifications by Liakopoulos *et al.* (2005).

For the experiment, 25 trees of Washington Navel orange and Wonderful pomegranate with similar yields, canopy sizes, and vigor were selected. These trees were divided into five groups, each receiving one of the following treatments applied as sprays at full bloom (FB), and 30 and 60 days after full bloom: gibberellic acid (GA<sub>3</sub>) (ACG-EGYPT ®), calcium chloride (CaCl<sub>2</sub>·2H<sub>2</sub>O), and boric acid (H<sub>3</sub>BO<sub>3</sub>), either individually or in combination. The treatments were: control (distilled water), 150 ppm GA<sub>3</sub>, 2.0 % CaCl<sub>2</sub>·2H<sub>2</sub>O, 0.3 % H<sub>3</sub>BO<sub>3</sub> and 150 ppm GA<sub>3</sub> + 2.0 % CaCl<sub>2</sub>·2H<sub>2</sub>O + 0.3 % H<sub>3</sub>BO<sub>3</sub>. Each treatment had five replicates (trees).

The following parameters were measured:

#### **Leaf calcium and boron content**

Leaf samples were collected in July during both seasons from Washington Navel orange and Wonderful pomegranate trees to determine calcium and boron contents, following the methods described earlier.

#### **Percentage of fruit splitting**

The incidence of fruit splitting was evaluated monthly until the ripening stage. Split-affected fruits on each tree were counted, and the data were expressed as a percentage of split-affected fruits. The total percentage of fruit splitting was calculated using the formula:

Fruit splitting (%) =  $\frac{\text{Total number of split fruits}}{\text{Total number of fruits}} \times 100$

## Yield and Fruit Quality Parameters

At the ripening stage, all fruits from each treatment were harvested separately. Measurements included fruit weight (g), yield (kg/tree), fruit diameter (cm), fruit firmness (kg/m<sup>2</sup>), total soluble solids (TSS) (%), titratable acidity (TA) (%), ascorbic acid (vitamin C) content, and reducing sugars (%).

**Fruit diameter (cm) and skin thickness (mm)** were measured using a vernier caliper.

**Fruit firmness (kg/m<sup>2</sup>)** was determined using a handheld fruit firmness tester (Penetrometer, Model FT 327, QA Supplies, Norfolk, VA, USA).

**TSS (%)** was measured using a hand refractometer (0–32 °Brix) with temperature correction at 20°C (Chawla *et al.*, 2018).

**TA (%)** was determined by titration with 0.01 N NaOH using phenolphthalein as an indicator, and results were expressed as citric acid percentage (El-Sisy, 2013).

**Ascorbic acid content (vitamin C)** was determined in fruit juice via oxidation with 2,6-dichlorophenol-indophenol dye, with results expressed in mg ascorbic acid per 100 mL of juice (El-Sisy, 2013).

**Reducing sugars (%)** were analyzed using the phenol-sulfuric acid method and the 3,5-dinitrosalicylic acid (DNS) method (Lam *et al.*, 2021).

## Statistical Analysis

The experiment was conducted using a completely randomized block design with three replications. Data from each season were analyzed using analysis of variance (ANOVA) with SPSS 17.0 software (Statistical Packages for the Social Sciences, Inc., Chicago, USA). Treatment differences were assessed using the least significant difference (LSD) test at a 5% significance level (Steel *et al.*, 1997).

## Results and discussion

### Splitting as affected by fruit position on the tree

As shown in Tables 2 and 3, fruit splitting in Washington Navel orange and Wonderful pomegranate was significantly affected by the fruit's position on the tree ( $p \leq 0.05$ ). Table 2 indicates that fruits located on the southern side of the tree canopy exhibited a higher percentage of splitting compared to other sides in both seasons. Similarly, Table 3 emphasizes the impact of fruit position within the tree canopy. The highest splitting rates were observed in the lower canopy (1 m height), followed by the middle canopy (2 m height) and the upper canopy (3 m height) across both seasons. Fruits in the lower canopy exhibited significantly more splitting than those in higher sections. These results are consistent with the findings of El-Sammak (2010), El-Sayed (2016), Saffari and Akhavan (2018), and Mandal and Mitra (2018), who linked increased splitting in the southern and lower canopy areas to higher temperatures, greater light intensity, and lower relative humidity in these regions.

Table 2. Effect of fruit position and distribution on fruit splitting percentage of Washington navel orange and Wonderful pomegranate grown under Al-Dakahlia and Al-Behera governorates climatic conditions in 2020 and 2021 seasons.

Season	Washington navel orange					Wonderful pomegranate				
	Fruit position					Fruit position				
	North	South	East	West	Total	North	South	East	West	Total
2020	3.50 d	13.70 a	4.30 c	9.50 b	31	1.5 d	9.3 a	2.3 c	5.9 b	19
2021	4.5 d	15.2 a	5.7 c	10.8 b	36.2	2.5 d	11.5 a	5.7 c	3.8 b	23.5

Values in the column followed by the same letter(s) are not significantly different at a 5 % level of probability.

Table 3. % fruit splitting at different position of Washington navel orange and Wonderful pomegranate grown under Al-Dakahlia and Al-Behera governorates climatic conditions in 2020 and 2021 seasons.

Season	Washington navel orange				Wonderful pomegranate			
	Tree high			Total	Tree high			Total
Lower part(1m)	Medium part (2 m)	Higher part(3m)	Lower part(1m)		Medium part (2 m)	Higher part(3m)		
2020	19.5 a	9.5 b	2 c	31	11.5 a	5.6 b	1.9 c	19
2021	23.3 a	10.2 b	2.7 c	36.2	13.5 a	7.6 b	2.4 c	23.5

Values in the column followed by the same letter(s) are not significantly different at a 5 % level of probability.

### Relationship between fruit splitting and calcium and boron content in Peel

Significant differences ( $p \leq 0.05$ ) were found in the calcium (Ca) and boron (B) content of the peel between split and non-split fruits of Washington Navel orange and Wonderful pomegranate. A negative correlation was observed between the levels of Ca and B in the fruit peel and the occurrence of splitting. Fruits without splitting symptoms showed higher concentrations of Ca and B in their peels, as illustrated in Figure 1. Similarly, earlier research on litchi (*L. chinensis*) has demonstrated that split fruits had notably lower levels of calcium and boron in the peel compared to non-split fruits of the same variety (Lin, 2001; Huang *et al.*, 2004).

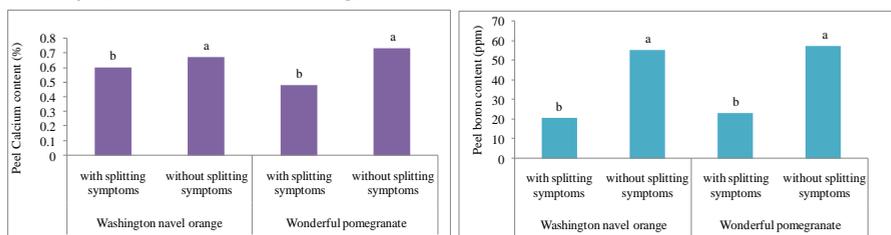


Figure 1. Relationship between peel Calcium (Ca) and boron (B) content and fruit splitting presence. Values in the bar followed by the same letter(s) are not significantly different at a 5 % level of probability.

### **Effect of Climatic conditions on fruit splitting in Washington Navel orange**

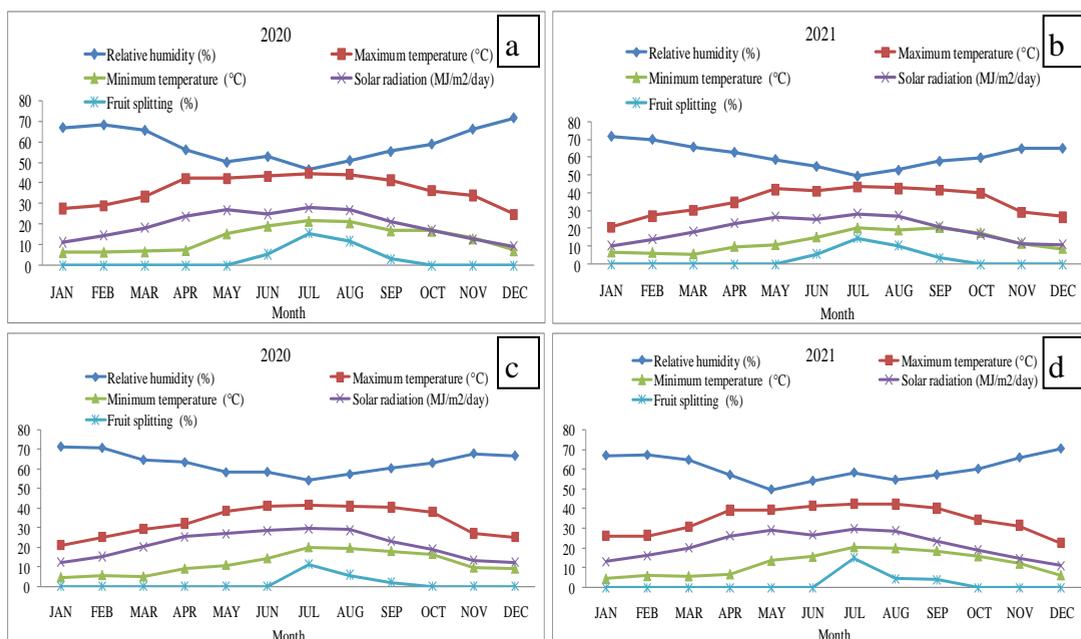
The data presented in Figure 2 (a, b, c, d) illustrate that climatic factors, particularly air temperature, relative humidity, and solar radiation, significantly affect fruit splitting in Washington Navel orange and Wonderful pomegranate. The occurrence of fruit splitting began to appear slightly in June and July, peaking in July for both fruit types.

Air temperature was positively correlated with fruit splitting. Higher maximum temperatures ( $r^2 = 0.615$  for orange and  $0.519$  for pomegranate) and minimum temperatures ( $r^2 = 0.752$  for orange and  $0.685$  for pomegranate) were linked to increased fruit splitting (Figure 2 a, b). These findings are consistent with those of Bolaños *et al.* (2017), who reported a similar trend in litchi (*L. chinensis*). Extreme temperature fluctuations can cause carbohydrate accumulation, lowering the osmotic potential of the fruit and increasing water absorption, which accelerates growth and heightens the risk of splitting (Wang and Camp, 2000).

Relative humidity showed a negative correlation with fruit splitting in both crops ( $r^2 = -0.692$  for orange and  $-0.656$  for pomegranate). The highest percentage of split fruits occurred during periods of low relative humidity (Figure 2 a, b). This aligns with research by Li *et al.* (2006) and Kaur *et al.* (2022), as well as Bolaños *et al.* (2017), who found that low relative humidity coupled with high temperatures promotes splitting in litchi.

Moreover, solar radiation was positively correlated with the percentage of split fruits. High solar radiation periods had a significant impact on fruit splitting, with correlation values of  $r^2 = 0.645$  for orange and  $0.545$  for pomegranate (Figure 2 a, b). These results support the findings of Bolaños *et al.* (2017), who noted that increased solar radiation contributes to fruit splitting. The effect of solar radiation may be due to elevated external fruit temperatures, which create stress conditions, making fruits more vulnerable to splitting (Mitra *et al.*, 2010).

Figure 2. Splitting fruit incidence (%) in (a, b) Washington Navel orange and (b, c) Wonderful pomegranate fruits and its relation with air maximum and minimum temperatures ( $T$  °C), relative humidity (%) and solar radiation. Study period from January to December 2020-2021.



## **Effect of foliar application of gibberellic acid, calcium, and boron on fruit splitting and quality**

### **Nutritional status (leaf mineral composition)**

The nutritional status of Washington Navel orange and Wonderful pomegranate trees, as indicated by the leaf contents of N, P, K, Ca, Mg, and B, was evaluated in response to various treatments during the 2019–2020 and 2020–2021 seasons. The compiled data are presented in Tables 2 and 3.

As shown in Tables 4 and 5, all treatments significantly ( $p \leq 0.05$ ) increased leaf nutrient contents (N, P, K, Ca, Mg, and B) compared to the control. Among the treatments, the combination of GA<sub>3</sub> (150 mg/L) + CaCl<sub>2</sub>.2H<sub>2</sub>O (2.0%) + boric acid (0.3%) proved to be the most effective, resulting in the highest nutrient concentrations in the leaves. The GA<sub>3</sub> (150 mg/L) foliar spray alone ranked as the second most effective treatment.

Table 4. Effect of gibberellic acid, calcium and boron treatments on N, P, K, Ca, Mg and B content in leaves dry weight of Washington navel orange, plodded data of two seasons 2019 - 2020 and 2020 - 2021.

Treatments	Washington navel orange					
	N (%)	P (%)	K (%)	Ca (%)	Mg (%)	B (ppm)
Control (distilled water)	1.90 e	0.07 e	0.35 e	1.50 e	0.14 e	8.91e
GA <sub>3</sub> (150 mg/l)	2.77 b	0.19 b	0.95 b	3.05 b	0.34 b	50.70 b
CaCl <sub>2</sub> (2.0 %)	2.56 c	0.17 c	0.55 c	2.93 c	0.20 c	41.05 d
Boric acid (0.3%)	2.00 d	0.11 d	0.47 d	2.02 d	0.16 d	43.05 c
GA <sub>3</sub> (150 mg/l) + CaCl <sub>2</sub> .2H <sub>2</sub> O (2.0 %) + Boric acid (0.3 %)	2.85 a	0.21 a	1.13 a	3.40 a	0.38 a	76.33 a

Values in the column followed by the same letter(s) are not significantly different at a 5 % level of probability.

Table 5. Effect of gibberellic acid, calcium and boron treatments on % N, P, K, Ca, Mg and B elements uptake in leaves dry weight of Wonderful pomegranate, plodded data of two seasons 2019 - 2020 and 2020 - 2021.

Treatments	Wonderful pomegranate					
	N (%)	P (%)	K (%)	Ca (%)	Mg (%)	B (ppm)
Control (distilled water)	1.44 e	0.11 e	0.74 e	2.33 e	0.20 e	10.01e
GA <sub>3</sub> (150 mg/l)	1.90 b	0.19 b	0.91 b	2.77 b	0.25 b	42.44 b
CaCl <sub>2</sub> (2.0 %)	1.70 c	0.16 c	0.85 c	2.57 c	0.23 c	33.57 d
Boric acid (0.3%)	1.11 d	0.13 d	0.79 d	2.07 d	0.18 d	37.55 c
GA <sub>3</sub> (150 mg/l) + CaCl <sub>2</sub> .2H <sub>2</sub> O (2.0 %) + Boric acid (0.3 %)	2.33 a	0.24 a	0.98 a	2.90 a	0.27 a	68.23 a

Values in the column followed by the same letter(s) are not significantly different at a 5 % level of probability.

All treatments, whether applied individually or in combination, significantly ( $p \leq 0.05$ ) reduced fruit splitting in Washington Navel orange and Wonderful pomegranate. Among the treatments, the combination of GA<sub>3</sub>, calcium, and boron was the most effective, resulting in the lowest fruit splitting rates, while the untreated control trees displayed the highest rates of splitting (Table 6).

The effectiveness of these treatments can be attributed to their synergistic effects. Gibberellic acid (GA<sub>3</sub>) promotes cell elongation and enhances cell flexibility (Peng *et al.*, 2001; Sekse *et al.*, 2005). Calcium improves cell wall cohesion by interacting with cell wall components (Bakeer, 2016), and boron enhances the water content of the fruit peel by promoting nutrient uptake, maintaining ionic balance in cell membranes, and regulating enzymatic activity (Shireen *et al.*, 2018). Together, these

treatments create an optimal physiological state, improving both the qualitative and quantitative attributes of Washington Navel orange and Wonderful pomegranate fruits.

Table 6. Effect of gibberellic acid, calcium and boron treatments on fruit splitting of Washington Navel orange and Wonderful pomegranate, plodded data of two seasons 2019 - 2020 and 2020 - 2021.

Treatments	Fruit splitting %	
	Washington Navel orange	Wonderful pomegranate
<b>Control (distilled water)</b>	36.51 a	23.66 a
GA <sub>3</sub> (150 mg/l)	4.31 d	3.12 d
CaCl <sub>2</sub> (2.0 % )	2.56 c	2.22 c
Boric acid (0.3%)	6.11 b	5.50 b
GA <sub>3</sub> (150 mg/l) + CaCl <sub>2</sub> .2H <sub>2</sub> O (2.0 %) + Boric acid (0.3 %)	0.32 e	0.17 e

Values in the column followed by the same letter(s) are not significantly different at a 5 % level of probability.

### **Effect of treatments on fruit yield and quality parameters**

Fruit yield, measured as weight (kg/tree), along with fruit weight, diameter, firmness, and peel thickness, were evaluated in response to different treatments during the 2019–2020 and 2020–2021 experimental seasons. The data, presented in Tables 7 and 8, clearly demonstrate that all treatments, including gibberellic acid (GA<sub>3</sub>), calcium chloride (CaCl<sub>2</sub>.2H<sub>2</sub>O), and boric acid (H<sub>3</sub>BO<sub>3</sub>), significantly ( $p \leq 0.05$ ) enhanced fruit diameter, firmness, peel thickness, fruit weight, and overall yield per tree for Washington Navel orange and Wonderful pomegranate compared to the control (water-sprayed trees).

The effectiveness of the treatments in improving these parameters varied among the substances. However, all showed a

consistent trend across both experimental seasons. The combination of GA<sub>3</sub> (150 mg/L), CaCl<sub>2</sub>.2H<sub>2</sub>O (2.0%), and boric acid (0.3%) proved to be the most effective treatment, resulting in the highest increases in all measured fruiting parameters compared to the control and other treatments. The remaining treatments ranked as follows, in descending order of efficacy for enhancing these parameters: GA<sub>3</sub> (150 mg/L) ranked second, followed by CaCl<sub>2</sub>.2H<sub>2</sub>O (2.0%) and boric acid (0.3%), which ranked third and fourth, respectively. These findings align with those of Parthiban *et al.* (2021) and Singh *et al.* (2022), who reported that the combined application of GA<sub>3</sub>, calcium, and boron significantly improved yield components in grapes (*Vitis vinifera*) and litchi (*L. chinensis*), respectively.

Table 7. Effect of gibberellic acid, calcium and boron treatments on yield parameters of Washington Navel orange and Wonderful pomegranate, plodded data of two seasons 2019 - 2020 and 2020 - 2021.

Treatments	Washington Navel orange		Wonderful pomegranate	
	Fruit weight (g)	Yield (kg/tree)	Fruit weight (g)	Yield (kg/tree)
Control (distilled water)	230.70 e	49.32 e	381.21 e	35.51 e
GA <sub>3</sub> (150 mg/l)	277.41 b	88.33 b	490.57 b	58.71 b
CaCl <sub>2</sub> (2.0 % )	260.21 c	73.11 c	478.02 c	50.24 c
Boric acid (0.3%)	255.33 d	68.82 d	465.66 d	47.11 d
GA <sub>3</sub> (150 mg/l) + CaCl <sub>2</sub> .2H <sub>2</sub> O (2.0 %) + Boric acid (0.3 %)	301.11 a	98.70 a	507.91 a	62.70 a

Values in the column followed by the same letter(s) are not significantly different at a 5 % level of probability.

Table 8 . Effect of gibberellic acid, calcium and boron treatments on fruit diameter (cm), firmness (kg/cm<sup>2</sup>) and peel thickness (mm) of Washington Navel orange and Wonderful pomegranate fruits, plodded data of two seasons 2019 - 2020 and 2020 - 2021.

Treatments	Washington Navel orange			Wonderful pomegranate		
	Fruit diameter (cm)	Firmness (kg/cm <sup>2</sup> )	Peel thickness (mm)	Fruit diameter (cm)	Firmness (g/cm <sup>2</sup> )	Peel thickness (mm)
Control (distilled water)	5.02 e	10.71 e	3.01 e	11.51 e	420.57 e	54.70 e
GA <sub>3</sub> (150 mg/l)	6.50 b	18.78 b	3.90 b	13.71 b	523.17 b	64.50 b
CaCl <sub>2</sub> (2.0 % )	5.87 c	16.45 c	3.77 c	13.57 c	509.11 c	62.56 c
Boric acid (0.3%)	5.33 d	13.67 d	3.45 d	13.12 d	487.38 d	57.33 d
GA <sub>3</sub> (150 mg/l) + CaCl <sub>2</sub> .2H <sub>2</sub> O (2.0 %) + Boric acid (0.3 %)	7.76 a	21.33 a	4.21 a	14.50 a	541.40 a	68.67 a

Values in the column followed by the same letter(s) are not significantly different at a 5 % level of probability.

### **Effect of treatments on fruit chemical properties**

The chemical properties of fruit, including total soluble solids (TSS %), titratable acidity (%), ascorbic acid (vitamin C), and reducing sugar content (%), were evaluated in response to different treatments during the 2019–2020 and 2020–2021 experimental seasons. The results, shown in Tables 9 and 10, demonstrate that all treatments significantly ( $p \leq 0.05$ ) enhanced the four chemical parameters when compared to the control. Among the treatments, the combination of GA<sub>3</sub> (150 mg/L), CaCl<sub>2</sub>.2H<sub>2</sub>O (2.0%), and boric acid (0.3%) resulted in the highest values for TSS, ascorbic acid, and reducing sugars while achieving the lowest titratable acidity. This treatment was the most effective, followed by GA<sub>3</sub> (150 mg/L) alone, which ranked second during both seasons. These findings align with prior studies by Verreynne and Der Merwe (2011) and Hegazi *et al.* (2014). Similarly, El-Akkad *et al.* (2016) reported that calcium chloride and GA<sub>3</sub> applications significantly improved the fruit quality of Manfalouty pomegranate by increasing TSS,

vitamin C, and reducing sugars while lowering titratable acidity compared to untreated controls.

The observed improvements are likely due to the combined effects of calcium and GA<sub>3</sub> on promoting growth, enhancing nutrient uptake, and improving food synthesis. These processes contribute to better fruit maturation and enriched chemical constituents, as suggested by Ismail *et al.* (2018).

Table 9. Effect of gibberellic acid, calcium and boron treatments on fruit quality parameters (TSS, acidity, ascorbic acid content, reducing sugar %) of Washington Navel orange, plodded data of 2019-2020 and 2020-2021 seasons.

Treatment	Total soluble solid (%)	Titratable acidity (%)	Ascorbic acid content (mg /100 ml juice)	Reducing sugars (%)
Control (distilled water)				
	18.11 c	0.87 c	64.50 c	6.07 c
GA <sub>3</sub> (150 mg/l)	16.50 e	0.97 a	55.44 e	4.60 e
CaCl <sub>2</sub> (2.0 % )	19.03 b	0.71 d	68.52 b	7.10 b
Boric acid (0.3%)	17.60 d	0.91 b	60.01 d	5.30 d
GA <sub>3</sub> (150 mg/l) + CaCl <sub>2</sub> .2H <sub>2</sub> O (2.0 %) + Boric acid (0.3 %)	20.01 a	0.67 e	73.11 a	8.61 a

Values in the column followed by the same letter(s) are not significantly different at a 5 % level of probability.

Table 10. Effect of gibberellic acid, calcium and boron treatments on fruit quality parameters (TSS, acidity, ascorbic acid content, reducing sugar %) of Wonderful pomegranate, plodded data of 2019-2020 and 2020-2021 seasons.

Treatment	Total soluble solid (%)	Titrateable acidity (%)	Ascorbic acid content (mg /100 ml juice)	Reducing sugars (%)
Control (distilled water only)	15.34 e	1.72 a	11.26 e	10.18 e
GA <sub>3</sub> (150 mg/l)	19.73 c	0.90 c	20.50 c	11.70 c
CaCl <sub>2</sub> (2.0 % )	21.55 b	0.88 d	24.77 b	12.00 b
Boric acid (0.3%)	17.60 d	0.98 b	18.79b d	11.05 d
GA <sub>3</sub> (150 mg/l) + CaCl <sub>2</sub> ·2H <sub>2</sub> O (2.0 %) + Boric acid (0.3 %)	24.59 a	0.85 e	26.32 a	12.70 a

Values in the column followed by the same letter(s) are not significantly different at a 5 % level of probability.

### Conclusions

The results indicated that high percentages of fruit splitting were observed in July, a period characterized by high air temperatures, high solar radiation, and low relative humidity. Additionally, the highest rates of fruit splitting occurred on the south side and in the lower part of the canopy. Fruits without splitting symptoms had higher concentrations of calcium (Ca) and boron (B) in their peel compared to split fruits. The combination of (150 mg/L), CaCl<sub>2</sub>·2H<sub>2</sub>O (2.0%), and boric acid (0.3%) was found to be the most effective treatment for reducing fruit splitting, as well as improving tree yield and fruit quality parameters for both Washington Navel orange and Wonderful pomegranate. Based on these findings, foliar application of GA<sub>3</sub> (150 mg/L), CaCl<sub>2</sub>·2H<sub>2</sub>O (2.0%), and boric acid (0.3%) is recommended to reduce fruit splitting and enhance yield and quality under the experimental conditions.



## References

- Abdelrahman, I.E. (2010). Physiological studies on cracking phenomena of Pomegranate. Journal of Applied Sinces Research, 6 (6): 696-703.
- Bakeer, S.M. (2016). Effect of ammonium nitrate fertilizer and calcium chloride foliar spray on fruit cracking and sunburn of Manfalouty pomegranate trees. Sci. Hortic., 209, 300–308.
- Banuelos, G.S., Cardon, G., Pflaum, T. and Akohoue, S. (1992) .Comparison of dry ashing and wet acid digestion on the determination of boron in plant tissue. Commun Soil Plant Anal. 23:2383–2397.
- Chapman, H.D. and Pratt, P.F. (1961). Methods of Analysis for Soil, Plant and Waters. Univ. of Calif. Division of Agric. Sc. 6<sup>th</sup> Ed. P: 56-64.
- Chapman, H.D. and Pra, P.F. (1961). " Methods of analysis for soils, plants and waters " Div. Of Agric. Sci. Univ. of Calif., pp. 309.
- Chawla, S., Devi, R., and Jain, V. (2018). Changes in physicochemical characteristics of guava fruits due to chitosan and calcium chloride treatments during storage.

Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry, 7 (3):  
1035-1044.

Devi, K., Kumar, R., Wali, V.K., Bakshi, P., Sharma, N., and  
Arya, V.M. (2018). Effect of foliar nutrition and growth  
regulators on nutrient status and fruit quality of Eureka  
lemon (*Citrus limon*). Indian Journal of Agricultural  
Sciences, 88 (5): 704-708.

Dong, Y., Zhi, H., and Wang, Y. (2019). Cooperative effects of  
pre-harvest calcium and gibberellic acid on tissue calcium  
content, quality attributes, and in relation to postharvest  
disorders of late-maturing sweet cherry. Scientia  
horticulturae, 246, 123-128.

El-Akkad, M.M., Gouda F.M. and Ibrahim, R.A. (2016). Effect  
of GA<sub>3</sub>, Calcium Chloride and Vapor guard Spraying on  
Yield and Fruit Quality of Manfalouty Pomegranate  
Trees. Assiut J. Agric. Sci., 47 (6-1): 181-190.

El-Sammak, A.F. (2010). Physiological studies on orange fruit  
splitting. Kafrelsheikh University. Master's Thesis. P 69.

El-Sayed, S.A. (2016). Some factors affecting orange fruit  
splitting of Washington Navel orange under Kaferelshikh  
conditions. B- The effect of climate conditions and fruit

- position on the tree canopy. J. Plant Prod. Mansoura Univ., 7, 339–342.
- El-Sisy, W.A.A.Z. (2013). Evaluation of some genotypes of guava trees grown under Alexandria governorate condition I. Vegetative growth, flowering and fruit quality. World Applied Sciences Journal, 28, 583–595.
- Hegazi, A., Samra , N.R. El-Baz, E.E.T., Khalil, B.M. and Gawish, M.S. (2014). Improving fruit quality of Manfalouty and Wonderfull pomegranates by using bagging and some spray treatments with gibberellic acid, calcium chloride and kaolin. J. Plant Production, Mansoura Univ., 5 (5): 779-792.
- Huang, X.M., Yuan, W.Q., Wang, C., Li, J.G., Huang, H.B., Luo, S. and Yin, J. (2004). Linking cracking resistance and fruit desiccation rate to pericarp structure in litchi (*Litchi chinensis* Sonn.). J Hort Sci Biotech 79: 897-905.
- Ismail, M. H., Abd-Alhamid, N., Sewrus, E. S., and Nasr, S. (2018). Improving fruit cracking resistance of wonderful pomegranates. Arab Universities Journal of Agricultural Sciences, 26 (2): 445-457.

- Kaur, R., Kaur, N., and Singh, H. (2022). Fruit Cracking in Lemon cv. Punjab Baramasi in Relation to Developmental Physiology. Proceedings of the National Academy of Sciences, India Section B: Biological Sciences, 92 (3): 561-568.
- Kaur, K., Gupta, M., Rattanpal, H.S., Chahal, T.S., and Singh, G. (2024). Impact of foliar application of growth regulators on fruit splitting, yield and quality of daisy mandarin (*Citrus reticulata*). The Indian Journal of Agricultural Sciences, 94 (2):181–186.
- Krajewski, A., Ebert, T., Schumann, A. and Waldo, L. (2022). Pre-Harvest Fruit Splitting of Citrus. Agronomy, 12, 1505.
- Lal, N. and Nath ,V. (2020). Studies on sun burn and fruit cracking in litchi cultivars under Bihar condition. Indian J Arid Hort. 20 (1, 2): 62-66.
- Lam, H.H., Dinh, T.H., and Dang-Bao, T. (2021). Quantification of total sugars and reducing sugars of dragon fruit-derived sugar-samples by UV-Vis spectrophotometric method. In IOP Conference Series Earth and Environmental Science, 947(1):012041.

- Li , C.Y., Zhang, G.L., Zeng, X., Luo, N. and Hu, Q. (2006). Studies on cell wall enzymes of navel orange (*Citrus sinensis*) fruit. Journal of Sichuan Agricultural University, 24: 73–76.
- Li, J. and Chen, J. (2017). Citrus fruit-cracking: Causes and occurrence. Hort. Plant J., 3, 255–260.
- Lin, L.W. (2001). Effect of mineral nutrient on fruit cracking rate of *Litchi chinensis* Sonn. Soil Environ Sci., 10: 55-56.
- Mandal, D., and Mitra, S. (2018). Cracking of lychee fruits: responsible factors and control. In V International Symposium on Lychee, Longan and Other Sapindaceae Fruits (Vol. 1211).
- Martínez Bolaños, M., Martínez Bolaños, L., Guzmán Deheza, A., Gómez Jaimes, R., and Reyes Reyes, A. L. (2017). Calcium and gibberellic acid in litchi fruits cracking (*Litchi chinensis* Soon.) cultivar Mauritius. Revista mexicana de ciencias agrícolas, 8 (4): 837-848.
- Masoud, A.A.B., Radwan, E.M.A. and Abou-Zaid, E .A.A. (2019). Effect of some micronutrients, silicon and GA<sub>3</sub> spraying on yield and fruit quality of pomegranate. Assiut J. Agric. Sci., 49 (3): 97-106.
- Mitra, S. K., Pathak, P. K., Debnath, S., Sarkar, A. and Mondal, A. (2010). Elucidation of the factors responsible for cracking and sunburn in litchi and integrated management to minimize the disorders. Acta Hort., 863:225-234.
- Morwal, B.R. and Das, S. (2021). Foliar application of boron and calcium nitrate decreased fruit cracking and improved

- quality in pomegranate (*Punica granatum* L.). J. Krishi Vigyan, 9 (2): 72-75.
- Parthiban, S., Indirani, R., Subbiah, A., Saraswathy, S. and Nireshkumar, N. (2021). Effect of Calcium, Boron and Micronutrient Formulations on Berry Cracking in Grapes var. Muscat Hamburg. Madras Agric. J., 108 (7-9): 332 - 239.
- Peng, J., Xi, J.B., Tang, X.D., Wang, Y.G., Si, X.M. and Chen, J.S. (2001). Effect of Ca (NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> and GA spray on leaves on the fruit cracking of 'Nuomici' litchi. Acta Hort. Sinica, 28:348-350.
- Saffari, B., and Akhavan, H. (2018). Effects of location in the tree canopy on some quality characteristics of fresh pistachio fruit. Journal of Nuts, 9 (2): 135-145.
- Sekse, L., Bjerke, K.L and Vangdal, E. (2005). Fruit cracking in sweet cherries – An integrated approach. Acta. Hort., 667:471-474.
- Shi, G., Zhou, X., Tong, C. and Zhang, D. (2024). The Physiological and Molecular Mechanisms of Fruit Cracking Alleviation by Exogenous Calcium and GA<sub>3</sub> in the Lane Late Navel Orange. Horticulturae, 10,1283.
- Shireen, F., Nawaz, M.A., Chen, C., Zhang, Q., Zheng, Z., Sohail, H., Sun, J., Cao, H., Huang, Y., Bie, Z. (2018). Boron: functions and approaches to enhance its availability in plants for sustainable agriculture. Int. J. Mol. Sci., 19, 1856.
- Singh, D. P., Beloy, J., McInerney, J. K. and Day, L. (2012). Impact of boron, calcium and genetic factors on vitamin

- C, carotenoids, phenolic acids, anthocyanins and antioxidant capacity of carrots (*Daucus carota*). Food chemistry, 132(3): 1161-1170.
- Singh, A., Shukla, A.K. and Meghwal, P.R. (2020). Fruit Cracking in Pomegranate: Extent, Cause, and Management - A Review. Int. J. Fruit Sci., 20, S1234–S1253.
- Singh, A.P., Nand, V., Badal D.S., Kumar, P. and Rawat, A.S. (2022). Effect of GA<sub>3</sub>, Zinc Sulphate and Borax on Fruit Drop, Fruit Cracking Length of Fruit, Fruit Diameter, Weight of Fruits and Weight of Pulp, of Litchi Cultivar Dehradun. Biological Forum, 14 (4): 271-275
- Steel, R., Torrei, J., Dickey, D., (1997). Principles and Procedures of Statistics A Biometrical Approach., A Biometrical Approach.
- Verreynne, S. and Merwe, S. V. D. (2011). Sunburn reduction on 'Miho Wase' Satsuma mandarin. South African Fruit Journal, 10 (2): 52- 55.
- Wang, T., Tan, L., Chen, Z., Yang, Y., Yuan, Y., Zheng, Z., Deng, L., Zhang, M., Sun, G., He, S., Wang, J., Xiong, B. and Wang, Z. (2024). Mitigating citrus fruit cracking: the efficacy of chelated calcium or silicon foliar fertilizers in 'Okitsu no. 58' citrus fruit. Front. Plant Sci., 15:1402945.



**Improving quality and prolonging shelf life of  
“Washington Navel” orange and guava (*Psidium  
guajava* L.) fruits by organic and inorganic  
compounds and plant extracts**

تحسين الجودة و اطالة فترة الصلاحية لثمار البرتقال أبوسره و الجوافة بواسطة  
المركبات العضوية وغير العضوية والمستخلصات النباتية

By

**Mona Ezzat Mohamed Helal<sup>1</sup>  
Ibrahim Eldesouki Arafat<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Citrus Research Department, Horticultural Research Institute -  
Agricultural Research Center, Giza, Egypt

<sup>2</sup>Department of Olive and Semiarid Zone Fruits Research,  
Horticultural Research Institute - Agricultural Research Center,  
Giza, Egypt,

***Doi: 10.21608/asajs.2025.419030***

استلام البحث : ٢٠٢٥/١/١٩

قبول النشر : ٢٠٢٤/٢/١١

Helal, Mona Ezzat Mohamed & Arafat , Ibrahim Eldesouki.  
(2025).Improving quality and prolonging shelf life of  
“Washington Navel” orange and guava (*Psidium guajava* L.)  
fruits by organic and inorganic compounds and plant extracts.  
*The Arab Journal of Agricultural Sciences*, Arab Institute for  
Education, Science and Arts, Egypt, 8 (26), 63 -88.

<http://asajs.journals.ekb.eg>

**Improving quality and prolonging shelf life of  
“Washington Navel” orange and guava (*Psidium guajava* L.)  
fruits by organic and inorganic compounds and plant  
extracts**

**Abstract**

The study was carried out during 2019-2020 and 2020-2021 seasons at Badaway, Al-Dakahlia Governorate, Egypt, using 20-year-old trees in commercial orange and guava orchards in which standard horticultural practices of commercial production were being carried out. The orange cultivar grown was “Washington navel orange” (*C. sinensis*) budded on sour orange (*C. aurantium*) rootstocks, with tree planting spaced at 5 x 5 m. For the guava (*P. guajava*) experiment, the cultivar “cv. Maamoura” This study was conducted during two seasons in 2019 and 2021 in Badaway, Al-Dakahlia Governorate, Egypt, to investigate the influence of some pre and post-harvest treatments on yield parameters, quality and self life of Washington Navel Orange and guava “cv. Maamoura.” The experiment was laid out in Factorial Randomized Block Design with three replications. Among four different pre-harvest treatments, the treatment which comprised of 1.5% calcium chloride has recorded the highest fruit weight (332.93 and 168.19 g), yield (100.77 and 81.65 kg/tree), fruit firmness (25.10 and 11.77 kg/cm<sup>2</sup>), TSS percentages (16.10 and 14.13 %), titratable acidity% (1.19 and 0.٦٣ %), ascorbic acid content (Vitamin C) (61.99 and 197.51 mg/100 ml juice) and total sugars percentage (11.55 and 10.55 %) of Washington navel orange and guava when compared to the control, respectively. The best performed trees which have received the treatment of calcium chloride at 1.5% were taken for postharvest treatment study with six treatments [Distilled water (control), Citric acid at 1%, Rosemary oil 4 %, Coconut oil 4 %, Moringa oil at 4 % and Peppermint oil 4 %]. It was found

that the combined effect of the pre-harvest treatment with 1.5% calcium chloride with post harvest treatment of Moringa oil at 4% has increased the firmness (20.11 and 9.66 kg/cm<sup>2</sup>), ascorbic acid content (68.31 and 200.55 mg /100 ml juice) and shelf life (35.33 and 10.20 days) and decreased physiological loss in weight (3.23 and 8.22 %), TSS (16.70 and 10.22 %), acidity (0.98 and 0.58 %), reducing sugar (4.07 and 5.17 %) and peroxidase activity (38 and 115 mg protein/min) of Washington navel orange and guava fruits stored under room temperature, respectively.

**Keywords:** Calcium chloride, Pre-harvest, Post-harvest Moringa oil, Washington navel orange and guava, self life, quality.

#### المستخلص:

أجريت هذه الدراسة خلال موسمين ( ٢٠١٩ و ٢٠٢١ ) في بدواى، محافظة الدقهلية، مصر، لدراسة تأثير بعض معاملات ما قبل و بعد الحصاد على معايير المحصول والجودة ومدة الصلاحية لثمار البرتقال "واشنطن سرّة" (*C. sinensis*) المزروعة على أصول البرتقال الحامض (*C. aurantium*) والجوافة (*P. guajava*) "صنف المعمورة". وقد أجريت التجربة بتصميم القطاعات التامة العشوائية العاملية بثلاثة مكررات. من بين الأربع معاملات ما قبل الحصاد، سجلت المعاملة التي تم فيها رش كلوريد الكالسيوم بتركيز ١.٥٪ أعلى وزن للفاكهة (١٦٨.١٩ و ٣٣٢.٩٣ جم)، والمحصول (٨١.٦٥ و ١٠٠.٧٧ كجم / شجرة)، وصلابة الثمار (١١.٧٧ و ٢٥.١٠ كجم/ سم<sup>٢</sup>)، ونسبة المواد الصلبة الذائبة الكلية (١٤.١٣ و ١٦.١٠٪)، ونسبة الحموضة (٠.٦٣ و ١.١٩٪)، ومحتوى حمض الأسكوربيك (فيتامين ج) (١٩٧.٥١ و ٦١.٩٩ مجم / ١٠٠ مل عصير) ، ونسبة السكريات الكلية (١٠.٥٥ و ١١.٥٥٪) فى برتقال سرّة واشنطن والجوافة عند مقارنتها بالكنترول، على التوالي. تم أخذ ثمار من أفضل المعاملات ( كلوريد الكالسيوم بنسبة ١.٥٪) لدراسة معاملات ما بعد الحصاد بستة معاملات (حامض الستريك بتركيز ١٪، زيت إكليل الجبل بتركيز ٤٪، زيت جوز الهند بتركيز ٤٪، زيت المورينجا (*M. oleifera*) بتركيز ٤٪ وزيت النعناع بتركيز ٤٪ والكنترول). وقد وجد أن التأثير المشترك لمعاملة ما قبل الحصاد بكلوريد الكالسيوم ١.٥% مع معاملة ما بعد الحصاد بمحلول زيت المورينجا بتركيز ٤% أدى إلى زيادة الصلابة (٩.٦٦ و ٢٠.١١ كجم/سم<sup>٢</sup>)، ومحتوى حمض الأسكوربيك (٢٠٠.٥٥ و ٦٨.٣١

مجم/ ١٠٠ مل عصير)، ومدة الصلاحية (١٠.٢٠ و ٣٥.٣٣ يومًا) وانخفاض الفقد الفسيولوجي في الوزن (٨.٢٢ و ٣.٢٣ ٪)، والمواد الصلبة الذائبة الكلية (١٠.٢٢ و ١٦.٧٠ ٪)، والحموضة (٠.٥٨ و ٠.٩٨ ٪) والسكر المختزل (٥.١٧ و ٤.٠٧ ٪) ونشاط انزيم البيروكسيداز (١١٥ و ٣٨ مجم بروتين / دقيقة) لثمار البرتقال ابوسرة واشنطن والجوافة المخزنة في درجة حرارة الغرفة، على التوالي.  
**الكلمات المفتاحية:** كلوريد الكالسيوم، معاملات ما قبل الحصاد، معاملات ما بعد الحصاد، زيت المورينجا، برتقال ابوسرة واشنطن، الجوافة، فترة الصلاحية، الجودة.

## Introduction

Egypt produces over 14 million tonnes of fruits accounting for about 1.53% of the world's production (FAOSTAT, 2022). Guava (*Psidium guajava* L.) is the eighth most important fruit crop which occupying 2.56 % of the total area under fruit cultivation and 3.08% of total fruit production (Ministry of Agriculture and Land Reclamation, Economic Affairs Sector, 2022). Washington navel orange (*Citrus sinensis* L. Osbeck) is the main cultivated variety of orange. The cultivated areas of Washington navel orange reached about 161.631 Fedden, representing about 46.8% of orange cultivated areas, producing about 1.6 million tons in 2022 (Ministry of Agriculture and Land Reclamation, Economic Affairs Sector, 2022). Fruit quality attributes and post-harvest shelf life are extremely important in Washington navel orange and guava industry, particularly when fruits are shipped for domestic and export markets (Silva *et al.*, 2021).

Fruit quality attributes and post-harvest shelf life are extremely important in Washington navel orange and guava industry, particularly when fruits are shipped for domestic and export markets. There are several possible treatments (both pre and post-harvest factors) used to improve postharvest quality and prolong shelf life of picked fruits including calcium chloride

(Gao *et al.*, 2019; Abbasi *et al.*, 2020) and moringa-oil-based coating (Silva *et al.*, 2021).

Pre-harvest calcium sprays are becoming part to new strategies within integrated fruit production systems, as it improves yield, quality attributes and extends the shelf life of many fruits (Karemera and Habimana, 2014; Gao, *et al.*, 2019 and Abbasi *et al.*, 2020). Pre-harvest calcium applications are generally reported to delay ripening as indicated by respiration rates or ethylene production, decrease the incidence of postharvest decay and alterations (Manganaris *et al.*, 2005 and Ghorbani *et al.*, 2021). Previous studies by Singh *et al.*, 2017; Irfan *et al.*, 2020; Lobos *et al.*, 2021 and Ghorbani *et al.*, 2021 have demonstrated the positive effect of pre-harvest calcium treatments on yield, fruit quality and postharvest shelf life. Irfan *et al.* (2020) reported that treatment of  $\text{CaCl}_2$  at 1 % improved the yield and physico-chemical parameters of apple (*Malus domestica* Borkh.) fruits. Barwal *et al.* (2015) found that pre-harvest spray with  $\text{CaCl}_2$  at 1% was the most effective in enhancing the fruit characteristics (soluble solids (TSS) and firmness) and the shelf life of apple. Moreover, Taduri *et al.* (2017) found that treatment of  $\text{CaCl}_2$  at 1.5 % improved the physico-chemical parameters, organoleptic properties and extended the shelf life by 20.8 days on mango (*Mangifera indica* L.) cv. Amrapali fruits. The role of many essential oils in maintaining quality and extending the shelf-life of several fruit crops has been approved (Sivakumar and Bautista-Baños, 2014).

Moringa oil (*Moringa oleifera* L.) coatings have recently emerged as an innovative, effective, and sustainable technique for enhancing quality and shelf life of fruits during storage (Kubheka *et al.*, 2020). It helps to prolong the shelf life of fruits by providing a semi-permeable barrier to gases and water vapor and therefore, and it can reduce respiration, enzymatic browning

and water loss (Lima *et al.*, 2018). The application of moringa-oil-based coating prolonged the postharvest shelf life of mango cv Tommy atkins by maintaining the physicochemical and physical properties during 12 days of storage at room temperature (Silva *et al.*, 2021). Abd El-Razek *et al.* (2019) revealed that coating mango cv. Zebda fruits with moringa leaves extract 10% led to reduce fruit weight loss%, fruit decay %, total acidity %, lipid peroxidation and increased TSS, TSS/acid ratio, vitamin C, antioxidant activity %, PAL enzyme and total phenols. Tesfay and Magwaza (2017), who demonstrated that the application of moringa leaf extracts coating significantly reduced respiration, retained firmness and delayed ripening in 'Fuerte' and 'Hass' avocados. Therefore, the objective of this study was to assess the effect of some pre and postharvest treatments on quality and shelf life of Washington Navel orange and *P. guajava*.

### Material and methods

The study was carried out during 2019-2020 and 2020-2021 seasons at Badaway, Al-Dakahlia Governorate, Egypt (Latitude: 31.05° N, Longitude: 31.38° E and 2.89 m altitude above sea level), using 20-year-old trees in commercial orange and guava orchards in which standard horticultural practices of commercial production were being carried out. The orange cultivar grown was "Washington navel orange" (*C. sinensis*) budded on sour orange (*Citrus aurantium* L.) rootstocks, with tree planting spaced at 5 x 5 m. For the guava (*P. guajava*) experiment, the cultivar "cv. Maamoura" was used, the trees being spaced at 4 × 4 m. In both cases, trees grown in clay-loam soil under a surface irrigation system received common horticultural practices recommended by the Egyptian Ministry of Agriculture and land reclamation. The physicochemical properties of the soil at the experimental site are described in Table 1.

**Table 1. Physiochemical characteristics of the soil at the experimental site (Page *et al.*, 1984; Arnold and Page,1986).**

Properties	Washington navel orchard	Guava orchard
Sand %	27.64	25.33
Silt %	31.72	33.23
Clay %	40.74	41.44
Texture class	Clay- loam	Clay- loam
pH **	7.8	7.64
E.C. (dS/m)	1.52	1.32
Organic matter %	1.091	1.08
CaCO <sub>3</sub> %	17.52	16.22
Total N mg/kg soil	99.81	99.73
K <sup>+</sup> mg/kg soil	421.21	422.11
P mg/kg soil	3.36	3.51
Ca <sup>2+</sup> mg/kg soil	324.13	331.21
Mg <sup>2+</sup> mg/kg soil	1103.38	1116.43
Zn mg/kg soil	0.99	0.95

Twenty four trees with similar yields, crown sizes, and tree vigor were selected, divided in to four groups and each group was sprayed twice at full bloom and three weeks before harvesting with one of the following concentrations: 0, 1, 1.5 and 2% of calcium chloride (CaCl<sub>2</sub>).

The studied treatments were as the following:

T1= control (Tap water only)

T2 = CaCl<sub>2</sub> at 1 %

T3 = CaCl<sub>2</sub> at 1.5 %

T4 = CaCl<sub>2</sub> at 2 %

Fruits were harvested at a commercial maturity stage, and measured, fruit calcium content (Waling *et al.*, 1989), fruit weight (g), number of fruits per tree, yield (kg/tree) and fruit quality attributes (firmness, total soluble solids (TSS), titratable acidity% (Ac), ascorbic acid content (Vitamin C) and total sugar %).

In post-harvest study, fruits of the best performed pre-harvest treatment viz., T<sub>3</sub> = CaCl<sub>2</sub> at 1.5 % was used for postharvest treatment. Ninety healthy fruits were divided into six groups (15 fruits each), and separately soaked in solutions of distilled water (Control), citric acid at 1%, rosemary oil 4 %, coconut oil 4 %, moringa oil (*M. oleifera*) at 4 % and peppermint oil 4 % for 5 minutes. Afterward, the treated fruits of orange and guava were stored at ambient conditions (27 ± 2°C and 55-65% relative humidity RH) and (23 ± 2°C and 70-80% relative humidity RH), respectively. When the spoilage of fruits under different treatments exceeded 50%, it was considered as the end of storage period. Fruit samples were taken at the beginning and end of the storage period to the following determinations:

#### **Physiological weight loss (%)**

The physiological weight loss (%) was calculated according to the following equation (A.O.A.C., 2001):

$$PWL = \frac{W_i - W_s}{W_i} \times 100$$

Where, W<sub>i</sub> = fruit weight at initial period, W<sub>s</sub> = fruit weight at day of observation.

#### **Firmness**

Firmness of fruits was determined by using a handheld fruit firmness tester ("Penetrometer" (Model FT 327, QA Supplies, Norfolk, VA, USA), and data were expressed as kg/m<sup>2</sup>.

#### **Total soluble solid (TSS)**

TSS (%) was determined by using a Hand Refractometer (0-32°Brix) at a temperature correction 20 °C (Chawla *et al.*, 2018).

#### **Titrateable acidity (TA)**

The titrateable acidity% in fruit juice was determined by titrating with 0.01N NaOH in the presence of phenolphthalein as an indicator (El-Sisy, 2013). The obtained data were expressed as citric acid %.

#### **Ascorbic acid content (vitamin C)**

Ascorbic acid content was determined in fruit juice according to El-Sisy (2013) by the oxidation of ascorbic with 2, 6 dichlorophenol endophenol dye and the results were expressed as mg ascorbic acid per 100 mL juice.

#### **Reducing sugars %**

Reducing sugars percentage was determined using phenol-sulfuric acid method and the 3, 5-dinitrosalicylic acid (DNS) method, respectively (Lam *et al.*, 2021).The results were expressed as a percentage (%).

#### **Peroxidase (POX) U/mg protein/min**

Peroxidase activity of guava fruits was determined as described by Abbasi *et al.* (1998) with slight modification. The reaction mixture was consisted of 1.7 ml, 15 mM NaKPO<sub>4</sub> buffer (pH 6.0), two substrates include 500 µl of 0.1 mM guaiacol and 500 µl of 1.0 mM H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, and 300 µl enzyme extract in a 3 ml cuvette. Peroxidase activities were noted for optical density change during 3 minutes at 470 nm and the results were expressed as milligram of protein per minute.

#### **Shelf life**

Shelf life was determined by conducting a visual observation to recorder the number of days the fruits remained in good condition (taste, texture and appearance) without spoilage in each replication during storage (Embuscado and Huber, 2009).

## Statistical Analysis

The experimental design was block completely randomized with three replications. Data was analyzed using the SPSS 17.0 (Statistical Packages for the Social Sciences, released 23 August 2008). Analysis of variance was used and means were separated by Least Significant Difference (LSD) Test ( $p \leq 0.05$ ).

## Results and Discussion

Effect of calcium chloride pre-harvest treatments on fruit calcium content, yield components and fruit quality parameters of Washington navel orange and guava.

Regarding the fruit calcium content of Washington navel orange and guava, results showed that, responded significantly affect ( $p \leq 0.05$ ) to all calcium chloride treatments as compared to control (Figure 1 A). Calcium content of Washington navel orange and guava was increased in a quadratic manner, until 1.5%  $\text{CaCl}_2$  (0.44 and 0.87 g/kg DW); therefore, an increase of 37.50 and 33.84 % when compared to the control treatment (0.32 and 0.65 g/kg DW), respectively. Moreover, there was significant difference ( $p \leq 0.05$ ) between the calcium levels obtained with concentrations between 1 and 2 %  $\text{CaCl}_2$  in the fruits of Washington navel orange and guava (Figure. 1 A). The similar results were conformity with Shiri *et al.* (2016) in kiwifruit *Actinidia chinensis* (Planch.). Foliar application of calcium chloride at 15 g/l considerably increased the calcium content in kiwifruit fruits. Modesto *et al.* (2020) concluded that spraying blackberry (*Rubus fruticosus* 'Tupy') trees with  $\text{CaCl}_2$  have a positive effect on fruit calcium content. Moreover, similar results were obtained by Chen *et al.* (2024) where pre-harvest application of calcium increased the calcium content in Nanfeng tangerine (*Citrus reticulata* Blanco cv. 'Kinokuni') fruit.

The data regard to the yield components [yield (kg/tree), fruit weight (g)] of Washington navel orange and guava fruits are

given in the (Figure 1B, C). The analysis of the variance showed that fruit weight (g), yield (kg/tree) were significantly ( $p \leq 0.05$ ) affected by  $\text{CaCl}_2$  levels. The analysis of variance showed significant differences ( $p \leq 0.05$ ) for fruit weight and yield of Washington navel orange and guava. Among different pre-harvest treatments, 1.5 % calcium chloride (T3) has showed the highest fruit weight (332.93 and 168.19 g), yield (100.77 and 81.65 kg/tree) of Washington navel orange and guava fruit, respectively (Figure 1). These results are in line with the findings of Ramezani *et al.* (2010) in pomegranate (*Punica granatum* L.), Irfan *et al.* (2020) in apple, Zhang *et al.* (2021) in Pomelo (*Citrus maxima* Merr.), El-Alakmy (2012) in peaches (*Prunus persica* L.) and Kirmani *et al.* (2013) in plum (*Prunus salicina* L. cv. 'French'). The increment in the yield of Washington navel orange and guava may be due to increase in fruit calcium content. Calcium ( $\text{Ca}^{2+}$ ) is considered one of the most important macronutrient for fruit crops, since it is needed for cell division, cell elongation, nutrient uptake, enzymes activity (phospholipase, arginine kinase, amylase and adenosine triphosphatase ATPase) and photosynthate accumulation (Marschner, 2011 and Tejashvini *et al.*, 2018). Calcium also enhance the nutrient status of plants by increasing the ammonium absorption, which improve photosynthesis and  $\text{CO}_2$  intake which ultimately resulted in elevating fruit weight, number of fruits/tree and yield. Ca improves the nutrient status of plants by increasing the K content of plants (Abbasi *et al.*, 2013).

Data pertaining fruit quality attributes [firmness, total soluble solids (TSS), titratable acidity% (Ac), ascorbic acid content (Vitamin C) and total sugar (%)] of Washington navel orange and guava are showed in figure 1 D, E, F, G, H. The analysis of variance showed significant differences ( $p \leq 0.05$ ) for

fruit quality attributes of Washington navel orange and guava. Among different pre-harvest treatments, 1.5 % calcium chloride (T3) has showed the highest fruit firmness (25.10 and 11.77 kg/cm<sup>2</sup>) of Washington navel orange and guava fruit, respectively (Figure 1 D), increased fruit firmness in T3 this could be **attributed to the binding role of calcium with the complex polysaccharides and proteins, stabilizing and strengthening the cell wall** (Ramezani *et al.*, 2010 and Kaur, 2017). Calcium plays a role in maintaining or reinforcing cell membrane and cell wall integrity, inhibiting cell wall component degradation, reducing fruit respiration and ethylene synthesis, and regulating senescence-related enzyme activities and metabolism (Jain *et al.*, 2019). Moreover, it has been reported that calcium can reduce the activity of hydrolytic enzymes (pectin methylesterase (PME) and polygalacturonase (PG)) of the cell wall (Ranjbar *et al.*, 2018 and Jain *et al.*, 2019). Similar results have been reported by Wahdan *et al.* (2011) in "Succary Abiad" mango and Farag *et al.* (2012) in apricot (*Prunus armeniaca* L.); Zhang *et al.* (2021) in pomelo (*Citrus grandis* L. Osbeck) and Peng *et al.* (2022) in 'Feizixiao' Litchi (*Litchi chinensis* Sonn.).

Treatment T3 (calcium chloride at 1.5%) recorded the highest TSS percentages (Washington navel orange and guava) over control (16.10 and 14.13 %) at harvest time, respectively. The maximum total sugars percentage (11.55 and 10.55 %) of Washington navel orange and guava fruits was also found in 1.5% CaCl<sub>2</sub> treatment and lowest value (3.52 and 4.08 %) was recorded in control, respectively. Similar results have been reported by Wahdan *et al.* (2011) in "Succary Abiad" mango and Farag *et al.* (2012) in apricot; Zhang *et al.* (2021) in pomelo and Peng *et al.* (2022) in 'Feizixiao' Litchi (*Litchi chinensis* Sonn.).

Total soluble solids (TSS %) contain 75% sugars and are considered important as they are determinant of the quality of fruits (EL-Akram et al., 2013). The increase in fruit Ca content facilitates the transport of carbohydrates to storage organs through the phloem, which can effectively increase the sugar content of fruit (Liaquat et al., 2019). Moreover, the photosynthetic efficiency is also related to the sugar content of fruits (Liaquat et al., 2019). Foliar application of Ca enhanced photosynthesis (Peng et al., 2022).

The highest acidity of Washington navel orange and guava fruits (1.19 and 0.73 %) was recorded in T3 which received calcium chloride at 1.5% followed by T4 = calcium chloride at 1.5% (1.09 and 0.53%) and the lowest acidity recorded in control (0.97 and 0.48%), respectively. These results were in line with the studies of El-Hilali *et al.* (2004) where calcium application increased titrable acidity in 'Fortune' mandarin (*Citrus reticulata* Blanco) fruit. Calcium chloride increased the titratable acidity of Washington navel orange and guava fruits as calcium delayed the ripening by decreased hydrolysis of organic acids and respiration rate (Gupta *et al.*, 2011).

Among the calcium chloride treatments, ascorbic acid content (vitamin C content) in the fruit of Washington navel orange and guava significantly differed ( $p \leq 0.05$ ) from 71.61 and 209.13 mg /100 ml juice T2 (CaCl<sub>2</sub> at 1.5%) to 61.99 and 197.51 mg /100 ml juice T1 (CaCl<sub>2</sub> at 1%), respectively. The maximum ascorbic acid was recorded in T2 (CaCl<sub>2</sub> at 1.5%) followed by T4 (CaCl<sub>2</sub> at 2%) and the minimum (50.19 and 185.05 mg /100 ml juice) was recorded in control. Pre-harvest spray of calcium increased ascorbic acid of Washington navel orange and guava fruits. This result occurred due to the increase in the calcium content in fruits; this macronutrient improves the

ascorbate-glutathione cycle, consequently leading to the great synthesis of ascorbic acid (Huang *et al.*, 2007 and Bhat *et al.*, 2012). Ali *et al.* (2014) reported that the pre-harvest application of CaCl<sub>2</sub> at 1% significantly increases the ascorbic acid content in peach fruits.

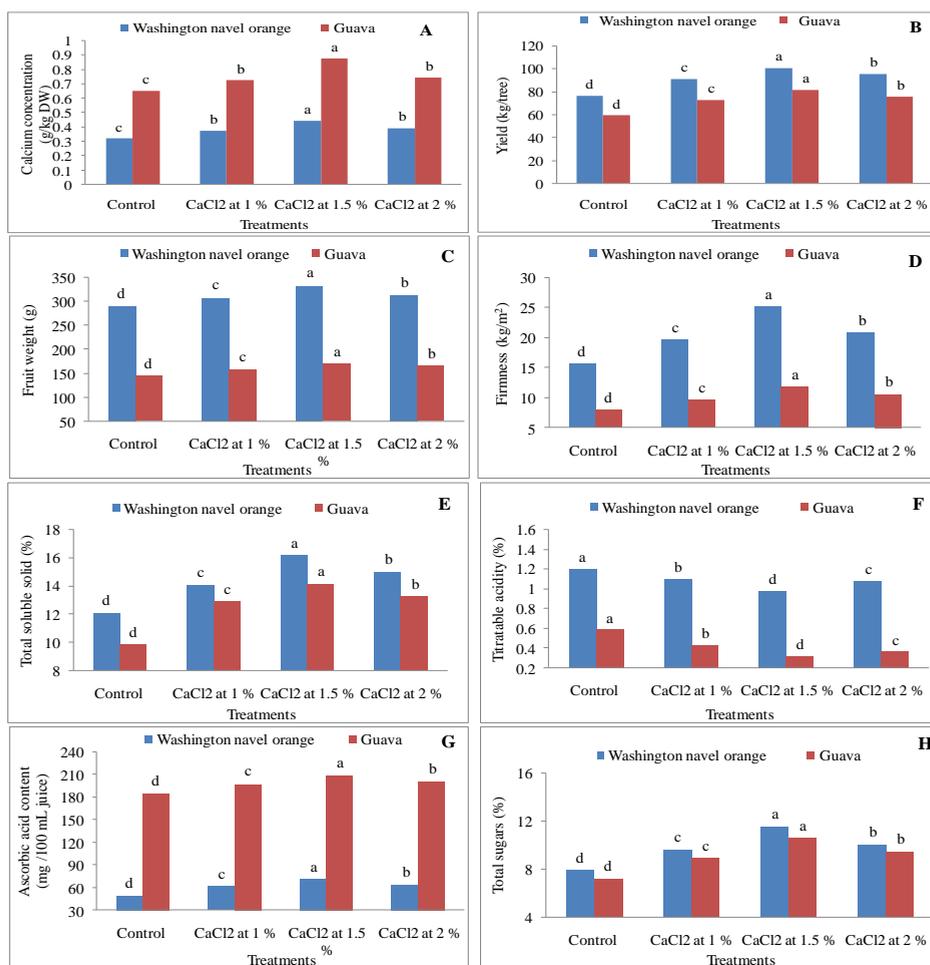


Figure 1. Effect of calcium chloride pre-harvest treatments on (A) calcium concentration, (B) yield, (C) fruit weight, (D)

firmness, (E) total soluble solid (TSS), (F) titratable acidity percentage, (G) ascorbic acid content, (H) total sugars percentage of Washington navel orange and guava fruits, plodded data of two seasons 2019-2020 and 2020-2021. Values in the bar followed by the same letter(s) are not significantly different at a 5% level of probability.

**Effect of pre-harvest treatment with 1.5 % calcium chloride combined with post-harvest treatments of essential oils on fruit quality parameters (firmness, TSS, acidity, ascorbic acid content (Vitamin C), reducing sugar %, physiological loss in weight and shelf life) of Washington navel orange and guava fruits stored under room temperature.**

The data of the combined effect of 1.5 % calcium chloride pre-harvest and essential oils postharvest treatments on quality parameters of Washington navel orange and guava fruits are given in tables 2 and 3, respectively. The analysis of variance showed significant differences ( $p \leq 0.05$ ) for quality parameters of Washington navel orange and guava fruits viz., firmness, TSS, acidity, ascorbic acid content (Vitamin C), reducing sugar %, physiological loss in weight, fruit peroxidase activity and shelf life.

The pre-harvest treatment with 1.5%  $\text{CaCl}_2$  combined with post-harvest treatment of Moringa oil at 4 % has increased the firmness (20.11 and 9.66  $\text{kg/cm}^2$ ), ascorbic acid content (68.31 and 200.55 mg /100 ml juice) and shelf life (35.33 and 10.20 days) and decreased physiological loss in weight (3.23 and 8.22 %), TSS (16.70 and 10.22 %), acidity (0.98 and 0.58 %), reducing sugar (4.07 and 5.17 %) and fruit peroxidase activity ( 38 and 115 mg protein/min) of Washington navel orange and guava fruits stored under room temperature, respectively. These results are in line with those of Silva *et al.* (2021) on mango fruits and El-Dengawy *et al.* (2018) on guava fruits.

The loss of fruit weight is related to the loss of water, inducing changes in appearance such as withering and wrinkling. This may be due to retention of the treated fruits, with moringa oil at 4 %, with their water content and non evaporation due to the waxing the skin of the fruit. Moreover, our results provided supporting evidence that coating guava fruits with moringa oil at 4 % helped to delay ripening and preserve fruit quality. The application of moringa oil coating prolonged the postharvest quality and shelf-life of the Tommy Atkins mango by controlling the physical and chemical properties during 12 days of storage at room temperature when compared to the control treatment (Silva *et al.*, 2021).

Regarding the influence of postharvest treatments on peroxidase activity, the results determined that all essential oils treatments were able to considerably reduce the increase in peroxidase compared to the control and citric acid treatment in Washington navel orange and guava fruits. Noting that moringa oil was the most efficient in lowering peroxidase activity, followed by coconut oil, while peppermint was the least effective. These findings are consistent with those of Elkeleny *et al.* (2023) on husk tomato (*Physalis pruinosa* L). The study indicated that foliar application of moringa leaf aqueous extract reduced peroxidase activity. The decrease in peroxidase activity might be attributed to moringa oil high antioxidant content of tocopherols, carotenoids, ascorbic acid, flavonoids, and several other phenolic compounds that inhibit peroxidase activity (Thanaa *et al.*, 2017).

Table 2. Effect of pre-harvest treatment with 1.5 % calcium chloride combined with post-harvest treatments of essential oils on fruit quality parameters (firmness, physiological loss in weight, TSS, acidity, ascorbic acid content, reducing sugar % and fruit peroxidase activity) and shelf life of Washington navel

orange fruits stored under room temperature, plodded data of 2019-2020 and 2020-2021 seasons.

Treatment	Firmness (kg/cm <sup>2</sup> )	Fresh weight loss (%)	Total soluble solid (%)	Titrate ble acidity (%)	Ascorbic acid content (mg /100 ml juice)	Reducing sugars (%)	Fruit peroxidase activity (mg protein/min)	Shelf life (days)
Control	11.45 f	19.50 a	20.31 a	0.68 f	57.14 f	8.72 a	75f	10.50 f
Citric acid at 1%	13.67 e	16.62 b	19.00 b	0.72 e	59.44 e	7.12 b	69e	15.60 e
Rosemary oil 4%	17.40 c	8.77 c	18.00 c	0.85 c	63.51 c	5.11 d	50c	27.50 c
Coconut oil 4%	18.60 b	7.33 d	17.60 d	0.88 b	65.62 b	5.50 e	41b	29.50 b
Moringa oil at 4 %	20.11 a	3.23 e	16.70 e	0.98 a	68.31 a	4.07 f	38a	35.33 a
Peppermint oil 4%	16.00 d	8.93 c	18.00 c	0.82 d	61.22 d	6.00 c	58d	25.50 d

Values in the column followed by the same letter(s) are not significantly different at a 5% level of probability.

Table 3. Effect of pre-harvest treatment with 1.5 % calcium chloride combined with post-harvest treatments of essential oils on fruit quality parameters (firmness, physiological loss in weight, TSS, acidity, ascorbic acid content, reducing sugar % and fruit peroxidase activity) and shelf life of guava fruits stored under room temperature, plodded data of 2019-2020 and 2020-2021 seasons.

Treatment	Firmness (kg/cm <sup>2</sup> )	Fresh weight loss (%)	Total soluble solid (%)	Titrate ble acidity (%)	Ascorbic acid content (mg /100 ml juice)	Reducing sugars (%)	Fruit peroxidase activity (mg protein/mi)	Shelf life (days)
Control	3.55 f	26.80 a	15.56 a	0.40 f	168.61 d	10.31 a	197f	2.54 f
Citric acid at 1%	5.33 e	20.32 b	14.66 b	0.45 e	173.51 c	9.00 b	188e	4.70 e
Rosemary oil at 4%	7.00 c	13.51 d	12.00 d	0.49 c	189.81 b	7.11 d	135c	8.44 c
Coconut oil at 4%	8.04 b	11.50 e	11.47 e	0.51 b	190.33 b	6.70 e	122b	8.50 b
Moringa oil at 4%	9.66 a	8.22 f	10.22 f	0.58 a	200.55 a	5.17 f	115a	10.20 a
Peppermint oil at 4%	6.50 d	15.78 c	12.60 c	0.47 d	189.45 b	7.60 c	148d	7.99 d

Values in the column followed by the same letter(s) are not significantly different at a 5% level of probability.

### Conclusions

It can be concluded that the pre-harvest treatment of 1.5% calcium chloride has a higher overall yield and a better positive effect than other treatments on quality parameters (firmness, TSS, acidity, ascorbic acid content and reducing sugar) of Washington navel orange and guava fruits. Moreover, the combination of 1.5% calcium chloride and 4% moringa oil coating effectively maintained Washington navel orange and guava fruits with acceptable sensory quality (weight loss, firmness, TSS, acidity, ascorbic acid content and reducing sugar) for 35.33 and 10.20 days at room temperature, respectively.

## **References**

- Abassi, N.A., Kushad, M.M., and Endress, A.G. (1998). Active oxygen-scavenging enzymes activities in developing apple flowers and fruits. *Scientia Horticulturae*, 74(3), 183-194.
- Abbasi, N.A., Zafar, L., Khan, H.A., Qureshi, A.A. (2013). Effects of naphthalene acetic acid and calcium chloride application on nutrient uptake, growth, yield and postharvest performance of tomato fruit. *Pakistan Journal of Botany*, 45, 1581-1587.
- Abbasi, N.A., Shafique, M., Ali, I., Qureshi, A.A., and Hafiz, I.A. (2020). Pre-harvest foliar application of calcium chloride improves berry quality and storage life of table grape cvs. 'Perlette' and 'kings' s ruby'. *Journal of Pure and applied Agriculture*, 5(2), 104-115.
- Abd El-Razek, E., Abd El-Motty, E.Z., Orabi, S.A., and Abou-Elfotouh, A. (2019). Improving fruit quality of mango fruits cv. Zebda by coating with Moringa and green tea leaves extracts under cold storage. *Middle East Journal of Agriculture Research*, 8(4), 1325-1343.
- Ali, I., Abbasi, N.A., Hafiz, I.A. (2014). Physiological response and quality attributes of peach fruit cv. Florida King as affected by different treatments of calcium chloride, putrescine and salicylic acid. *Pakistan Journal of Agricultural Sciences*, 51(1), 33-39.
- Arnold, K., and Page, A.L. (1986). *Methods of soil analysis*. pt. 1. Physical and mineralogical methods. *Agronomy (USA)*. no. 9.

- Barwal, V.S., Kumar, J., and Khajuria, D.R. (2015). Effect of pre-harvest calcium chloride application time on quality and shelf-life of apple. *Advances in Applied Research*, 7(1), 42-46.
- Bhat, M.Y., Ahsan, H., Banday, F.A., Dar, M.A., Wani, A.I., Hassan, G.I. (2012). Effect of harvest dates, pre harvest calcium sprays and storage period on physico-chemical characteristics of pear cv. Bartlett. *Journal of Agricultural Research and Development*, 2(4), 101-106.
- Chawla, S., Devi, R., and Jain, V. (2018). Changes in physicochemical characteristics of guava fruits due to chitosan and calcium chloride treatments during storage. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*; 7(3), 1035-1044.
- Chen, Z., Ma, Q., Zheng, S., Liu, X., Wu, D., Gu, Q., Wei, Q. (2024). Effect of Pre-Harvest Calcium Treatment on Post-Harvest Fruit Quality of Nanfeng Tangerine. *Horticulturae*, 10(4), 381.
- EL-Alakmy, H.A. (2012). Effect of calcium Application and Wrapping treatments on Fruit Quality of early Grande Peach Trees (*Prunus Persica* L.). *Journal of Applied Sciences Research*, 8(7), 3845-3849.
- El-Dengawy, E.F., M.M. Niamatt-Allah, A.L.I. Wanas and A.M.A. Saima. (2018). Physical and physiological effects of pre-and post-harvest treatments using calcium chloride and jojoba oil on the guava fruits storage. *Journal Plant Production*. 9, 649-655.

- El-Hilali, F., Ait-Oubahou, A., Remah, A., Akhayat, O. (2004). Effect of pre-harvest sprays of Ca and K on quality, peel pitting and peroxidases activity of 'Fortune' mandarin fruit in low temperature storage. *Acta Horticulturae*. 632, 309-315
- Elkeleny, S.S., and Mohamed, A.A. (2023). Effect of some plant extracts on quality, storability ability and some pathogenic fungi during cold storage of husk tomato. *Horticulture Research Journal*, 1(1), 137:150.
- El-Sisy, W.A.A.Z. (2013). Evaluation of some genotypes of guava trees grown under Alexandria governorate condition I. Vegetative growth, flowering and fruit quality. *World Applied Sciences Journal*, 28, 583–595.
- Embuscado, M.E., and Huber, K.C. (2009). Edible films and coatings for food applications (9, p. 169-208). New York, NY, USA, Springer.
- FAOSTAT. 2022. <https://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL>
- Farag, K.M., Haikal, A.M., Attia, S.M. (2012). Effect of some preharvest treatments on quality and ripening of "canino" apricot fruits. *Australian Journal of Basic and Applied Sciences*, 6(7), 518–531.
- Gao, Q., Xiong, T., Li, X., Chen, W., and Zhu, X. (2019). Calcium and calcium sensors in fruit development and ripening. *Scientia Horticulturae*, 253, 412-421.
- Ghorbani, E., Fallahi, E., Bakhshi, D., and Rabiei, B. (2021). Influence of different calcium compounds and fruit development stages on yield, fruit quality and shelf life of Granny Smith apples. *Agricultural Research and Technology*, 25, 141-56.

- Gupta, N., Jawandha, S.K., Gill, P.S. (2011). Effect of calcium on cold storage and post-storage quality of peach. Journal of food science and technology, 48, 225-229.
- Huang, R.H., Liu, J.H., Lu, Y.M., Xia, R.X. (2007). Effect of salicylic acid on the antioxidante system in the pulp of Cara cara navel orange (*Citrus sinensis* L. Osbeck) at different storage temperatures. Postharvest Biology and Technology , 47(2), 168-175.
- Irfan, I., Khan, M.N., Ibrahim, M., Said, B., and Shah, S.Q. (2020). Effect of foliar application of calcium chloride on yield and quality of apple varieties. Pure and Applied Biology, 9(2), 1294-1303.
- Jain, V., Chawla, S., Choudhary, P., Jain, S. (2019). Post-harvest calcium chloride treatments influence fruit firmness, cell wall components and cell wall hydrolyzing enzymes of Ber (*Ziziphus mauritiana* Lamk.) fruits during storage. Journal of food science and technology, 56, 4535-4542.
- Karemera, N.U., and Habimana, S. (2014). Effect of pre-harvest calcium chloride on post-harvest behavior of Mango fruits (*Mangifera indica* L.) cv. Alphonso. Universal Journal of Agricultural Research, 2(3), 119-125.
- Kaur, P. (2017). Packaging influences antioxidants and antioxidative enzyme activities of tomato during storage under refrigerated conditions. Chemical Science Review and Letters. 6, 1998.
- Kirmani, S.N., Wani, G.M., Wani, M.S., Ghani, M.Y., Abid, M., Muzamil, S., Raja, H., Malik, A.R. (2013). Effect of preharvest application of calcium chloride, gibberellic acid

and naphthalenic acetic acid on storage of plum (*Prunus salicina* L.) cv. Santa Rosa under ambient storage conditions. African Journal of Agricultural Research, 8(9), 812–818.

Kubheka, S.F., Tesfay, S.Z., Mditshwa, A., and Magwaza, L.S. (2020). Evaluating the efficacy of edible coatings incorporated with moringa leaf extract on postharvest of ‘Maluma’ avocado fruit quality and its biofungicidal effect. HortScience, 55(4), 410-415.

Lam, H.H., Dinh, T.H., and Dang-Bao, T. (2021). Quantification of total sugars and reducing sugars of dragon fruit-derived sugar-samples by UV-Vis spectrophotometric method. In IOP Conference Series Earth and Environmental Science 947(1):012041.

Liaquat, M., Ahmad, S., Khan, A.S., Ahmed, R. (2019). Reduction in fruit rot and enhancement in fruit quality of Kinnow mandarin by calcium chloride application. Pakistan Journal of Agricultural Sciences, 56(2), 367–376.

Lima, M.A.C., Silva, S.M. and Oliveira, V.R. (2018). Uumbu – *Spondias tuberosa*. Exotic Fruits. 1:427-433.

Lobos, T.E., Retamales, J.B., and Hanson, E.J. (2021). Early preharvest calcium sprays improve postharvest fruit quality in ‘Liberty’ highbush blueberries. Scientia Horticulturae, 277, 109790.

Manganaris, G.A., Vasilakakis, M., Mignani, I., Diamantidis, G., and Tzavella-Klonari, K. (2005). The effect of preharvest calcium sprays on quality attributes, physicochemical aspects of cell wall components and susceptibility to brown

- rot of peach fruits (*Prunus persica* L. cv. Andross). *Scientia Horticulturae*, 107(1), 43-50.
- Marschner, H. (Ed.). (2011). *Marschner's mineral nutrition of higher plants*. Academic press.
- Ministry of Agriculture and Land Reclamation, Economic Affairs Sector. (2022). *Agricultural Economics Bulletins*, 2<sup>nd</sup>, p. 382.
- Modesto, J.H., Souza, J.M.A., Ferraz, R.A., Silva, M.D.S., Leonel, M., Leonel, S. (2020). Physical and chemical characterization and bioactive compounds from blackberry under calcium chloride application. *Acta Scientiarum. Agronomy*, 42, e42449.
- Page, A.L. (Ed.). (1982). *Methods of soil analysis. Part 2. Chemical and microbiological properties* (p. 1159).
- Peng, J., Du, J., Ma, W., Chen, T., Shui, X., Liao, H., Zhou, K. (2022). Transcriptome Analysis on the Underlying Physiological Mechanism of Calcium and Magnesium Resolving "Sugar Receding" in 'Feizixiao' Litchi Pulp. *Horticulturae*, 8(12), 1197.
- Ramezani, A., Rahemi, M., Maftoun, M., Bahman, K., Eshghi, S., Safizadeh, M. R., Tavallali, V. (2010). The ameliorative effects of spermidine and calcium chloride on chilling injury in pomegranate fruits after long-term storage. *Fruits*, 65(3), 169-178.
- Ranjbar, S., Rahem, and Ramezani A. (2018). Comparison of nano-calcium and calcium chloride spray on postharvest quality and cell wall enzymes activity in apple cv. Red Delicious. *Scientia Horticulturae*, 240, 57-64.

- Shiri, M.A., Ghasemnezhad, M., Fatahi, M.J., Ebrahimi, R. (2016). Efficiency of  $\text{CaCl}_2$  spray at different fruit development stages on the fruit mineral nutrient accumulation in cv. Hayward kiwifruit. *Journal of Elementology*, 21(1), 195-209.
- Silva, S., Sousa, A.P., Gomes, J., Andrade, R., Lima, G., Siqueira, E., Silva, W., Silva, C.S, Filho, F., Campos, A.R. (2021). Postharvest conservation of Tommy atkins mango fruits during storage using *Moringa oleifera* oil-based coating. *Australian Journal of Crop Science*, 15, 278–283.
- Singh, V., Pandey, G., Sarolia, D.K., Kaushik, R.A., and Gora, J.S. (2017). Influence of pre harvest application of calcium on shelf life and fruit quality of mango (*Mangifera indica* L.) cultivars. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*, 6(4), 1366-1372.
- Sivakumar, D., and Bautista-Baños, S. (2014). A review on the use of essential oils for postharvest decay control and maintenance of fruit quality during storage. *Crop Protection*, 64, 27-37.
- Taduri, M., Reddy, N.N., Lakshmi, J., and Joshi, V. (2017). Effect of pre-harvest treatments on shelf life and quality of mango CV. Amrapali. *The Pharma Innovation Journal*, 6(7), 54-59.
- Tejashvini, A., Thippeshappa, G.N., and Adivappar, N. (2018). Growth and yield attribute as influenced by calcium foliar nutrition under poly-house condition. *International Journal of Pure and Applied Bioscience*, 6, 952-957.

- Tesfay, S.Z., and Magwaza, L.S., 2017. Evaluating the efficacy of moringa leaf extract, chitosan and carboxymethyl cellulose as edible coatings for enhancing quality and extending postharvest life of avocado (*Persea americana* Mill.) fruit. Food Packaging and Shelf Life 11, 40-48.
- Thanaa, S.H.M., Kassim, N.E., Abou Rayya, M.S., and Abdalla, A.M. (2017). Influence of foliar application with moringa (*Moringa oleifera* L.) leaf extract on yield and fruit quality of Hollywood plum cultivar. Journal of Horticulture. 4, 193.
- Wahdan, M.T., Habib, S.E., Bassal, M.A., Qaoud, E.M. (2011). Effect of some chemicals on growth, fruiting, yield and fruit quality of "Succary Abiad" mango. Journal of Horticulture Science., 7(2), 651-658.
- Waling, I., VanVark, W., Houba, V.J.G., Vanderlee, J.J. (1989). Soil and Plant Analysis, A series of syllabi. Part 7. Plant Analysis Procedures. Wageningen Agriculture University, Netherland, p. 712-717.
- Zhang, S.W., Yang, W.H., Muneer, M.A., Ji, Z.J., Tong, L., Zhang, X., Li, X.X., Wang, W.Q., Zhang, F.S., Wu, L.Q. (2021). Integrated use of lime with Mg fertilizer significantly improves the pomelo yield, quality, economic returns and soil physicochemical properties under acidic soil of southern China. Scientia Horticulturae. 290, 110502.



## **The Role of Biomarkers in Monitoring Liver Disease Progression: Insights into AFP, and P53**

دور المؤشرات الحيوية في مراقبة تطور أمراض الكبد: رؤى حول AFP و P53

By

**Naglaa M. Hamdy<sup>1,4</sup>, Essam Z. El Sayed<sup>2,4</sup>, Sahar A. Allam<sup>3,4</sup>**

1. Natural Products Unit, Medicinal and Aromatic Department, Desert Research Center, Cairo, Egypt.
2. Agro-Industrialization Unit, Department of Plant Production, Desert Research Center, Cairo, Egypt.
3. Infectious Disease Unit, Animal and Poultry Health Department, Animal and Poultry Production Division, Desert Research Center, Cairo, Egypt.
4. Technology Incubator for Nano Agricultural Applications, Desert Research Center, Cairo, Egypt.

***Doi: 10.21608/asajs.2025.419031***

استلام البحث : ٢٠٢٥/١/١٩

قبول النشر : ٢٠٢٥/١/٣١

Hamdy, Naglaa M. & El Sayed, Essam Z. & Allam, Sahar A. (2025).The Role of Biomarkers in Monitoring Liver Disease Progression: Insights into AFP, and P53, Syria. ***The Arab Journal of Agricultural Sciences***, Arab Institute for Education, Science and Arts, Egypt, 8 (26), 89 -104.

<http://asajs.journals.ekb.eg>

## The Role of Biomarkers in Monitoring Liver Disease Progression: Insights into AFP, and P53

### Abstract

Non-alcoholic fatty liver disease (NAFLD) is a growing global health concern, often progressing to hepatocellular carcinoma (HCC), a leading cause of liver cancer. This research investigates the relationship between NAFLD and HCC in HepG2 cells and the roles of p53 and alpha-fetoprotein (AFP) in these processes. The study investigated that the inactivation of p53 (NAFLD =  $22.5 \pm 2.02$ U/ml, HCC =  $55 \pm 2.21$ U/ml) contributes to the progression of NAFLD to HCC, and that elevated AFP levels (NAFLD =  $13 \pm 1.17$ ng/ml, HCC =  $\pm 1.2$ ng/ml) serve as both a biomarker and a contributor to liver carcinogenesis ( $p$ -value < 0.5). The findings highlight that the elevated values of AFP, but not of P53, may help in understanding the transformation in the context of NAFLD and liver cancer.

**Keyword:** Non-Alcoholic Fatty Liver Disease, Hepatocellular Carcinoma, AFP, P53

### المستخلص

يعد مرض الكبد الدهني غير الكحولي (NAFLD) مصدر قلق صحي عالمي متزايد، وغالبًا ما يتطور إلى سرطان الخلايا الكبدية (HCC)، وهو السبب الرئيسي لسرطان الكبد. يبحث هذا العمل في العلاقة بين NAFLD و HCC في خلايا HepG2 ودور p53 والبروتين الجنيني ألفا (AFP) في هذه العمليات. أوضحت الدراسة في أن تعطيل نشاط (p53 NAFLD =  $22.5 \pm 2.02$ U/ml، وأن ارتفاع مستويات AFP (NAFLD =  $13 \pm 1.17$ ng/ml، HCC =  $\pm 1.2$ ng/ml) بمثابة علامة حيوية ومساهم في تسرطن الكبد ( $p$ -value < 0.5). تسلط النتائج الضوء على أن القيم المرتفعة لـ AFP، ولكن ليس لـ P53، قد تساعد في فهم التحول حالات NAFLD إلى سرطان الكبد.

## **Introduction**

Non-alcoholic fatty liver disease (NAFLD) is a multifactorial disorder that has emerged as a global health concern. It is characterized by the accumulation of fat in liver cells in individuals who consume little to no alcohol (Younossi et al., 2016). NAFLD ranges from simple steatosis to non-alcoholic steatohepatitis (NASH), which involves liver inflammation and injury and can progress to advanced stages such as fibrosis, cirrhosis, and ultimately hepatocellular carcinoma (HCC) (Loomba & Sanyal, 2013). The transition from NAFLD to HCC is a gradual process that involves various molecular mechanisms, including oxidative stress, inflammation, and genetic mutations.

Hepatocellular carcinoma (HCC) is the most common form of primary liver cancer and is often associated with chronic liver diseases, including NAFLD, hepatitis B and C infections, and alcohol-induced liver disease. HCC is characterized by uncontrolled cell proliferation, evasion of apoptosis, and alterations in cellular metabolism (Llovet et al., 2003). HepG2 cells, a human hepatoma cell line, are frequently used to study liver diseases and carcinogenesis in vitro. These cells retain many features of normal hepatocytes and can be manipulated to mimic various stages of liver disease, making them an ideal model for studying NAFLD and HCC progression.

p53 is a tumor suppressor protein that plays a key role in maintaining cellular integrity by regulating the cell cycle, promoting DNA repair, and inducing apoptosis in response to cellular stress (Levine, 1997). Mutations or inactivation of p53 are common in many cancers, including liver cancer, and are often associated with poor prognosis and resistance to therapy. In the context of liver disease, p53 dysfunction allows the survival

of damaged hepatocytes, contributing to the development of HCC.

Alpha-fetoprotein (AFP) is a glycoprotein synthesized primarily by the fetal liver, yolk sac, and gastrointestinal tract during fetal development. In adults, AFP levels are typically low, but elevated AFP is often observed in patients with liver cancer, especially HCC (Llovet et al., 2003). AFP is used as a biomarker for diagnosing HCC and monitoring treatment response. Elevated AFP levels are correlated with tumor size, stage, and prognosis, making it a valuable marker for assessing the progression of HCC. This study aims to explore the relationship between NAFLD and HCC in HepG2 cells, focusing on the roles of p53 and AFP

## **Methodology**

### **1. Cell Culture MTT-assay**

HepG2 cells were obtained from the American Type Culture Collection (ATCC) and cultured in Dulbecco's Modified Eagle Medium (DMEM) supplemented with 10% fetal bovine serum (FBS) and 1% penicillin-streptomycin. Cells were maintained in a humidified incubator at 37°C with 5% CO<sub>2</sub>. The cells were seeded in 6-well plates at a density of  $1 \times 10^5$  cells/well, and repeated into 3 groups [NC: normal control, NAFLD, HCC]. For treatments, cells were incubated for 48-72 hours to allow for the induction of NAFLD or HCC (Jiang et al., 2015).

### **2. Induction of NAFLD in HepG2 Cells**

To induce -like conditions in HepG2 cells, a mixture of fatty acids was added to the culture medium. These fatty acids were prepared by dissolving palmitate and oleate in ethanol and then adding the mixture to the medium to a final concentration of 0.4 mM. After 48-72 hours of treatment, lipid accumulation in the hepatocytes was assessed using Oil Red O staining, which

detects intracellular lipid droplets (Feng et al., 2018). Additionally, triglyceride levels were measured to quantify fat accumulation in the cells.

### **3. HCC Induction in HepG2 Cells**

To induce HCC in HepG2 cells, we exposed the cells to oxidative stress agents such as hydrogen peroxide (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>) or aflatoxin B1, both of which have been shown to promote DNA damage, inflammation, and carcinogenesis (Chang et al., 2019). The cells were treated with 200 µM H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> or 1 µM aflatoxin B1 for 48 hours, followed by assessments of cell morphology, proliferation, and the induction of cancer-related markers.

#### **4. P53 and AFP Analysis**

Both P53 and AFP levels were measured using enzyme-linked immunosorbent assay (ELISA) Kits [(**Bender Med Systems**, 2021) for **P53 protein**, (**COAT-A-COUNT**, 2021) for **AFP**].

#### **5. Statistical Analysis**

Statistical analysis was performed using (ANOVA) test two factors with replicates. A *p-value* of < 0.05 was considered statistically significant( Zar, 2010).

#### **Results & Discussion**

The data from the results of **P53** and **AFP** levels across the three groups: **NC** (Normal Control), **NAFLD** (Non-Alcoholic Fatty Liver Disease), and **HCC** (Hepatocellular Carcinoma), provide important insights into the role of these markers in liver disease progression and carcinogenesis.

The **P53** protein plays a critical role in maintaining cellular integrity by regulating the cell cycle and inducing apoptosis in response to DNA damage or cellular stress (Basu et al., 2020). As observed in the current study, **P53** levels show a progressive increase from the NC group (13.3 U/ml) to NAFLD (22.5 U/ml), and a significant rise in the HCC group (55 U/ml).

The moderate increase in **P53** levels in the NAFLD group may be attributed to the stress caused by lipid accumulation in liver cells. **NAFLD** is associated with oxidative stress, inflammation, and hepatocyte injury (Sanyal et al., 2015). The increase in **P53** suggests a cellular response to this damage. This finding is consistent with studies indicating that **P53** may act as a cellular defense mechanism in response to metabolic stress and liver injury (Ding et al., 2017).

The marked increase in **P53** levels in the HCC group is consistent with the tumor-suppressive role of **P53** in cancer. In many cancers, including liver cancer, **P53** mutations or alterations in its expression are common (Hussain et al., 2021). These alterations can lead to disrupted cell cycle regulation, increased genomic instability, and resistance to apoptosis, all of which contribute to cancer progression. The high levels of **P53** in HCC may thus reflect the presence of genomic instability and the transformation of normal cells to cancerous ones. Several studies have reported that **P53** mutations are among the most frequent genetic alterations in HCC (Li et al., 2020). The progressive increase in **P53** levels from NC to NAFLD to HCC supports the concept that **P53** could serve as a biomarker for the early detection and monitoring of liver disease progression. As **P53** levels increase in response to both cellular stress in early-stage liver disease and genetic alterations in cancer, it may have diagnostic and prognostic value in the context of NAFLD and HCC.

**AFP** is a well-established biomarker for liver malignancies, particularly hepatocellular carcinoma (HCC). In healthy individuals, **AFP** levels are typically low (Liu et al., 2018). In this study, **AFP** levels were low in the NC group (3 ng/ml), which is consistent with normal liver function. However, an increase in **AFP** levels was observed in both the NAFLD and

HCC groups. The mild rise in **AFP** levels in the NAFLD group (13 ng/ml) is indicative of liver dysfunction or injury. Although **AFP** is not typically elevated in the early stages of NAFLD, some studies suggest that **AFP** can be a marker for liver inflammation and early liver damage (Cai et al., 2019). It has been proposed that **AFP** could be elevated even in the absence of a malignancy in chronic liver diseases, including NAFLD, due to hepatocyte turnover and inflammation (Kishimoto et al., 2020).

In the HCC group, **AFP** levels further increased to 15 ng/ml. **AFP** is widely recognized as a tumor marker for HCC, and its elevated levels are often associated with poor prognosis and advanced disease stages (Shin et al., 2017). Elevated **AFP** levels in HCC are primarily due to the secretion of **AFP** by cancerous liver cells, which have aberrant functions. The role of **AFP** as a diagnostic tool in HCC has been well-documented, though it is not actually specific, as levels can also be elevated in other liver diseases (Bruix et al., 2014). The gradual increase in **AFP** levels from **NC** to **NAFLD** to **HCC** suggests that **AFP** can be a potential biomarker for tracking liver disease progression. While **AFP** is more commonly used as a biomarker for HCC, its levels can also provide useful information about liver dysfunction and potential malignancy in patients with NAFLD (Padrão et al., 2018). Thus, monitoring **AFP** levels in patients with NAFLD may help identify those at risk of developing HCC.

Both **P53** and **AFP** have shown to be potential biomarkers for monitoring liver disease progression, from non-alcoholic fatty liver disease (NAFLD) to hepatocellular carcinoma (HCC). The progressive increase in both markers suggests that they could play complementary roles in detecting early liver damage and identifying patients at risk for developing HCC. **P53** may serve as an early indicator of cellular stress or genomic instability, which could be relevant for the monitoring

of NAFLD and its progression to HCC. Given its involvement in regulating the cell cycle and response to DNA damage, **P53** could also aid in assessing the risk of malignancy in liver diseases. **AFP** continues to be a reliable marker for HCC diagnosis and monitoring. Its gradual rise in both NAFLD and HCC suggests that it could be used for early detection of liver malignancy in high-risk populations, especially when combined with other diagnostic tools such as imaging.

**Table 1: Alpha-fetoprotein (AFP) and p53 concentration among the NAFLD and HCC on Hepg2 cells.**

Case Marker	NC	NAFLD*	HCC*
<b>P53 U/ml</b> (normal 5 to 25)	<b>13.3 ±1.92</b>	<b>22.5 ±2.02</b>	<b>55 ±2.21</b>
<b>AFP ng/ml</b> (Normal 1-10)	<b>3 ± 0.91</b>	<b>13 ±1.17</b>	<b>15 ±1.2</b>

NC: normal control, NAFLD: Non-alcoholic fatty liver disease, HCC: Hepatocellular carcinoma, AFP: alpha fetoprotein. ANOVA Two factors with replicates. \*The *p*-value for P53 is less than 0.05, it has a significant effect on both NAFLD and HCC . Similarly, the *p*-value for AFP is less than 0.05, it has a significant effect on both cases. Interaction Effect: the *p*-value for the interaction term (P53\*AFP) in both cases (NAFLD and HCC) revealed that the *p*-value is less than 0.05, it indicates a significant interaction between P53 and AFP. This means the effect of one factor depends on the level of the other factor.

Importance of Nutrition in Preventing the Progression of Non-Alcoholic Fatty Liver Disease (NAFLD) to Hepatocellular Carcinoma (HCC)

Nutrition plays a pivotal role in the management of Non-Alcoholic Fatty Liver Disease (NAFLD) and its potential progression to more severe conditions, including Hepatocellular Carcinoma (HCC). NAFLD is a spectrum of liver conditions ranging from simple steatosis (fatty liver) to non-alcoholic steatohepatitis (NASH), which can further progress to fibrosis, cirrhosis, and ultimately liver cancer (HCC) (Younossi et al., 2016). Proper nutrition can help mitigate the factors that contribute to the progression of NAFLD and HCC by addressing underlying metabolic disturbances such as obesity, insulin resistance, and inflammation.

A healthy, balanced diet is essential for managing and preventing the progression of NAFLD. The primary aim is to reduce liver fat accumulation, control body weight, and improve insulin sensitivity. A diet rich in antioxidants, healthy fats, and fiber, such as the Mediterranean diet, has been shown to reduce liver fat and inflammation, key factors in preventing the progression from simple steatosis to NASH (Musso et al., 2010). Reducing the intake of saturated fats, refined sugars, and processed foods is crucial as these can exacerbate liver inflammation, insulin resistance, and oxidative stress, all of which contribute to the development of NAFLD and its subsequent progression to HCC (Bellentani & Marino, 2009). Additionally, the intake of certain nutrients such as vitamin E and omega-3 fatty acids has been associated with improvements in liver function and a reduction in liver fat (Chalasani et al., 2012).

Obesity is one of the major risk factors for the development and progression of NAFLD, with insulin resistance being a key contributor to hepatic fat accumulation (Cusi, 2016). Excess visceral fat, which is more metabolically active, can lead to increased fatty acid release into the liver, promoting

lipotoxicity and triggering inflammatory responses (Friedman, 2008). Therefore, adopting a weight loss strategy through dietary modifications, coupled with physical activity, is crucial in managing NAFLD. Weight reduction of as little as 5-10% has been shown to significantly improve liver histology and reduce the risk of progression to cirrhosis and HCC (Van der Poorten et al., 2008).

Chronic oxidative stress and inflammation are central to the progression of NAFLD to NASH and ultimately to HCC. A diet rich in antioxidants, such as those found in fruits, vegetables, and whole grains, can help reduce oxidative stress in the liver and limit the inflammatory pathways that contribute to liver damage (De Bie et al., 2016). Polyphenols, found in foods such as green tea and berries, have demonstrated anti-inflammatory and antioxidant properties that may help protect the liver from carcinogenic damage (Basu et al., 2017). Furthermore, reducing the intake of pro-inflammatory foods, such as trans fats and processed meats, may help in reducing liver inflammation, thereby lowering the risk of liver fibrosis and cancer development (Gaggini et al., 2018).

Certain nutrients have shown promise in the prevention of liver cancer in the context of NAFLD. Vitamin D, for instance, has been shown to exhibit anti-cancer effects, with low levels of vitamin D being associated with an increased risk of HCC (Wang et al., 2016). Omega-3 fatty acids, found in fatty fish and flaxseeds, also exhibit anti-inflammatory properties and have been associated with improved liver function in individuals with NAFLD (Mori et al., 2017).

Conclusion:

The findings in this study highlight the potential utility of **P53** and **AFP** as biomarkers for liver disease progression, particularly in the context of NAFLD and HCC. The increasing

levels of both markers from **NC** to **NAFLD** to **HCC** underscore their role in reflecting the stages of liver disease and the transition from benign liver conditions to cancer. Future studies are needed to further validate the diagnostic and prognostic value of **P53** and **AFP**, particularly in the early detection of HCC in patients with chronic liver diseases. Nutrition plays a vital role in managing and preventing the progression of NAFLD to more severe conditions like HCC. By focusing on a healthy, balanced diet, addressing obesity and insulin resistance, and reducing oxidative stress and inflammation, it is possible to slow the progression of liver disease and reduce the risk of liver cancer. Continued research into the role of specific nutrients and dietary patterns in liver health is necessary to better understand the mechanisms by which nutrition can prevent NAFLD progression and protect against liver cancer.

## References

- Basu, A., Rhone, M., & Rhone, M. (2017). Berries and liver health: The role of polyphenols in non-alcoholic fatty liver disease. *Antioxidants*, 6(4), 1-10.  
<https://doi.org/10.3390/antiox6040102>
- Basu, A., S. Kumar, et al. (2020). "Role of p53 in cancer pathogenesis and its therapeutic significance." *Journal of Cancer Research*, 38(1): 1-12.
- Bellentani, S., & Marino, M. (2009). Epidemiology of non-alcoholic fatty liver disease. *Digestive and Liver Disease*, 41(9), 619-625. <https://doi.org/10.1016/j.dld.2009.06.029>
- Bender Med Systems. (2021). *p53 ELISA Kit* [Online]. Available from: <https://www.bendermedsystems.com>
- Bruix, J., et al. (2014). "Alpha-fetoprotein in hepatocellular carcinoma: diagnostic and prognostic value." *Hepatology*, 60(3): 833-841.
- Cai, J., et al. (2019). "Elevated serum AFP levels as a diagnostic and prognostic biomarker in non-alcoholic fatty liver disease." *Journal of Hepatology*, 70(4): 751-758.
- Chalasani, N., Younossi, Z., Lavine, J. E., et al. (2012). The diagnosis and management of non-alcoholic fatty liver disease: Practice guidance from the American Association for the Study of Liver Diseases. *Hepatology*, 55(6), 2005-2023. <https://doi.org/10.1002/hep.25762>
- Chang, L. L., et al. (2019). *Oxidative stress-induced liver carcinogenesis in HepG2 cells: A model for studying the molecular mechanisms of HCC*. *International Journal of Molecular Sciences*, 20(24), 6160.

- <https://doi.org/10.3390/ijms20246160>  
COAT-A-COUNT. (2021). *AFP ELISA Kit* [Online]. Available from: <https://www.coat-a-count.com/>
- Cusi, K. (2016). The metabolic basis of non-alcoholic fatty liver disease and non-alcoholic steatohepatitis in type 2 diabetes and obesity. *Nature Reviews Endocrinology*, 12(11), 635-646. <https://doi.org/10.1038/nrendo.2016.116>
- De Bie, J., et al. (2016). Antioxidant-rich food and prevention of liver inflammation and oxidative stress. *Nutrients*, 8(12), 727. <https://doi.org/10.3390/nu8120727>
- Ding, Z., et al. (2017). "p53 and its role in liver diseases: molecular insights and clinical perspectives." *Hepatology International*, 11(4): 492-505.
- Feng, Y., et al. (2018). *Induction of NAFLD-like conditions in HepG2 cells using fatty acid mixtures: A method for studying lipid accumulation and steatosis. Biochemical and Biophysical Research Communications*, 495(4), 2130-2136. <https://doi.org/10.1016/j.bbrc.2017.12.097>
- Friedman, S. L. (2008). Liver fibrosis – from bench to bedside. *Journal of Hepatology*, 48(1), S16-S24. <https://doi.org/10.1016/j.jhep.2007.10.024>
- Gaggini, M., et al. (2018). The role of diet in the management of NAFLD and NASH: Current status and future perspectives. *Expert Review of Gastroenterology & Hepatology*, 12(4), 311-323. <https://doi.org/10.1080/17474124.2018.1457419>
- Hussain, S. P., et al. (2021). "p53 mutations and their role in human cancer." *Clinical Cancer Research*, 27(7): 2063-2074.



Jiang, H., Yu, L., & Zhang, Y. (2015). *The culture and characterization of HepG2 cells. Journal of Hepatology Research*, 23(2), 89-95.

<https://doi.org/10.1016/j.jhep.2015.01.015>

Kishimoto, T., et al. (2020). "Alpha-fetoprotein as a marker of liver fibrosis in NAFLD." *Liver International*, 40(9): 2212-2222.

Levine, A. J. (1997). *p53, the cellular gatekeeper for growth and division. Cell*, 88(3), 323-331.

[https://doi.org/10.1016/S0092-8674\(00\)81871-1](https://doi.org/10.1016/S0092-8674(00)81871-1)

Li, X., et al. (2020). "p53 mutations and their clinical implications in hepatocellular carcinoma." *Hepatology Research*, 50(4): 374-386.

Liu, Z., et al. (2018). "Serum AFP as a diagnostic and prognostic biomarker in liver disease." *Journal of Clinical Gastroenterology*, 52(2): 143-149.

Llovet, J. M., Bruix, J., & Sherman, M. (2003). *Hepatocellular carcinoma: Current management and future directions. Hepatology*, 38(2), 537-547.

<https://doi.org/10.1056/NEJMra020267>

Loomba, R., & Sanyal, A. J. (2013). *The global NAFLD epidemic. Nature Reviews Gastroenterology & Hepatology*, 10(11), 686-690. <https://doi.org/10.1038/nrgastro.2013.171>

Mori, T. A., et al. (2017). Omega-3 fatty acids and the prevention of non-alcoholic fatty liver disease: Mechanisms of action. *Nutrients*, 9(7), 754.

<https://doi.org/10.3390/nu9070754>

- Musso, G., Gambino, R., & Cassader, M. (2010). Dietary patterns and non-alcoholic fatty liver disease: Pathophysiological insights and therapeutic opportunities. *Current Diabetes Reviews*, 6(2), 100-107.  
<https://doi.org/10.2174/157339910791247279>
- Padrão, R., et al. (2018). "Alpha-fetoprotein: a review of its diagnostic and prognostic role in hepatocellular carcinoma." *Hepatic Medicine: Evidence and Research*, 10: 1-10.
- Sanyal, A. J., et al. (2015). "Non-alcoholic fatty liver disease: an agenda for clinical research." *Hepatology*, 61(5): 1406-1412.
- Shin, H. W., et al. (2017). "Diagnostic and prognostic significance of AFP in hepatocellular carcinoma." *Journal of Gastroenterology and Hepatology*, 32(1): 4-12.
- Van der Poorten, D., et al. (2008). Obesity and insulin resistance are associated with non-alcoholic fatty liver disease in patients with type 2 diabetes mellitus. *Journal of Hepatology*, 48(5), 805-813.  
<https://doi.org/10.1016/j.jhep.2008.01.016>
- Wang, Y., et al. (2016). Vitamin D deficiency is associated with increased risk of hepatocellular carcinoma in patients with chronic liver disease. *Journal of Clinical Gastroenterology*, 50(5), 400-406.  
<https://doi.org/10.1097/MCG.0000000000000614>
- Younossi, Z. M., Anstee, Q. M., Marietti, M., et al. (2016). *Non-alcoholic fatty liver disease: A global public health perspective. Journal of Hepatology*, 64(1), 211-223.

<https://doi.org/10.1016/j.jhep.2015.10.033>

Younossi, Z. M., et al. (2016). Non-alcoholic fatty liver disease: A global public health perspective. *Journal of Hepatology*, 64(1), 211-223. <https://doi.org/10.1016/j.jhep.2015.10.033>

Zar, J. H. (2010). *Biostatistical Analysis* (5th ed.). Pearson Education. ISBN: 978-0323243453.



## **Hydrological Studies on the ground water in Aljeffara western plain**

دراسات هيدرولوجية على المياه الجوفية في سهل الجفارة الغربي

By

**Abdulsalam Mohammed Abdulsalam**

**Alansary Refat Elkhoully**

Department of biology faculty of science – Regdalin, Sabratha University,  
Libya

***Doi: 10.21608/asajs.2025.419032***

استلام البحث : ٢٠٢٥/١/١٩

قبول النشر : ٢٠٢٥/١/٣١

Abdulsalam, Abdulsalam Mohammed & Elkhoully, Alansary Refat (2025). Hydrological Studies on the ground water in Aljeffara western plain. *The Arab Journal of Agricultural Sciences*, Arab Institute for Education, Science and Arts, Egypt, 8 (26), 105 -126.

<http://asajs.journals.ekb.eg>

## Hydrological Studies on the ground water in Aljeffara western plain

### Abstract

Groundwater constitutes one of the paramount natural resources, playing a critical role in human health and overall well-being, as well as in sustainable development. An essential aspect to consider is that Libya exhibits a considerable reliance on groundwater, which constitutes over 97% of the total water utilized. Furthermore, this resource is employed across a diverse array of domestic, industrial, and agricultural activities. The current study seeks to assess the chemical constituents of groundwater and their interrelationships with five examined parameters, namely water level, elevation above sea level, productivity in cubic meters per hour, age, and depth. Additionally, the pollution index (Pi) was computed as part of the analysis. Groundwater samples were collected in one-liter plastic containers, which had been meticulously rinsed with tap water followed by a rinse with distilled water. The laboratory specimens were subsequently transported to the laboratory in insulated iceboxes and maintained at 4°C until analysis could be conducted. An evaluation of the chemical constituents in groundwater designated for drinking and irrigation purposes in the Aljeffara western plain, located 80 kilometers west of Tripoli, was conducted. Samples were procured from 62 wells that provide drinking and irrigation water to the local population. The physical and chemical properties were analyzed across 19 parameters: Na<sup>+</sup>, K<sup>+</sup>, Cl<sup>-</sup>, HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>, NO<sub>2</sub><sup>-</sup>, NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, NH<sub>4</sub><sup>+</sup>, SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>, Ca<sup>2+</sup>, Mg<sup>2+</sup>, temperature (°C), pH, total dissolved solids (TDS), electrical conductivity (EC), total hardness (TH), alkalinity, CO<sub>2</sub>, PO<sub>4</sub><sup>3-</sup>, and turbidity. The findings indicated that six of the examined parameters exhibited negative correlation coefficients with depth (HCO<sub>3</sub>, NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, temperature (°C), alkalinity, and

PO<sub>4</sub><sup>2+</sup>). Conversely, five parameters demonstrated positive correlation coefficients with well age (HCO<sub>3</sub>, NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, temperature (°C), pH, and alkalinity). Moreover, nine parameters showed a positive correlation coefficient with well productivity in cubic meters per hour (HCO<sub>3</sub>, NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, NH<sub>4</sub><sup>+</sup>, SO<sub>4</sub><sup>--</sup>, temperature (°C), pH, EC, alkalinity, and PO<sub>4</sub><sup>2+</sup>). Five parameters were positively correlated with the elevation of the well above sea level (NH<sub>4</sub><sup>+</sup>, Ca<sup>2+</sup>, Mg<sup>2+</sup>, pH, CO<sub>2</sub>, and turbidity). Additionally, three parameters displayed positive correlation coefficients with the water level (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>), temperature (°C), and pH. The parameters pH, HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>, NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, and NH<sub>4</sub><sup>+</sup> exhibited an acceptable pollution index (Pi), with respective Pi values of 0.987, 0.612, 0.209, 0.0502, and 0.755. In contrast, the Pi value for total hardness (CaCO<sub>3</sub>) was deemed extremely unacceptable, recording a value of 37.83, while total dissolved solids (TDS) were associated with a significantly high Pi value of 7.448.

An evaluation of the chemical constituents in groundwater designated for drinking and irrigation purposes in the Aljeffara western plain, located 80 kilometers west of Tripoli, was conducted. Samples were procured from 62 wells that provide drinking and irrigation water to the local population. The physical and chemical properties were analyzed across 19 parameters: Na<sup>+</sup>, K<sup>+</sup>, Cl<sup>-</sup>, HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>, NO<sub>2</sub><sup>-</sup>, NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, NH<sub>4</sub><sup>+</sup>, SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>, Ca<sup>2+</sup>, Mg<sup>2+</sup>, temperature (°C), pH, total dissolved solids (TDS), electrical conductivity (EC), total hardness (TH), alkalinity, CO<sub>2</sub>, PO<sub>4</sub><sup>3-</sup>, and turbidity. The findings indicated that six of the examined parameters exhibited negative correlation coefficients with depth (HCO<sub>3</sub>, NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, temperature (°C), alkalinity, and PO<sub>4</sub><sup>2+</sup>). Conversely, five parameters demonstrated positive correlation coefficients with well age (HCO<sub>3</sub>, NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, temperature (°C), pH, and alkalinity). Moreover, nine parameters showed a positive correlation coefficient with well productivity in cubic

meters per hour ( $\text{HCO}_3^-$ ,  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{SO}_4^{--}$ , temperature ( $^\circ\text{C}$ ), pH, EC, alkalinity, and  $\text{PO}_4^{2+}$ ). Five parameters were positively correlated with the elevation of the well above sea level ( $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ , pH,  $\text{CO}_2$ , and turbidity). Additionally, three parameters displayed positive correlation coefficients with the water level ( $\text{NO}_3^-$ ), temperature ( $^\circ\text{C}$ ), and pH. The parameters pH,  $\text{HCO}_3^-$ ,  $\text{NO}_3^-$ , and  $\text{NH}_4^+$  exhibited an acceptable pollution index (Pi), with respective Pi values of 0.987, 0.612, 0.209, 0.0502, and 0.755. In contrast, the Pi value for total hardness ( $\text{CaCO}_3$ ) was deemed extremely unacceptable, recording a value of 37.83, while total dissolved solids (TDS) were associated with a significantly high Pi value of 7.448.

**Key words:** well age – well depth - productivity– Aljeffara western plain

#### المستخلص:

تشكل المياه الجوفية أحد أهم الموارد الطبيعية، حيث تلعب دورًا حاسمًا في صحة الإنسان ورفاهيته بشكل عام، وكذلك في التنمية المستدامة. أحد الجوانب الأساسية التي يجب مراعاتها هو أن ليبيا تظهر اعتماداً كبيراً على المياه الجوفية، والتي تشكل أكثر من ٩٧% من إجمالي المياه المستخدمة. علاوة على ذلك، يتم استخدام هذا المورد عبر مجموعة متنوعة من الأنشطة المنزلية والصناعية والزراعية. تسعى الدراسة الحالية إلى تقييم المكونات الكيميائية للمياه الجوفية وعلاقتها المتبادلة مع خمسة عوامل تم فحصها، وهي منسوب المياه، الارتفاع عن سطح البحر، الإنتاجية بالمتري المكعب في الساعة، العمر، والعمق. بالإضافة إلى ذلك، تم حساب مؤشر التلوث pi كجزء من التحليل. تم جمع عينات المياه الجوفية في حاويات بلاستيكية سعة لتر واحد، والتي تم غسلها بعناية بماء الصنبور ثم شطفها بالماء المقطر. تم بعد ذلك نقل العينات المخبرية إلى المختبر في صناديق ثلج معزولة وحفظها عند درجة حرارة ٤ درجات مئوية حتى إجراء التحليل. تم إجراء تقييم للمكونات الكيميائية في المياه الجوفية المخصصة لأغراض الشرب والري في سهل الجفارة الغربي، الواقع على بعد ٨٠ كيلومتراً غرب طرابلس. جمعت العينات من ٦٢ بئراً توفر مياه الشرب والري للسكان المحليين. تم تحليل الخواص الفيزيائية والكيميائية عبر ١٩ معلمة:  $\text{Na}^+$ ،  $\text{K}^+$ ،  $\text{Cl}^-$ ،  $\text{HCO}_3^-$ ،  $\text{NO}_2^-$ ،  $\text{NO}_3^-$ ،  $\text{NH}_4^+$ ،  $\text{SO}_4^{2-}$ ،  $\text{Ca}^{2+}$ ،  $\text{Mg}^{2+}$ ، درجة الحرارة (درجة مئوية)، الرقم الهيدروجيني، إجمالي

المواد الصلبة الذائبة TDS، الموصلية الكهربائية EC، العسرة الكلية TH، القلوية،  $CO_2$ ،  $PO_4^{3-}$ ، والعكارة. أشارت النتائج إلى أن ستة من العوامل المدروسة أظهرت معاملات ارتباط سلبية مع العمق هي  $HCO_3^-$ ،  $NO_3^-$ ، درجة الحرارة C، القلوية، و  $PO_4^{2+}$ . على العكس من ذلك، أظهرت خمس معاملات معاملات ارتباط إيجابية مع عمر البئر هي  $HCO_3^-$ ،  $NO_3^-$ ، درجة الحرارة (درجة مئوية)، ودرجة الحموضة، والقلوية. علاوة على ذلك، أظهرت تسعة معاملات معامل ارتباط إيجابي مع إنتاجية البئر بالمتر المكعب في الساعة هي ( $HCO_3^-$ ،  $NO_3^-$ ،  $NH_4^+$ ،  $SO_4^{--}$ )، درجة الحرارة (درجة مئوية)، الرقم الهيدروجيني، EC، القلوية، و  $PO_4^{2+}$ . ارتبطت خمس معاملات بشكل إيجابي مع الارتفاع عن مستوى سطح البحر ( $NH_4^+$ ،  $Ca^{2+}$ ،  $pH$ ،  $Mg^{2+}$ ،  $CO_2$ ، والعكارة). بالإضافة إلى ذلك، أظهرت ثلاث معاملات معاملات ارتباط إيجابية مع مستوى الماء  $NO_3^-$ ، ودرجة الحرارة (درجة مئوية)، ودرجة الحموضة. أظهرت المعلمات pH و  $HCO_3^-$  و  $NO_3^-$  و  $NH_4^+$  مؤشر تلوث مقبول بقيم Pi على التوالي تبلغ ٠.٩٨٧ و ٠.٦١٢ و ٠.٢٠٩ و ٠.٥٥٢ و ٠.٧٥٥. في المقابل، اعتبرت قيمة Pi للعسرة الكلية  $CaCO_3$  غير مقبولة على الإطلاق، مسجلة قيمة ٣٧.٨٣، في حين ارتبط إجمالي المواد الصلبة الذائبة TDS مع قيمة Pi مرتفعة جدا تبلغ ٧.٤٤٨.

## Introduction

Groundwater constitutes a crucial natural resource that significantly contributes to human health and well-being, socioeconomic advancement, and ecological integrity. Additionally, it is extensively employed for a diverse array of residential, industrial, and agricultural applications (Ruiz *et al.*, 2019). In recent decades, groundwater contamination has emerged as one of the most pressing global challenges, as water may be compromised by both natural phenomena and a multitude of anthropogenic activities, leading to diminished drinking water quality, losses in water supply, elevated remediation costs, and potential health hazards (Busico *et al.*, 2018). The hydrochemical characteristics of groundwater are predominantly influenced by factors such as precipitation, geological composition, lithological characteristics, residence time, and geochemical interactions along the pathways of

groundwater flow (Moral *et al.*, 2008). The aggregate volume of water present on Earth is estimated to be approximately 14 trillion cubic meters. Trace elements constitute a critical component of the material foundation underlying medical effects (Mohammad *et al.*, 2005). Heavy metals rank among the most enduring pollutants within aquatic ecosystems due to their inherent resistance to degradation under natural conditions (Khan, 2011).

The state of groundwater within an aquifer is contingent upon variables such as the volume, duration, and intensity of precipitation, the depth of weathering, specific yield, and the overall gradient of the geological formation in relation to the drainage conduit. Groundwater manifests within weathered substrates under unconfined conditions and within fractured lithology's under semi-confined states. The thickness of the weathered strata ranges from 2.2 meters to 50 meters, irrespective of the rock type (Gopinath, 2011). Concerning the quality of potable water in developing nations, there is an increasing apprehension regarding health-related issues. Over 780 million individuals in the developing world lack access to safe drinking water, primarily due to microbiological and chemical contamination (WHO/UNICEF, 2012).

Elkhouly and Almid (2021) ascertained that the groundwater in the examined region exhibited a marginal inclination towards alkalinity. Furthermore, the majority of the substances dissolved in groundwater existed in an ionic state. Certain ions are consistently present, and their cumulative presence accounts for nearly all dissolved ions. The principal ions identified include T.H (CaCO<sub>3</sub>), Mg, CaCO<sub>3</sub>, Ca as CaCO<sub>3</sub>, Na<sup>+</sup>, Cl<sup>-</sup>, SO<sub>4</sub><sup>--</sup>, Ca<sup>++</sup>, Mg<sup>++</sup>, HCO<sub>3</sub>, T (sodium ion), K<sup>+</sup>, and NO<sub>3</sub><sup>-</sup>.

The quality of groundwater is contingent upon the behavior of physical and chemical parameters that are influenced by geological formations, atmospheric precipitation, inland surface waters, and geochemical processes as they interact with lithological materials and various anthropogenic activities (Saravanan *et al.*, 2015).

Water chemistry serves as a pivotal tool for elucidating the origins, transit durations, flow patterns, and hydrological regimes, as well as the geological frameworks and mineralogical characteristics of aquifers, in addition to the hydrogeochemical processes involved. Specific water quality parameters are essential to fulfill both domestic and agricultural requirements (Salcedo *et al.*, 2017).

While numerous investigations have evaluated groundwater quality in relation to heavy metal contamination for various objectives, there exists a limited number of studies specifically addressing the concentration of principal chemical constituents in groundwater and their correlation with well characteristics, including depth, age, water level, elevation above sea level, and productivity measured in cubic meters per hour. In the current research, we examined the interrelationship between chemical constituents and the aforementioned parameters in the Aljimil region of western Libya.

### **Materials and Methods**

**Study Area:** Groundwater specimens were procured from a total of 62 wells situated in the Aljeffra western plain region, approximately 80 kilometers to the west of Tripoli. These specimens were subsequently dispatched for analysis within a laboratory setting. The geographical coordinates of the wells were meticulously documented utilizing a Geological Positioning System (GPS). The sampled wells were privately owned properties. A significant number of the sampled wells



served as the primary source of potable water for the local populace.

**Collection of Samples:** Groundwater specimens were collected in one-liter polyethylene containers, which had undergone rigorous washing with tap water and thorough rinsing with distilled water prior to use. These specimens were promptly acidified to a pH of 2 using HNO<sub>3</sub> to ensure that metal ions remained in solution and to avert their adherence to the container walls. All specimens were transported to the laboratory in insulated iceboxes and maintained at a refrigeration temperature of 4°C until analysis was conducted. The sampling protocol was meticulously structured to ensure that specimens collected within a single sampling event were analyzed within the minimal possible timeframe.

Major cations (K<sup>+</sup>, Na<sup>+</sup>, Ca<sup>2+</sup>, Mg<sup>2+</sup>) were quantified using Inductively Coupled Plasma Optical Emission Spectroscopy (ICP-OES), while anions (Cl<sup>-</sup>, SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>) were analyzed through spectrophotometric methods (DX-120IC), with HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> and Total Dissolved Solids (TDS) determined via acid-base titration and gravimetric techniques, respectively. The charge balance verification of all hydrochemical data revealed that the ionic balance error remained within the acceptable limit of ±5%, thereby affirming the integrity and reliability of our data.

**Pollution Index (Pi):** The Pollution Index (Pi) is articulated as the ratio of the concentration of a specific parameter relative to the baseline standard. This metric elucidates the extent of pollution attributable to individual samples. A critical threshold is established at 1.0, wherein values exceeding 1.0 signify a substantial degree of pollution, conversely, values falling below 1.0 indicate an absence of pollution (Akpoveta *et al.*, 2011) and (Unanma *et al.*, 2013).

$$\text{Pollution index Pi} = \left[ \frac{\text{estimated concentration}}{\text{Standard}} \right]$$

Data analysis: average values, correlation coefficients, standard division, Pi index values, were analyzed using Microsoft excel program.

### **Results and Discussion**

The minimum, maximum and standard division of (trace, macro elements, salts, salinity, alkalinity, turbidity and PH) values has been estimated.

**Table (1) Minimum, maximum, mean values and, standard division for chemical components of samples**

Parameters	Minimum	Maximum	Mean	SD
Na <sup>+</sup>	70.31	16544	1440	2933
K <sup>+</sup>	0.00	875.4	87.69	177
Cl <sup>-</sup>	146.2	46621	3529	7375
HCO <sub>3</sub>	15.62	713.1	183.7	132.7
NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	0.003	22.18	1.327	3.889
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	0.00	45.27	9.427	11.33
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	0.00	17.42	1.133	2.39
SO <sub>4</sub> <sup>-</sup>	46	9616	1173	1592
Ca <sup>++</sup>	50.121	2088.37	531.73	456.30
Mg <sup>++</sup>	30.022	6411.312	460.97	979.45
T(C)	14.8	28.0	23.26	2.958
(PH)	6.71	8.07	7.305	0.253
TDS	581	74368	7448	12656
E C	811	80500	10496	15700
T. H	211.9	36325	3783	6052
Alkalinity	86.94	713	203.7	143.9
CO <sub>2</sub>	1.23	184.7	35.17	41.22
PO <sub>4</sub> <sup>++</sup>	0.00	9.63	0.392	1.485
Turbidity	0.00	57	3.977	10.86

**Table (2) Values of WHO for ground water quality and Pi index estimation**

Water quality parameter	(WHO)	PI Index	Classification
(PH)	6.5-8	0.987	Acceptable
TDS	1000	7.448	Unacceptable
SO <sub>4</sub> <sup>--</sup>	250	4.692	Unacceptable
Cl <sup>-</sup>	250	14.12	Unacceptable
T.H (CaCO <sub>3</sub> )	100	37.83	Unacceptable
HCO <sub>3</sub>	300	0.612	Acceptable
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	45	0.209	Acceptable
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	1.5	0.755	Acceptable
Ca <sup>++</sup>	200	2.659	unacceptable
Mg <sup>++</sup>	150	3.073	unacceptable
P <sub>2</sub> O <sub>4</sub> <sup>++</sup>	0.13	3.015	Unacceptable
Na <sup>+</sup>	200	7.2	Unacceptable
K <sup>+</sup>	30	2.923	Unacceptable

As evidenced in table (2), the parameters PH, HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>, NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, and NH<sub>4</sub><sup>+</sup> exhibited acceptable Pi indices with respective Pi values of 0.987, 0.612, 0.209, 0.0502, and 0.755. Conversely, the Pi value for T.H (CaCO<sub>3</sub>) was markedly unacceptable, registering at 37.83, while the TDS demonstrated a substantially elevated Pi value of 7.448. These findings align with the research conducted by Elkhoully et al., 2021.

As illustrated in table (3) and figures (1-5), Na<sup>+</sup> ions

The Na<sup>+</sup> ions manifested a positive correlation solely with the well depth (0.28), while exhibiting negative correlation values with age, productivity, height above sea level, and water level, which were recorded at -0.3, -0.11, -0.02, and -0.5, respectively.

K<sup>+</sup> ions

The K<sup>+</sup> ions demonstrated a positive correlation exclusively with the well depth (0.198) and revealed negative correlation values with age, productivity, height above sea level, and water level, which were documented as -0.28, -0.13, -0.03, and -0.47, respectively.

Cl<sup>-</sup> ions

The Cl<sup>-</sup> ions indicated a positive correlation solely with the well depth (0.273), while negative correlation values with age, productivity, height above sea level, and water level were recorded at -0.27, -0.21, 0.0, and -0.48, respectively.

HCO<sub>3</sub><sup>+</sup> ions

The HCO<sub>3</sub><sup>+</sup> ions exhibited positive correlation values with well age and productivity (0.168 and 0.129) and negative correlation values with depth, height above sea level, and water level, which were noted as -0.36, -0.20, and -0.05, respectively.

NO<sub>2</sub><sup>-</sup> ions

The NO<sub>2</sub><sup>-</sup> ions displayed a positive correlation solely with the well depth (0.147), along with negative correlation values with age, productivity, height above sea level, and water level, which were recorded at -0.1, -0.04, -0.02, and -0.19, respectively.

NO<sub>3</sub><sup>-</sup> ions

The NO<sub>3</sub><sup>-</sup> ions exhibited positive correlation values with well age, productivity, and water level (0.269, 0.179, and 0.194), while negative correlation values with depth and height above sea level were noted at -0.14 and -0.1, respectively.

NH<sub>4</sub><sup>+</sup> ions

The NH<sub>4</sub><sup>+</sup> ions recorded positive correlation values with well depth, productivity, and height above sea level (0.261, 0.008, and 0.288), whereas negative correlation values with well age and water level were noted as -0.18 and -0.06, respectively.

SO<sub>4</sub><sup>--</sup> ions

The SO<sub>4</sub><sup>--</sup> ions exhibited a positive correlation with well depth and productivity, with correlation coefficients of 0.382 and 0.202, respectively, while demonstrating negative correlations with age, height above sea level, and water level measurements, with values of -0.37, -0.08, and -0.42, respectively.

Ca<sup>++</sup> ions

The Ca<sup>++</sup> ions displayed positive correlations with well depth and height above sea level, with correlation values of 0.426 and 0.166, respectively, and negative correlations with age, productivity, and water level measurements, which were recorded as -0.35, -0.283, and -0.513, respectively.

Mg<sup>++</sup> ions

The Mg<sup>++</sup> ions illustrated positive correlations with well depth, age, and height above sea level, with correlation coefficients of 0.273, 0.270, and 0.415, while also showing negative correlations with productivity and water level measurements, which were recorded as -0.182 and -0.448, respectively.

T (C)

The temperature (T in °C) exhibited positive correlations with well measurements, age, productivity, and water level, with correlation values of 0.261, 0.139, and 0.415, while concurrently displaying negative correlations with well depth and height above sea level, which were recorded as -0.46 and -0.01, respectively.

PH

The pH levels indicated positive correlations with well measurements, age, productivity, height above sea level, and water level, which were quantified as 0.174, 0.217, 0.089, and 0.225, respectively, while a negative correlation with well depth was recorded at -0.46.

TDS

The total dissolved solids (TDS) demonstrated a positive correlation solely with well depth, quantified as 0.31, while revealing negative correlations with age, productivity, height above sea level, and water level measurements, which were recorded as -0.31, -0.14, -0.02, and -0.51, respectively.

EC

The electrical conductivity (EC) exhibited positive correlations with well depth and productivity, with correlation values of 0.349 and 0.053, respectively, while showing negative correlations with age, height above sea level, and water level measurements, which were recorded as -0.31, -0.07, and -0.54, respectively.

TH

The total hardness (TH) displayed a positive correlation exclusively with well depth, quantified as 0.354, while demonstrating negative correlations with age, productivity, height above sea level, and water level measurements, which were recorded as -0.32, -0.24, -0.06, and -0.51, respectively.

Alkalinity

The alkalinity levels exhibited positive correlations with well age and productivity, with correlation values of 0.155 and 0.11, respectively, while also revealing negative correlations with depth, height above sea level, and water level measurements, which were recorded as -0.19, -0.24, and -0.15, respectively.

CO<sub>2</sub>

The carbon dioxide (CO<sub>2</sub>) levels demonstrated positive correlations with well depth and height above sea level, with values of 0.254 and 0.074, respectively, while showcasing negative correlations with well age, productivity, and water level measurements, which were recorded as -0.31, -0.01, and -0.22, respectively.

### PO<sub>4</sub><sup>++</sup> ions

The PO<sub>4</sub><sup>++</sup> ions exhibited a positive correlation solely with productivity, quantified as 0.21, while also demonstrating negative correlations with well depth, well age, height above sea level, and water level measurements, which were recorded as -0.05, -0.07, -0.014, and -0.06, respectively.

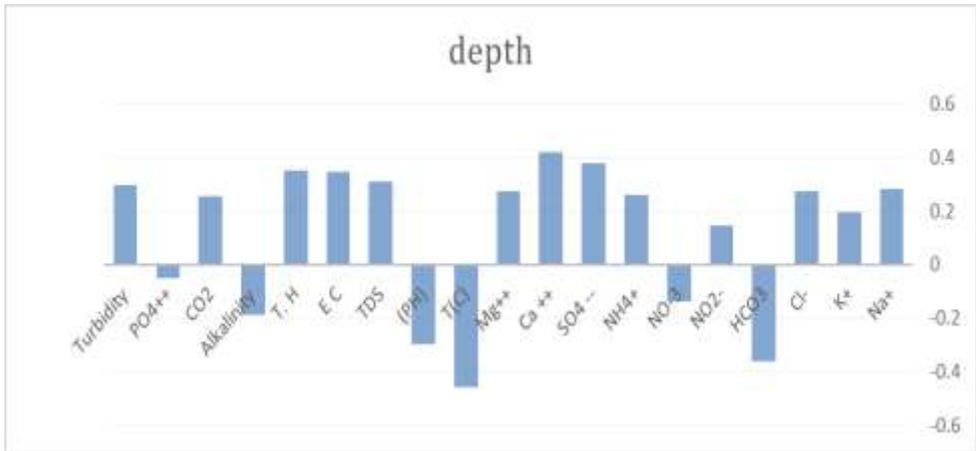
### Turbidity

The turbidity levels illustrated positive correlations with well depth and height above sea level, with correlation values of 0.298 and 0.184, respectively, while presenting negative correlations with well age, productivity, and water level measurements, which were recorded as -0.24, -0.05, and -0.30, respectively.

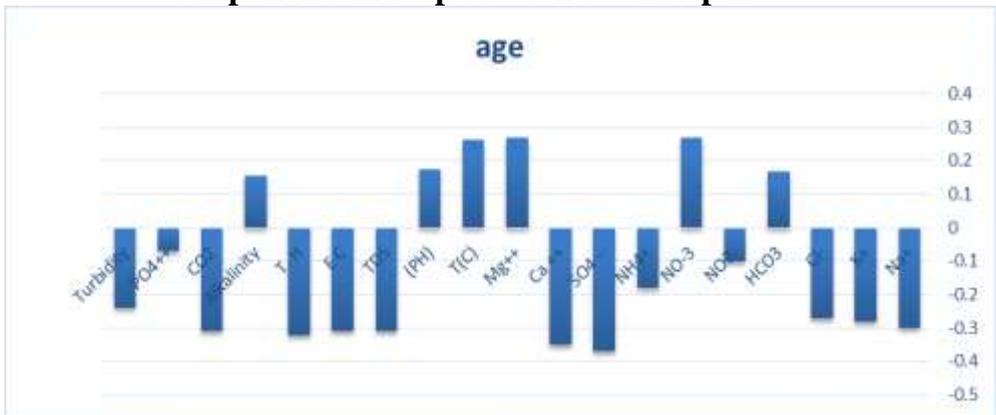
**Table (3) Correlation coefficient values of chemical components in respect to the well depth, age, productivity, High over the sea and water level**

Parameters	depth	Age	Productivity M <sup>3</sup> /H	Height over the sea	Water level
Na <sup>+</sup>	0.283	-0.30	-0.11	-0.02	-0.50
K <sup>+</sup>	0.198	-0.28	-0.13	-0.03	-0.47
Cl <sup>-</sup>	0.273	-0.27	-0.21	0.00	-0.48
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	-0.36	0.168	0.129	-0.20	-0.05
NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	0.147	-0.10	-0.04	-0.02	-0.19
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	-0.14	0.269	0.179	-0.10	0.194
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	0.261	-0.18	0.008	0.288	-0.06
SO <sub>4</sub> <sup>--</sup>	0.382	-0.37	0.202	-0.08	-0.42
Ca <sup>++</sup>	0.426	-0.35	-0.283	0.1662	-0.513
Mg <sup>++</sup>	0.273	0.270	-0.182	0.415	-0.448
T(C)	-0.46	0.261	0.139	-0.01	0.415
(PH)	-0.30	0.174	0.217	0.089	0.225
TDS	0.31	-0.31	-0.14	-0.02	-0.51
E C	0.349	-0.31	0.053	-0.07	-0.54
T. H	0.354	-0.32	-0.24	-0.06	-0.51
Alkalinity	-0.19	0.155	0.11	-0.24	-0.15

CO <sub>2</sub>	0.254	-0.31	-0.01	0.074	-0.22
PO <sub>4</sub> <sup>++</sup>	-0.05	-0.07	0.21	-0.14	-0.06
Turbidity	0.298	-0.24	-0.05	0.184	-0.30



**figure (1) Correlation coefficient values of chemical components in respect to the well depth**



**figure (2) Correlation coefficient values of chemical components in respect to the well age**



figure (3) Correlation coefficient values of chemical components in respect to the well productivity

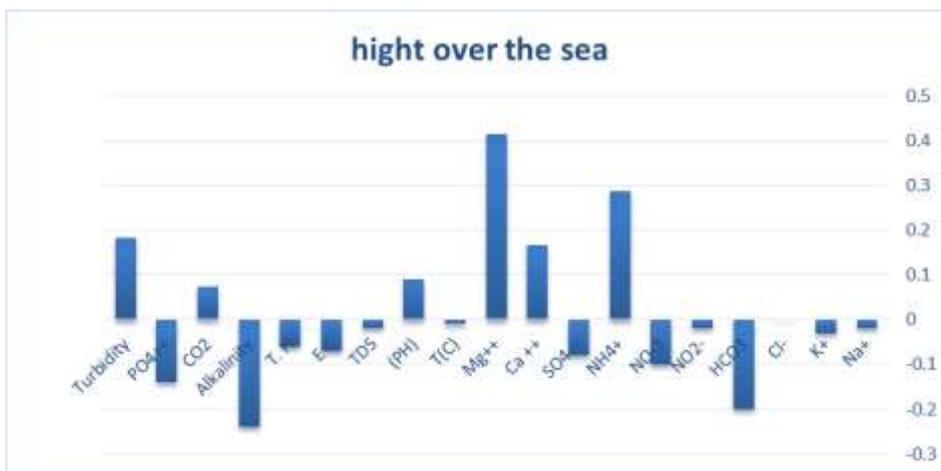
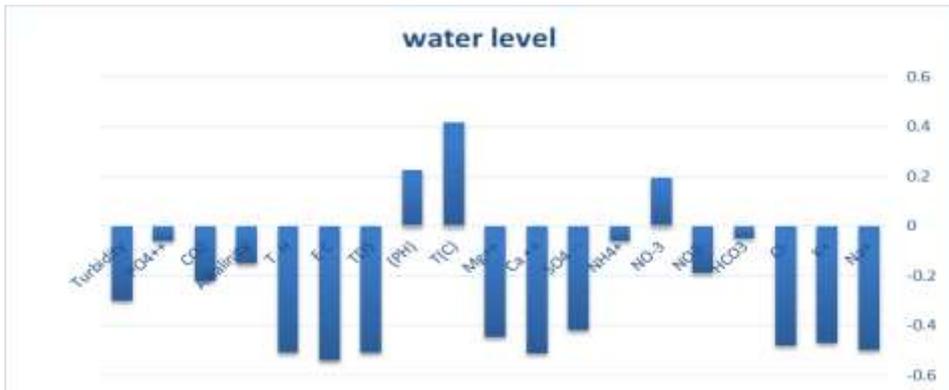


figure (4) Correlation coefficient values of chemical components in respect to the well High over the sea



**figure (5) Correlation coefficient values of chemical components in respect to water level**

The preceding data clearance revealed that six examined parameters exhibited negative correlation coefficient values in relation to depth (HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>, NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, T (C), Alkalinity, and PO<sub>4</sub><sup>++</sup>). Comparable findings were reported by Elkhoully *et al.*, (2021) in Libya, who elucidated that substantial quantities of salts are prevalent at greater depths within the subsurface and are solubilized in the groundwater. In contrast to the aforementioned six parameters, one additional examined parameter demonstrated a positive correlation coefficient value with well depth, indicating that increased well depth corresponds to a higher concentration of dissolved salts alongside turbidity. The total hardness (T.H) measured as CaCO<sub>3</sub> was exceptionally elevated, recording a value of 3783, while total dissolved solids (TDS) reached 7448, in comparison to the standards established by the World Health Organization (WHO, 2004). Conversely, five analyzed parameters exhibited positive correlation coefficient values with well age (HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>, NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, T (C), pH, and Alkalinity). It is noteworthy that only (HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> and NO<sub>3</sub><sup>-</sup>) were positively correlated with well age, suggesting that as the well ages, there is a reduction in the concentration of dissolved salts. The pH values

ranged from 6.71 to 8.07, with a mean value of 7.03, indicating an alkaline nature attributed to the mineralization of water, likely stemming from the salt content present in the geological formations surrounding the aquifer. Our results are consistent with those of Ruiz *et al.*, (2019), who posited that in waters with pH levels approaching 8.3, typical of most groundwater, the predominant carbonate species is  $\text{HCO}_3^-$ , while  $\text{CO}_3^{2-}$  starts to emerge at elevated pH values.

Nine examined parameters displayed positive correlation coefficient values with well productivity measured in M3/H ( $\text{HCO}_3^-$ ,  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{SO}_4^{--}$ , T (C), pH, EC, Alkalinity, and  $\text{PO}_4^{++}$ ). It is evident that ( $\text{HCO}_3^-$ ,  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{SO}_4^{--}$ , and  $\text{PO}_4^{++}$ ) are more prevalent in association with well productivity, indicating that increased water production from the well correlates with heightened levels of dissolved carbon, nitrate, ammonia, sulfate, and phosphate ions, in addition to electrical conductivity (EC). Electrical conductivity serves as a parameter intrinsically linked to the presence of dissolved ions, thereby reflecting the concentration of dissolved salts. The electrical conductivity encapsulates the existence of dissolved salts within the water, which are predominantly introduced through geochemical processes such as ion exchange, evaporation, silicate weathering, and the solubilization processes occurring within aquifers (Gubran *et al.*, 2019). In this investigation, values ranging between 811 and 80500  $\mu\text{S}/\text{cm}$  were documented.

Five examined parameters exhibited positive correlation coefficient values with the elevation of the well above sea level ( $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{Ca}^{++}$ ,  $\text{Mg}^{++}$ , pH,  $\text{CO}_2$ , and turbidity). Reyes-Toscano *et al.*, (2020) noted that turbidity values were predominantly elevated at the conclusion of the rainy season, likely due to the resuspension of particulate matter during the recharge of the aquifer. This observation may align with our findings during the

rainy seasons, with an alternative explanation positing that rainwater may have introduced particulate deposits from the vicinities of the well into the water. Additionally, three analyzed parameters demonstrated positive correlation coefficient values with the water level (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, T (C), and pH).

## References

- Akpoveta, O.V., Okoh B.E., and Osakwe, S.A. (2011). Quality assessment of borehole water used in the vicinities of Benin, Edo State and Agbor, Delta State of Nigeria. *Current Research in Chemistry*, 3: 62-69.
- Busico, G., Cuoco, E., Kazakis, N., Colombani, N., Mastrocicco, M., Tedesco, D., and Voudouris, K. (2018). Multivariate statistical analysis to characterize/discriminate between anthropogenic and geogenic trace elements occurrence in the Campania Plain, Southern Italy. *Environ. Pollut.* 2018, 234, 260–269.
- Elkhouly. A. R and Almrid. Z. A (2021). Hydrogeochemical Characteristics, Relationship between Chemical components and the depth and Assessment of Drinking Water Quality in Aljamil region, Libya. *Int Aca. J App Biomed Sci.* 2(3) 7-12.
- Elkhouly. A. R, Husen Elbashir Shafsha and Shaily Halab(2021). Studies on hydro chemical characters of ground water in Sabratha region. *International Journal of Horticulture and Food Science* 2021; 3(1): 51-59.
- Gopinath, M., (2011). Groundwater quality assessment in Pungar subbasin, Tamilnadu, India, Unpublished M.Phil., Thesis, Annamalai University.
- Gubran, M.; Ghrefat, H.; Zaidi, F.; and Shehata, M (2019). Integration of hydrochemical, GIS, and remote-sensing data for assessment of shallow groundwater aquifers in Wadi Nisah, Central Saudi Arabia. *Environ. Earth Sci.* 2019, 78, 161
- Khan MQMA, Umar. R and, Latch .H (2010). Study of trace elements in groundwater of Uttar Pradesh, India. *Sci. Res. Essays* 5(20):3175-3182.
- Mohammad Muqtada, Ali Khan et., al (2005). Study of trace elements in groundwater of Western Uttar Pradesh, India.

- Moral. F., Cruz-Sanjulian, J.J., and Olias. M (2008). Geochemical evolution of groundwater in the carbonate aquifers of Sierra de Segura (Betic Cordillera, southern Spain). *J. Hydrol.* 2008, 360, 281–296.
- Reyes-Toscano .C.A, Ruth Alfaro-Cuevas-Villanueva, Raúl Cortés-Martínez , Ofelia Morton-Bermea , Elizabeth Hernández-Álvarez, Otoniel Buenrostro-Delgado and Jorge Alejandro Ávila-Olivera (2020). Hydrogeochemical Characteristics and Assessment of Drinking Water Quality in the Urban Area of Zamora, Mexico. *Water* 2020, 12, 556; doi:10.3390/w12020556.
- Ruiz, Á., Cuenca, Á., Agila, R., Criollo, D., Leiva, J. and Salazar, J. (2019). Hydrochemical characterization of groundwater in the Loja Basin (Ecuador). *Appl. Geochem.* 2019, 104, 1–9.
- Salcedo, E., Garrido, S., Vicenta, M., Martínez, M., and Ocampo, A. (2017). Hydrogeochemistry and water-rock interactions in the urban area of Puebla Valley aquifer (Mexico). *J. Geochem. Explor.* 2017, 181, 219–235.
- Saravanan, K., Srinivasamoorthy, K., Prakash, R.; Gopinath, S., and Suma, C. (2015). An Evaluation of hydrogeochemistry of groundwater in upper vellar sub-basin using mineral stability and solute transport modelling. *Aquat. Procedia* 2015, 4, 1119–1125.
- Unanma, A. O., Abugu, H. O., Dike, R. C. and Umeobika U. C., (2013). Relationship Between Teachers Educational Qualifications And Student’s Achievement In Chemistry: A Case Study Of Owerri West LGA. *IOSR Journal of Research & Method in Education (IOSR-JRME)*,1(1),05-10.
- WHO/UNICEF. (2012). Estimated data from WHO/UNICEF Joint Monitoring Programme (JMP) for Water Supply and Sanitation. Progress.

World Health Organization. Water, Sanitation and Health Team. (2004). Guidelines for drinking-water quality. Vol. 1, Recommendations, 3rd ed. World Health Organization. <https://apps.who.int/iris/handle/10665/42852> .



**Evaluation of the health and nutritional status  
of patients with renal failure undergoing  
hemodialysis**

تقييم الحالة الصحية والتغذية لمرضى الفشل الكلوي الخاضعين  
لغسيل الكلى الدموي

By

**Prof. Sahar Osman EL-Shafai  
Dr. Abdel Aal Mohamed Qoza  
Eman Said Elshazly**

Nutrition & Food Science Department, Faculty of Home Economics,  
Menoufia University, Egypt

***Doi: 10.21608/asajs.2025.419033***

استلام البحث : ٢٠٢٥/١/١٩

قبول النشر : ٢٠٢٥/١/٣١

EL-Shafai, Sahar Osman & Qoza, Abdel Aal Mohamed & Elshazly, Eman Said (2025). Evaluation of the health and nutritional status of patients with renal failure undergoing hemodialysis. *The Arab Journal of Agricultural Sciences*, Arab Institute for Education, Science and Arts, Egypt, 8 (26), 127 - 160.

<http://asajs.journals.ekb.eg>

## **Evaluation of the health and nutritional status of patients with renal failure undergoing hemodialysis**

### **Abstract:**

Hemodialysis, is a medical procedure that effectively removes waste products and excess fluid from the blood when the kidneys are unable to perform this function adequately. In addition to its life-sustaining benefits, hemodialysis also presents various challenges and potential complications that patients must navigate. While the procedure is essential for removing toxins from the bloodstream, it can lead to issues such as hypotension, muscle cramps, and even allergic reactions, which occur in a small percentage of patients . Moreover, advancements in dialysis technology have aimed to reduce these adverse The study aimed to evaluate the nutritional status of hemodialysis patients attending Kafr El-Zayat General Hospital and undergoing dialysis. Their ages range between (30-55) males and females, with a meal rich in bananas or oranges provided by the Ministry of Health, and the levels of creatineine, phosphorus, calcium, sodium, liver enzymes, bilirubin, and physical parameters were estist results were obtained by patients when eating a meal rich in bananas or oranges. .after laboratory results. The following was concluded: It is necessary to limit potassium intake so that it does not lead to weak heart and blood vessel functions and cause kidney damage. Hyperkalemia. It is one of the common life-threatening complications in hemodialysis patients and increases the risk of malignant arrhythmia and sudden death. Fruits and vegetables rich in potassium must be limited. Experimental studies have shown that restricting dietary phosphate prevents the development of kidney weakness, and patients on dialysis must continue to take various types of phosphorus binders to maintain normal phosphorus levels in the blood.

**Keywords:**creatinine, bilirubin, Phosphorus, Potassium, hemodialysis.

### المستخلص:

غسيل الكلى هو إجراء طبي يزيل النفايات والسوائل الزائدة من الدم بشكل فعال عندما تكون الكلى غير قادرة على أداء هذه الوظيفة بشكل مناسب. بالإضافة إلى فوائده التي تحافظ على الحياة، فإن غسيل الكلى يمثل أيضًا تحديات مختلفة ومضاعفات محتملة يجب على المرضى التغلب عليها. في حين أن هذا الإجراء ضروري لإزالة السموم من مجرى الدم، فإنه يمكن أن يؤدي إلى مشاكل مثل انخفاض ضغط الدم، وتشنجات العضلات، وحتى الحساسية، والتي تحدث في نسبة صغيرة من المرضى. وعلاوة على ذلك، فإن التقدم في تكنولوجيا غسيل الكلى يهدف إلى الحد من هذه الآثار السلبية. وتهدف الدراسة إلى تقييم الحالة التغذوية لمرضى غسيل الكلى المترددين على مستشفى كفر الزيات العام ويخضعون لغسيل الكلى. تتراوح أعمارهم بين (٣٠-٥٥) ذكور وإناث، مع وجبة غنية بالموز أو البرتقال مقدمة من وزارة الصحة، وتم الحصول على نتائج تحليلية لمستويات الكرياتينين والفسفور والكالسيوم والصوديوم وأنزيمات الكبد والبيلبروبين والقياسات الجسميه عند تناول المرضى وجبة غنية بالموز أو البرتقال. بعد النتائج المخبرية. واستنتج ما يلي: ضرورة الإقلال من تناول البوتاسيوم حتى لا يؤدي إلى ضعف وظائف القلب والأوعية الدموية ويتسبب في تلف الكلى. فرط بوتاسيوم الدم وهو أحد المضاعفات الشائعة التي تهدد الحياة لدى مرضى غسيل الكلى ويزيد من خطر عدم انتظام ضربات القلب الخبيث والموت المفاجئ. يجب أن تكون الفواكه والخضروات الغنية بالبوتاسيوم محدودة وقد أظهرت الدراسات التجريبية أن تقييد الفوسفات الغذائي يمنع تطور ضعف الكلى، ويجب على المرضى الذين يخضعون لغسيل الكلى الاستمرار في تناول أنواع مختلفة من رابطات الفوسفور للحفاظ على مستويات الفوسفور الطبيعية في الدم.

**الكلمات المفتاحية:** الكرياتينين، البيلبروبين، الفوسفور، البوتاسيوم، غسيل الكلى

### Introduction

The kidney (plural kidneys) (Latin: Ren) is an organ found in vertebrates that is similar in shape to a bean seed, reddish-brown in color, and is about 12 cm long. The kidney is the organ responsible for purifying and filtering the blood from toxins and metabolic products. The kidney receives blood

through the renal arteries and exits through the renal veins. A kidney patient needs to undergo dialysis when the kidneys are unable to perform the purification process, and toxins begin to accumulate in the body. The most important of these toxins are urea and creatine in the blood, which are measured in the laboratory. Doctors also measure the extent of blood purification from creatine by examining the urine. One of the reasons that cause a problem in the functioning of the kidneys is kidney failure, which may be either acute or chronic. When toxins exceed a certain limit or when the purification rate falls below a certain limit, the body needs dialysis. This happens when the kidneys function less than 10-15% of the normal level. It is worth noting that dialysis does not perform all the functions of the kidneys, but only removes toxins.

The issue of quality of life has become the focus of many researches and studies in recent years, especially in the field of health care, when the results of traditional medical treatment related to mortality and morbidity were criticized in terms of their focus on a narrow and limited field. These indicators failed to identify a wide range of possible medical outcomes. For example, in the treatment of kidney patients, it appeared that the effects of the treatment itself can cause serious harm to the patient. Therefore, attention must be paid to nutrition and the meals provided most importantly within 24 hours. The individual can choose to live for a short period of time with a good quality of life instead of living for a longer period of time with a low quality of life.

Therefore, studies began to focus on identifying and predicting the quality of life and identifying the importance of meals provided during hemodialysis and the factors affecting it, especially in the field of diseases, including kidney diseases. This research dealt with multiple variables such as anxiety and

depression, as a study by (1), and socio- economic status, ethnic group, and gender, as a study by (2) the educational level, as a study by (3) and age and history of infection, as a study by (4) and a study by (5). The results of these studies varied regarding the impact of gender, social status, education, history of infection, number of dialysis sessions, and age. While some studies indicated that there is a statistically significant effect of these variables on quality of life, other studies indicated that there are no differences between patients according to these variables. Based on the above, the idea of the current research and its problem was It is formulated as follows: What is the nature of the quality of life of kidney failure patients (age, education, and date of onset of dialysis) .

## 2. SUBJECTS AND METHODS

### 2.1. SUBJECTS

#### 2.1.1. Sample size

The study was conducted on one hundred patients age from 30 years and 55 years.

#### 2.1.2 Setting of study

This study was conducted on patients who undergo hemodialysis and attend Kafr El-Zayat General Hospital three times a week.

#### 2.1.3 Duration of study

The present of study started in January 2024 and ended in April 2024.

#### 2.1.4 Inclusion criteria

#### **The following inclusion criteria were used:**

Kidney disease is mainly for patients who suffer from kidney failure and are on hemodialysis and have many chronic diseases that are closely related to kidney failure, such as diabetes, high blood pressure, heart disease, and anemia. Most of them live in the countryside of Gharbia Governorate and in urban areas.

### 2.1.5 Exclusion criteria

Patients who undergo hemodialysis for emergency purposes only, patients in the final stage and whose condition is unstable and dialysis patients infected with Hepatitis C.

## 2.2 METHODS

### 2.2.1 Experimental design

Interviews were conducted several times a week with the patient during hemodialysis sessions in the dialysis department. Data were collected from patients using a questionnaire about the following:

#### 2.2.1.1 Socio-demographic:

Marital status, job, level of education and residence.

#### Anthropometric assessment:

Including body weight before and after the session, dry weight, height in centimeters, thickness of the skin layer using the Caliber device, arm muscle circumference, and body mass index (BMI) according to the formula weight in (kg)/height in metre<sup>2</sup> (kg/m<sup>2</sup>).

#### 2.2.1.3 Dietary assessment:

The 24-hour recall method was used to recall the amounts of foods and beverages in household measures consumed in the past 24 hour's household measures.

#### 2.2.1.4 Biochemical analysis:

Serum samples were analyzed to determine the following: creatinine and urea before and after the washing session, and analysis of, calcium, phosphorus, and potassium. , liver enzymes

### 2.2.2 Statistical analysis

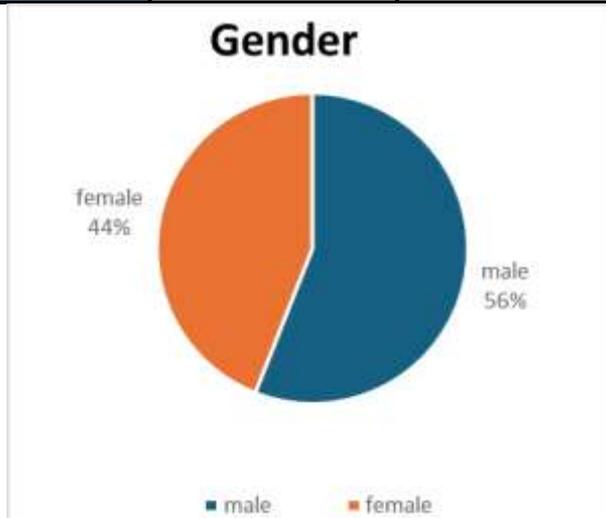
The statistical package for social sciences (SPSS version 17.0) 28 was used to analyze collected data Results were expressed as the arithmetic mean and standard deviation (SD). Also, the frequency distribution and percentage were used for string variables.

### 3. Results and Discussion

Provided table (1) shows the distribution of gender among 100 individuals. The results indicate that 56% of the participants are male, while 44% are female..Here are some potential discussion points based on these findings:Gender balance: The sample appears to be slightly skewed towards males, with a 56% to 44% ratio. This could be due to various factors such as the specific population studied or sampling methods used.

**Table (1): Estimation of study samples of patients with renal failure according to sex**

Gender	N	Percent
Male	56	56.0
Female	44	44.0



(n=100)

**Figure (1): Number and percent of demographic characteristics based on Gender**

The provided table (2) shows the number and percentage of participants

in a study based on their body mass index (BMI) categories.

here are some key observations from the table:

Normal weight: 24 participants (24%) fall into the normal weight range

(18.5-24.9 BMI). This is the largest group, suggesting that a significant

portion of the study population has a healthy weight.

Overweight: 36 participants (36%) are classified as overweight (25-29.9

BMI). This is the second largest group, indicating that a considerable

number of participants are above a healthy weight range. Obese: 32

participants (32%) are classified as obese (30-39.9 BMI). This group is

also substantial, highlighting the prevalence of obesity among the study

population.

Severely obese: 8 participants (8%) fall into the severely obese category

(BMI  $\geq$  40). While this is the smallest group, it still represents a concerning proportion of the participants.

The table reveals that a significant number of participants in the study are overweight or obese; indicating a need for interventions to address weight. Research confirms that obesity is responsible for about 20% - 25% of kidney diseases worldwide. states like type 2 diabetes (the most common global cause of CKD) and hypertension (the second most common cause in the United States). diabetes and hypertension alone explain most obesity-associated kidney risk. . (6). the presence of

obesity increases the lifetime risk of CKD by 25% compared with individuals with normal weight (7).

Chronic kidney disease patients suffer from body composition disorders resulting from excess body fat

(leading to obesity) accompanied by muscle wasting. Both these factors not only influence the patients' problems in everyday existence, but also significantly lower their prognosis. This is largely due to metabolic changes occurring during the course of the disease, to the imbalance in the metabolic balance of insulin-dependent tissues. This means that in the muscles of CKD patients there is an increase in catabolic processes (regulated by glucagon, catecholamines or pro-inflammatory cytokines), accompanied by an increase in adipose tissue (8) and (9) and (10).

**Table (2) Body mass index estimation for patients with renal failure**

Number	Percent	Body max index
24	24	18.5 :23.9
36	36	24 :29.9
32	32	30 : 34.9
8	8	> 40

size (n=100).

Table (7) presents a summary of the mean and standard deviation for various demographic characteristics, providing insights into the variability and central tendencies of the data. Key Findings Weight:

Mean: The average weight before the session was 88.7kg, while after the session it decreased to 85 kg.

Standard Deviation: The weight before the session exhibited a higher standard deviation (26.5) compared to after the session

(27) indicating a slightly wider range of weight values before the session.

**Height: Mean:** The average height was 163cm.

**Standard Deviation:** The height had a relatively lower standard deviation (9.5) suggesting a more consistent distribution of heights among the participants.

**Skin Thickness: Mean:** The average skin thickness was 9.6 cm.

**Standard Deviation:** The skin thickness had a moderate standard deviation (3) indicating some variability in skin thickness measurements.

**Arm Circumference: Mean:** The average arm circumference was 33 cm. **Standard Deviation:** The arm circumference had a standard deviation of 3.3 suggesting a moderate level of variation in arm circumferences. **Arm Muscle Circumference:**

**Mean:** The average arm muscle circumference was 29.9cm.

**Standard Deviation:** The arm muscle circumference had the highest standard deviation (30.2), indicating a wide range of values and potentially a larger degree of variation in muscle development among participants. **Body Mass: Mean:** The average body mass was 33.7 kg.

**Standard Deviation:** The body mass had a standard deviation of 9.2, suggesting a moderate level of variation in body mass among participants.

The results provide a baseline understanding of the demographic characteristics of the study population. The variations observed in the standard deviations highlight the differences in the distribution .

**Table (3): Estimation of means and standard deviation of anthropometric measurements after sessions for hemodialysis patients**

<b>Variable</b>	<b>N</b>	<b>Mean±SD</b>
<b>Weight After Session</b>	<b>100</b>	<b>85±27</b>
<b>Height</b>	<b>100</b>	<b>163±9.5</b>
<b>Skin Thickness</b>	<b>100</b>	<b>9.6±3</b>
<b>Arm Circumference</b>	<b>100</b>	<b>33±3.3</b>
<b>Arm Muscle Circumference</b>	<b>100</b>	<b>299.1±30.2</b>
<b>Body Mass</b>	<b>100</b>	<b>33.8±9.2</b>

It is noted from the table (4) and the graph that the objectives of the research are to try to identify the nature of diseases among patients with kidney failure who are undergoing dialysis in light of some demographic variables (such as gender, age, educational level, marital status, and date of start of dialysis). The sample consisted of 100 patients. According to the table, 53% of patients suffered from high blood pressure, 10% from diabetes, and 20% from heart disease. The results were not recorded for their liver disease and gout, while the rate of anemia was 17%. All of this leads to a decrease in kidney function by 15%. (11) agreed with us.

Cardiovascular disorders are a group of heart disease disorders and blood vessels, including hypertension, coronary heart disease, cerebrovascular disease, peripheral vascular disease, heart failure, rheumatic heart disease, congenital heart disease, and cardiomyopathy (World Health Organisation). including congestive heart failure, coronary heart disease, fatal stroke,

cardiac arrhythmia, sudden cardiac arrest, cerebrovascular disease, and peripheral vascular disease (12).

Anemia is a common complication in chronic kidney disease (CKD), and is associated with a reduced quality of life, and an increased morbidity and mortality. The mechanisms involved in anemia associated to CKD are diverse and complex. They include a decrease in endogenous erythropoietin (EPO) production, absolute and/or functional iron deficiency, and inflammation with increased hepcidin levels, among others. Patients are most commonly managed with oral or intravenous iron supplements and with erythropoiesis stimulating agents (ESA). However, these treatments have associated risks, and sometimes are insufficiently effective. Nonetheless, in the last years, there have been some remarkable advances in the treatment of CKD-related anemia, (13). Prevalence of Dental Issues:

**High Rate of Incomplete Dental Conditions:** The overwhelming majority (96%) of individuals in the sample have incomplete dental conditions. This suggests a significant dental health problem within the studied population.

**Low Rate of Complete Dental Conditions:** Only 4% of participants reported complete dental health. This indicates a need for improved oral health practices and access to dental care

**Table (4) Assessment of the health status of patients with renal failure for the study sample**

Diseases	N	Percent
Hypertension	53	53
Diabetes	10	10
Heart	20	20

<b>Liver</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
<b>Gout</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
<b>Anemia</b>	<b>17</b>	<b>17</b>
<b>Dental condition Complete</b>	<b>4</b>	<b>4</b>
<b>Incomplete</b>	<b>96</b>	<b>96</b>

Based on table (5), the following are some of the prominent findings: Swelling in Feet and Hands: A relatively low percentage of participants (8%) reported swelling in their feet and hands

**Weak Immunity:** A significant portion (28%) of the sample reported weak immunity. Do not suffer from Weak Immunity :(77%)

**Obesity:** Obesity was prevalent, with 16% of participants identifying as obese. Do not suffer obesity 84%

**Diet and Appetite:** A majority (80%) of participants had not followed a diet. Appetite loss was a common symptom, affecting 52% of the sample.

**Other Symptoms:** Excessive sweating, dizziness, tremors, and dialysis-related complaints were also reported by a significant number of participants. **The data suggests that a range of health issues are prevalent among the study population. The high incidence of weak immunity and obesity, in particular, aligns with known risk factors for various diseases. The symptoms of appetite loss, excessive sweating, and dizziness may indicate underlying health conditions, such as metabolic disorders or hormonal imbalances.**

**Other Symptoms:** Excessive sweating, dizziness, tremors, and dialysis-related complaints were common **Urinary Issues:** Blood in the urine and foam in the urine were reported by 12% each.

**Respiratory and Skin Issues:** Shortness of breath and severe itching were experienced by 52% and 64%, respectively. **Anemia:** Anemia affected 36% of the sample. **Respiratory and Skin Issues:** Shortness of breath and severe itching were experienced by 52% and 64% of participants, respectively. **Anemia:** Anemia was prevalent, affecting 36% of the sample. **Diarrhea:** 16% of respondents reported suffering from diarrhea. **Bladder Infections:** 40% of respondents reported experiencing bladder infections. Prevalence of Diarrhea: The prevalence of diarrhea is relatively low at 16%. This could indicate that factors like sanitation, access to clean water, and proper hygiene practices are relatively good in the surveyed area. However, it's essential to consider other factors that might influence diarrhea rates, such as dietary habits, medication use, and underlying health conditions. Prevalence of Bladder Infections: Bladder infections are more prevalent, with 40% of respondents reporting them.

Patients with chronic kidney disease (CKD) frequently experience unpleasant symptoms. These can be gastrointestinal (constipation, nausea, vomiting and diarrhoea), psychological (anxiety and sadness), neurological (lightheadedness, headache and numbness), cardiopulmonary (shortness of breath and oedema), dermatological (pruritus and dry skin), painful (muscle cramps, chest pain and abdominal pain) or involve sexual dysfunction, sleep disorders and fatigue. These symptoms often occur in clusters, with one of them as the lead symptom and others as secondary symptoms. Uraemic toxins (also called uremic toxins) are often considered to be the main cause of CKD (14).

Worldwide. CKD may lead to structural and functional gastrointestinal alterations, including impairment in the intestinal barrier, digestion and absorption. Chronic kidney disease (CKD)

affects 9.1% of the population of nutrients, motility, and changes to the gut microbiome. These changes can lead to increased gastrointestinal symptoms in people with CKD (15).

#### CLINICAL CONSEQUENCES

Anemia is linked to several symptoms, including headache, insomnia, fatigue, and dyspnea, that lower quality of life. It has to do with diminished cognitive ability as well. These symptoms are generic, though, and maybe a result of uremia in CKD patients. Many patients may not disclose problems independently because symptoms take time to manifest (16).

In addition, anemia is associated with left ventricular hypertrophy (LVH), an increased number of hospitalizations, a possible progression of CKD, and death (17) and (18).

The increase in mortality occurs mainly when  $Hb \leq 8$  g/dL-associated symptom burden, but treatment of uraemia by dialysis often fails to resolve them and can engender additional symptoms. Indeed, symptoms can be exacerbated by comorbid conditions, pharmacotherapies, lifestyle and dietary regimens, kidney replacement therapy and ageing. Patients with kidney disease, (20).

The symptoms of stage 4/5 chronic kidney disease (CKD) include discomfort, anorexia, nausea, pruritus, exhaustion, excessive daytime sleepiness, and difficulties concentrating. (21).

This uremic symptom burden is known to increase with age (22). In the EQUAL study, including elderly patients with advanced (stage 4/5) CKD, more than half of the patients reported fatigue, dry skin, bone or joint pain, loss of strength, muscle cramps, dry mouth, itching and decreased interest in sex

**Table (°): Relative Distribution of Research Sample Responses Regarding Their symptoms**

Symptoms	answer	N	Percent
----------	--------	---	---------

Is There Swelling in the Feet and Hands	yes	8	8.0
	no	92	92.0
Total		100	100
Weak Immunity	yes	23	28.0
	no	77	77.0
Total		100	100
Is There Obesity	yes	16	16.0
	no	84	84.0
Total		100	100
Have You Followed a Diet	yes	20	20.0
	no	80	80.0
Total		100	100
Do You Suffer from Appetite Loss	yes	52	52.0
	no	48	48.0
Total		100	100
Do You Suffer From Excessive Sweating	yes	48	48.0
	no	52	52.0
Total		100	100
Do You Suffer From Dizziness	yes	56	56.0

	no	44	40.0
<b>Total</b>		<b>100</b>	<b>100</b>
<b>Do You Suffer From Tremors</b>	yes	52	52.0
	no	48	44.0
<b>Total</b>		<b>100</b>	<b>100</b>
<b>Do You Have Complaints After Dialysis</b>	yes	44	44.0
	no	56	56.0
<b>Total</b>		<b>100</b>	<b>100</b>
<b>Do You Have Difficulty Emptying the Bladder</b>	yes	40	40.0
	no	60	60.0
<b>Total</b>		<b>100</b>	<b>100</b>
<b>Is There Blood in the Urine</b>	yes	12	12.0
	no	88	88.0
<b>Total</b>		<b>100</b>	<b>100</b>
<b>Is There Foam in the Urine</b>	yes	12	12.0
	no	88	88.0
<b>Total</b>		<b>100</b>	<b>100</b>
<b>Do You Suffer From Shortness of Breath</b>	yes	50	52.0
	no	50	52.0
<b>Total</b>		<b>100</b>	<b>100</b>

<b>Do You Suffer From Severe Itching</b>	yes	60	60.0
	no	40	40.0
<b>Total</b>		100	100
<b>Do You Suffer From Anemia</b>	yes	64	64.0
	no	36	36.0
<b>Total</b>		100	100
<b>Do You Suffer From Diarrhea</b>	yes	16	16.0
	no	84	84.0
<b>Total</b>		100	100
<b>Bladder Infections</b>	yes	64	8.0
	no	36	40.0
<b>Total</b>		100	100

In table (6): The provided table outlines the results of an independent samples-test comparing the levels of potassium and creatinine between individuals who do and do not eat bananas. Key findings: Potassium: There was a statistically significant difference in potassium levels between the two groups ( $p$ -value = 0.000). Individuals who did eat bananas had significantly higher potassium levels compared to those who did not.

Creatinine: There was a statistically significant difference in creatinine levels between the two groups ( $p$ -value = 0.000). Individuals who did eat bananas had significantly lower creatinine levels compared to those who did not. The results suggest that consuming bananas may have a positive effect on

both potassium and creatinine levels. Individuals who regularly eat bananas appear to have higher potassium levels and lower creatinine levels compared to those who do not.

**Creatinine:** A significant difference was found in creatinine levels between banana consumers and non-consumers. Banana consumers had higher creatinine levels (10) compared to non-consumers (9.4).

**Calcium:** No significant difference was observed in calcium levels between the two groups. **Phosphorus:** A slight difference was found in phosphorus levels, but it was not statistically significant.

**Bilirubin:** No significant difference was found in bilirubin levels. **GOT (Glutamic Oxaloacetic Transaminase):** No significant difference was found in GOT levels. **GPT (Glutamic Pyruvic Transaminase):** No significant difference was found in GPT levels. banana consumption is associated with significantly higher creatinine levels. **Banana consumers:** 4.8 **Non-consumers:** 4.8 **Standard Deviation: Banana consumers:** 6667

**Non-consumers:** 8161 Based on the provided data, there was a slight difference in potassium levels between banana consumers and non-consumers difference in potassium levels between subjects who consume bananas and those who do not.

**Dietary Potassium Intake:** The overall potassium intake from other sources in the participants' diets could have influenced the results.

**Individual Variations:** Individual variations in potassium absorption and excretion can also contribute to differences in potassium levels.

The prevalence of chronic kidney disease (CKD) is increasing and dietary interventions may be a strategy to reduce this burden. In the general population, higher potassium intake is considered protective for cardiovascular health. Due to the risk

of hyperkalemia in CKD, limiting potassium intake is often recommended. However, given that poor cardiovascular function can cause kidney damage, following a low-potassium diet may be deleterious for patients with CKD (23).

For healthy patients, it is preferable to increase potassium intake, as this leads to a reduction in the incidence of heart and blood vessel diseases. and cerebrovascular diseases. However, since hyperkalemia is a common and life-threatening complication in maintenance hemodialysis patients, which can increase the risk of malignant arrhythmia and sudden death, the current mainstream of management for hemodialysis patients is dietary potassium restriction in order to prevent hyperkalemia. Hemodialysis patients are usually advised to reduce dietary potassium intake and limit potassium-rich fruits and vegetables, (24).

Hyperkalaemia occurs frequently in people with type 2 diabetes mellitus (T2DM) and chronic kidney disease (CKD), increasing in incidence as kidney function declines, and is associated with discontinuation of renin–angiotensin–aldosterone (RAAS) inhibitors due to its potential to cause life-threatening arrhythmias that are clinically relevant to both physicians and patients (25,26,27).

In individuals with CKD, the association between serum potassium and adverse outcomes is U-shaped such that both high and low levels are associated with increased risk of hospitalization and death Clase (28, 29)

**Table(6) Estimation of Laboratory tests for patients with renal failure when eating a meal containing bananas after dialysis**

Do You Eat Bananas		Renal failure patients	Mean and $\pm$ Std	Mean Difference	T.test	P-value
Creatinine mg/dl	EatBanana	52	10.3 $\pm$ .8	.6	4.2	.0 H. S
	Do not eat Banana	48	9.5 $\pm$ .5			
Calcium(mg /Dl)	yes	52	8.6 $\pm$ .6	.2	1.7	.1 N. S
	no	48	8.4 $\pm$ .5			
Phosphorus (mg/dL)	yes	52	4.7 $\pm$ .7	-.1	-.2	.8 N. S
	no	48	4.7 $\pm$ .8			
Bilirubin Mg/dl	yes	52	.8 $\pm$ .1	.0	.2	.8 N. S
	no	48	.8 $\pm$ .1			
Na(mmol/L)	yes	52	129.2 $\pm$ 25.2	-9	-2.5	.0 H. S
	no	48	138.1 $\pm$ 5.5			
K(mmol/L)	yes	52	3.9 $\pm$ .3	-3122	-4.4	.000 H. S
	no	48	3.6 $\pm$ .4			
GOT(u/l)	yes	52	23.9 $\pm$ 7.4	.3	.1	.9 N. S

	no	48	23.7±1 3.4			
GPT(u/l)	yes	52	17.5±5 .6	-2.4	-.9	.3 N. S
	no	48	19.9±1 6.6			

Na: Sodium; k: Potassium; GOT: Glutamic pyruvic Transaminase; GPT: Glutamic Oxaloacetic Transaminas.

T: independent sample Ttest.

Significant. NS: P-value > 0.05 is considered non-

Significant. HS: P-value < 0.05 is considered highly

The provided table outlines the results of an independent samples -test comparing the levels of phosphorus and creatinine between individuals who do and do not eat oranges. Phosphorus: There was a statistically significant difference in phosphorus levels between the two groups (p-value = 0.0). Individuals who did not eat oranges had significantly higher phosphorus levels compared to those who did. Creatinine:

There was no statistically significant difference in creatinine levels between the two groups (p-value = 0.5).

The results suggest that consuming oranges may have a positive effect on phosphorus levels. Individuals who regularly eat oranges appear to have lower phosphorus levels compared to those who do not. However, the consumption of oranges does not seem to significantly influence creatinine levels. In the current review, we address the role of serum phosphorus on the progression of renal dysfunction and cardiovascular outcomes in patients with chronic kidney disease, as well as its involvement in significant health risks in the general population. Experimental studies have demonstrated that restricting dietary

phosphate prevents the progression of kidney dysfunction, while high dietary phosphate aggravates renal function.(30).

Chronic kidney disease (CKD) causes dysregulation of bone and mineral metabolism, and rising parathyroid hormone levels are an adaptive response to keep calcium and phosphorus levels within normal ranges. This reaction turns maladaptive in end-stage renal failure, and elevated phosphorus levels may result. Based on a comprehensive assessment of clinical trial literature and empirical observational data on phosphorus control in hemodialysis patients with CKD-mineral bone disease (CKD-MBD), we provide an overview of methods for managing hyperphosphatemia. These studies demonstrate that existing therapy strategies (diet and lifestyle changes; frequent dialysis treatment; and usage of phosphate binders, vitamin D, calcimimetics) have their own benefits and limitations with diverse clinical outcomes. In order to improve patient management, a more comprehensive approach to phosphorus control in dialysis patients may be required. This approach could involve measuring several biomarkers of CKD-MBD pathophysiology, such as calcium, phosphorus, and parathyroid hormone, as well as establishing a link between CKD-MBD medication and dietary changes. (31).

The quantity of phosphate eliminated from patients on a standard three-times-a-week, four-hour hemodialysis schedule is around 2.3–2.6 g, which is only half of the estimated food intake, if restricted to 800 mg/day [32]. Therefore, phosphate-lowering medications must be administered to dialysis patients in order to manage their serum phosphate content and reach the objective of neutral phosphate balance.

**Table (7): Estimation of laboratory tests for patients with renal failure when eating a meal containing oranges after dialysis**

Variables		Renal failure patients	Mean±SD	Mean Difference	T.test	P-value
Creatinine mg/dl	Eat Orange	76	9.8±.8	.0904	.643	.522 N. S
	Do not eat Orange	24	9.7±.5			
Calcium (mg/Dl)	Yes	76	8.5±.5	-.1105	-.811	.423 N. S
	No	24	8.6±.6			
Phosphorus(mg/dL)	Yes	76	4.6±.6	-.6167	-3.236	.003 H. S
	No	24	5.2±.9			
Bilirubin Mg/dl	Yes	76	.8±.1	.0035	.090	.929 N. S
	No	24	.8±.1			
Na(mmol/L)	Yes	76	132±21	-5.895	-2.093	.039 H. S
	No	24	138±6.9			
K(mmol/L)	Yes	76	3.8±.4	.0825	.975	.335 N. S
	No	24	3.7±.4			
GOT(u/l)	Yes	76	23.6±6.7	-.921	-.239	.813 N. S
	No	24	24±18.5			
GPT(u/l)	Yes	76	17.4±5	-5.465	-1.152	.261 N. S
	No	24	22.8±23			

Na: Sodium; k: Potassium; GOT: Glutamic pyruvic Transminase; GPT: Glutamic Oxaloacetic Transaminas.

T: independent sample Ttest.

Significant. NS: P-value > 0.05 is considered non-

Significant. HS: P-value < 0.05 is considered highly

Before vs. After: There was a significant decrease in creatinine levels both in January and April following the intervention.

January vs. April: The magnitude of decrease in creatinine levels was comparable between January and April.

Session Efficiency Rate Before vs. After: There was a significant increase in session efficiency rate both in January and April.

January vs. April: The session efficiency rate was slightly higher in April compared to January.

Overall Findings The results suggest that the intervention was effective in reducing creatinine levels and improving session efficiency rate. The improvements observed were consistent across both January and April.

Additional factors: Considering other factors that might influence creatinine levels and session efficiency rate, such as patient characteristics or treatment regimen

Creatinine Levels:

Before vs. After: There appears to be a general trend of decreasing creatinine levels after the intervention (likely the "session"). This decrease is statistically significant (p-value < 0.000) for both January and April.

January vs. April: The magnitude of the decrease in creatinine levels seems to be comparable between January and April.

Net urea clearance is the standard measure of dialysis adequacy. The most extensively researched indicator of dialysis adequacy worldwide is still a single pool (sp) Kt/Vurea. Different metrics are tracked, including mineral metabolism, anemia correction, and hydration status management. Studies demonstrating improved patient survival with intermediate molecule clearance have led to an increase in the use of

hemodiafiltration throughout Europe, as well as in several regions of Japan and Australia. The quality of dialysis services is determined by a nation's public health policy and income level in addition to local clinical practice standards (33). An essential component of dialysis administration is fluid status. Maintaining adequate fluid status is aided by both urine production and the fluid eliminated during dialysis. Routine treatment should include routine evaluation of fluid status, including clinical examination and blood pressure.

Regular review of the patient's appetite, clinical examination, body weight, and blood tests (albumin, potassium, bicarbonate, and phosphate) should all be used to determine their nutritional condition. It could also be necessary to evaluate and modify dietary intake of potassium, phosphate, salt, protein, carbohydrate, and fat. elimination of poisons. A formula known as Kt/Vurea and/or creatinine clearance can be used to assess this. Both indicate how much dialysis was administered. Regarding the need or advantage of reaching a particular goal value for these metrics, there is no high-quality data (34).

**Table (8): Statistical analysis of laboratory test results and session efficiency for hemodialysis patients**

	N	Mean ±Std	Mean Difference	T.test	P-value
<b>Creatinine Before</b>	100	9.8±.8			
<b>Session Efficiency Rate January</b>	100	68.2 %±2.3%	-58.4	-223.7	0.000 H. S
<b>Creatinine</b>	100	9.8±.8	-59.6	-214.8	0.000

Before					H. S
Session Efficiency April	100	69.4 %±2.7%			
Creatinine After	100	9.4±.8			
Session Efficiency Rate January	100	68.2%±2.3%	-58.8	- 247.4	0.000 H. S
Creatinine After	100	9.4±.8			
Session Efficiency April	100	69.4 %±2.7%	-60	-192	0.000 H. S

**Significant. NS:p-value> 0.05 is considered non –Significant.  
HS:p-value<0.05 is considered highly**

#### **4. CONCLUSION**

From our study we concluded that the participating patients suffer from risk factors that cause chronic kidney disease, such as high blood pressure, obesity, diabetes, heart disease, and with low kidney efficiency and the occurrence of dialysis three times a week, and they were given a meal containing potassium alternating with a meal containing phosphorus, after laboratory results. The following was concluded: It is necessary to limit potassium intake so that it does not lead to weak heart and blood vessel functions and cause kidney damage. Hyperkalemia

It is one of the common life-threatening complications in hemodialysis patients and increases and sudden death. Fruits and vegetables rich in potassium must be limited.

Experimental studies have shown that restricting dietary phosphate prevents the development of kidney weakness, and patients on dialysis must continue to take various types of phosphorus binders to maintain normal phosphorus levels in the blood, as phosphorus is found with foods that contain proteins, such as meat and dairy products. Therefore, medications that reduce phosphorus levels must be used, such as Calcium carbonate

## References

- Al-Nashri, F., & Almutary, H.** Impact of anxiety and depression on the quality of life of haemodialysis patients. *Journal of clinical nursing* ۲۰۲۲; 31(1-2), 220-230.
- Bharati, J., & Jha, V** Achieving dialysis adequacy: a global perspective. In *Seminars in Dialysis* **2020; November** (Vol. 33, No. 6, pp. 490-498).
- Birute, A., Shin, A., Kistler, B. M., & Moe, S. M.** Feeling gutted in chronic kidney disease (CKD): *Gastrointestinal disorders and therapies to improve gastrointestinal health in individuals CKD, including those undergoing dialysis.* In *Seminars in dialysis* **2024, July** ; (Vol. 37, No. 4, pp. 334-349).
- Brown, E. A., Blake, P. G., Boudville, N., Davies, S., de Arteaga, J., Dong, J., ... & Warady, B.** International Society for Peritoneal Dialysis practice recommendations: Prescribing high-quality goal-directed peritoneal dialysis. *Peritoneal Dialysis International*, 2020; 40(3), 244-253.
- Clase, C. M., Carrero, J. J., Ellison, D. H., Grams, M. E., Hemmelgarn, B. R., Jardine, M. J., ... & Wingo, C. S.** Potassium homeostasis and management of dyskalemia in kidney diseases: conclusions from a Kidney Disease: *Improving Global Outcomes (KDIGO)* . **2020** ; 97(1), 42-61.
- Delgado, C., Shieh, S., Grimes, B., Chertow, G. M., Dalrymple, L. S., Kaysen, G. A., ... & Johansen, K. L.**

Association of self-reported frailty with falls and fractures among patients new to dialysis. *American journal of nephrology*, 2015 ; 42(2), 134-140.

**Eliassen, M., Jørgensen, T., Schröder, A., Dantoft, T. M., Fink, P., Poulsen, C. H., ... & Kreiner, S.** Somatic symptom profiles in the general population: *a latent class analysis in a Danish population-based health survey*. *Clinical epidemiology*, 2017 ; 421-433.

**Hazin, M. A. A.** Anemia in chronic kidney disease. *Revista da Associação Médica Brasileira*, 2020 ; 66(Suppl 1), s55-s58.

Hu, L., Napoletano, A., Provenzano, M., Garofalo, C., Bini, C., Comai, G., & La Manna, G Mineral bone disorders in kidney disease patients: the ever-current topic. *International Journal of Molecular Sciences*, 2022 ; 23(20), 12223.

**Hundemer, G. L., Talarico, R., Tangri, N., Leon, S. J., Bota, S. E., Rhodes, E., ... & Sood, M. M.** Ambulatory treatments for RAAS inhibitor-related hyperkalemia and the 1-year risk of recurrence. *Clinical Journal of the American Society of Nephrology*, 2021 ; 16(3), 365-373.

**Jun, M., Jardine, M. J., Perkovic, V., Pilard, Q., Billot, L., Rodgers, A., ... & Gallagher, M.** Hyperkalemia and renin-angiotensin aldosterone system inhibitor therapy in chronic kidney disease: *a general practice-based, observational study*. *PLoS one*, 2019 ; 14(3), e0213192.

**Kader, A. A.** Effects on nutritional quality. *In Modified and controlled atmospheres for the storage, transportation, and*

*packaging of horticultural commodities 2019* ; (pp. 129-136).  
CRC Press.

**Kalantar-Zadeh, K., Lockwood, M. B., Rhee, C. M., et al .**

Patient-centred approaches for the management of unpleasant symptoms in kidney disease. *Nature Reviews Nephrology*, **2022** ; 18(3), 185-198.

**Kalantar-Zadeh, K., Lockwood, M. B., Rhee, C. M.,**

**Tantisattamo, E., Andreoli, S., Balducci, A., ... & Li, P. K. T.** (Patient-centred approaches for the management of unpleasant symptoms in kidney disease. *Nature Reviews Nephrology*, **2022** ; 18(3), 185-198.

**Kovesdy, C. P.** Epidemiology of hyperkalemia: an

update. *Kidneyinternational supplements*, **2016** ;6(1), 3-6.

**Lazich, I., & Bakris, G. L.** Prediction and management of

hyperkalemia across the spectrum of chronic kidney disease. *In Seminars in nephrology 2014, May* ; (Vol. 34, No. 3, pp. 333-339). WB Saunders.

**Li, X., Zheng, S., and Wu, G.** Amino acid metabolism in the

kidneys: nutritional and physiological significance. *Amino Acids in Nutrition and Health: Amino acids in systems function and health 2020* ; 71-95.

**Ma, J. Z., Ebben, J., Xia, H., & Collins, A. J.** Hematocrit

level and associated mortality in hemodialysis patients. *Journal of the American Society of Nephrology 1999;10(3)*, 610-619.

- Murphy, A. B., Macejko, A., Taylor, A., & Nadler, R. B.** Chronic prostatitis: management strategies. *Drugs* **2009** ; 69, 71-84.
- Nemati, E., Einollahi, B., Pezeshki, M. L., Porfarziani, V., & Fattahi, M. R.** Does kidney transplantation with deceased or living donor affect graft survival?. *Nephro-urology monthly*, **2014** ; 6(4).
- Nissenson, A. R., Goodnough, L. T., & Dubois, R. W** Anemia: not just an innocent bystander?. *Archives of internal medicine*, 2003 ; 163(12), 1400-1404.
- Patti, G., Pasceri, V., Colonna, G., Miglionico, M., Fischetti, D., Sardella, G., ... & Di Sciascio, G.** Atorvastatin pretreatment improves outcomes in patients with acute coronary syndromes undergoing early percutaneous coronary intervention: results of the ARMYDA-ACS randomized trial. *Journal of the American College of Cardiology*, **2007** ; 49(12), 1272-1278..1-./
- Picard, K., Silva, M. I. B and Mager, C.** Dietary potassium intake and risk of chronic kidney disease progression in predialysis patients with chronic kidney disease: a systematic review. *Advances in Nutrition*, **2020** ; 11(4), 1002-1015.
- Portolés, J., Martín, L., Broseta, J. J., & Cases, A.** Anemia in chronic kidney disease: from pathophysiology and current treatments, to future agents. *Frontiers in Medicine* **2021** ; 8, 642296.

- Rastogi, A., Bhatt, N., Rossetti, S., & Beto, J.** Management of hyperphosphatemia in end-stage renal disease: a new paradigm. *Journal of Renal Nutrition*, 2021 ; 31(1), 21-34.
- Sarnak, M. J., Tighiouart, H., Manjunath, G., MacLeod, B., Griffith, J., Salem, D., & Levey, A. S.** Anemia as a risk factor for cardiovascular disease in The Atherosclerosis Risk in Communities (ARIC) study. *Journal of the American College of Cardiology* 2002; 40(1), 27-33.
- Sun, Z., Jiao, J., Lu, G., Liu, R., Li, Z., Sun, Y., & Chen, Z.** Overview of research progress on the association of dietary potassium intake with serum potassium and survival in hemodialysis patients, does dietary potassium restriction really benefit hemodialysis patients?. *Frontiers in Endocrinology*, 2023 ; 14, 1285929.
- Thurber, C., Dugas, L. R., Ocobock, C., Carlson, B., Speakman, J. R., & Pontzer, H.** Extreme events reveal an alimentary limit on sustained maximal human energy expenditure. *Science Advances*, 2019 ; 5(6), eaaw0341.
- Wang, Y., & Harris, D. C.** Macrophages in renal disease. *Journal of the American Society of Nephrology*, 2011 ;22(1), 21-27.
- Weiner, I. D., Mitch, W. E., & Sands, J. M.** Urea and ammonia metabolism and the control of renal nitrogen excretion. *Clinical Journal of the American Society of Nephrology*, 2015 ;10(8), 1444-1458.

- Weiner, I. D., Mitch, W. E., & Sands, J. M.** Urea and ammonia metabolism and the control of renal nitrogen excretion. *Clinical Journal of the American Society of Nephrology*, **2015** ; 10(8), 1444-1458.
- Wu, C., Shapiro, R., Tan, H., Basu, A., Smetanka, C., Morgan, C., ... & Unruh, M.** Kidney transplantation in elderly people: the influence of recipient comorbidity and living kidney donors. *Journal of the American Geriatrics Society*, **2008** ;56(2), 231-238.
- Yang, S., Cao, C., Deng, T., & Zhou, Z.** Obesity-related glomerulopathy: a latent change in obesity requiring more attention. *Kidney and Blood Pressure Research* **2020** ; 45(4), 510-522.
- Yarnoff, B. O., Hoerger, T. J., Shrestha, S. S., Simpson, S. K., Burrows, N. R., Anderson, A. H., ... & CRIC Study Investigators.** Modeling the impact of obesity on the lifetime risk of chronic kidney disease in the United States using updated estimates of GFR progression from the CRIC study. *PloS one*, **2018** ; 13(10), e0205530.



## **Evaluation of the effect of Garlic Powder and Thyme leaves on Productive Performance, Blood parameters, and Antioxidant Status in Japanese Quails**

تقييم تأثير مسحوق الثوم وأوراق الزعتر على الأداء الإنتاجي وخصائص الدم والحالة المضادة للأكسدة في طائر السمان الياباني

By

**Jamal Al-Mukhtar Mubarak**

Department of Zoology, Faculty of Science, Sabratha University,  
Libya

**Doi: [10.21608/asajs.2025.420135](https://doi.org/10.21608/asajs.2025.420135)**

استلام البحث : ٢٠٢٥/١/١٩

قبول النشر : ٢٠٢٥/١/٣١

Mubarak, Jamal Al-Mukhtar (2025). Evaluation of the effect of garlic powder and thyme leaves on productive performance, blood parameters, and antioxidant status in japanese quails. *The Arab Journal of Agricultural Sciences*, Arab Institute for Education, Science and Arts, Egypt, 8 (26), 161 -186.

<http://asajs.journals.ekb.eg>

## Evaluation of the effect of Garlic Powder and Thyme leaves on Productive Performance, Blood parameters, and Antioxidant Status in Japanese Quails

### Abstract:

This investigation sought to assess the impact of incorporating garlic powder and thyme leaves on the growth performance, carcass attributes, specific hematological parameters, and antioxidant capacity in Japanese quails throughout the growth phase (7–42 days). A total of 225 seven-day-old Japanese quail chicks were allocated into three distinct dietary treatments (75 birds/treatment) with three replicates for each treatment (25 birds/replicate). The chicks were systematically assigned to the following treatments: T1: Administered a basal diet devoid of any additives (control). T2: Administered a basal diet augmented with 10 g of garlic powder per kg of feed. T3: Administered a basal diet augmented with 10 g of thyme leaves per kg of feed. The findings from the statistical analysis revealed that body weight, weight gain, and feed conversion efficiency exhibited significant enhancement ( $P \leq 0.05$ ) commencing at 21 days of age and persisted until 42 days of age (the conclusion of the experiment). Nevertheless, no significant discrepancies were observed among treatments regarding feed intake. The findings further indicated that levels of total protein, albumin, globulin, and glucose experienced significant elevation in diets supplemented with garlic powder and thyme leaves. Conversely, the inclusion of these additives significantly ( $P \leq 0.05$ ) diminished cholesterol levels in the blood of quails within the experimental groups in comparison to the control group. Additionally, a marked reduction in total lipid levels was noted in the additive groups relative to the control group. The study also demonstrated a notable decrease in

malondialdehyde (MDA) concentration alongside a significant increase in glutathione (GSH) levels within the additive groups. In summary, the incorporation of garlic powder and thyme leaves into the diet positively influenced growth performance, select blood parameters, and the antioxidant status of Japanese quails.

**Keywords:** Garlic powder, Thyme leaves, Quail, Growth performance, Blood parameters, Antioxidants.

#### المستخلص:

استهدفت الدراسة تقييم تأثير إضافة مسحوق الثوم واوراق الزعتر على أداء النمو، وخصائص الذبيحة، وبعض صفات الدم وحالة مضادات الأكسدة لطائر السمان الياباني خلال فترة النمو (٧-٤٢) يوماً، تم توزيع (٢٢٥) فرخ طائر السمان الياباني بعمر ٧ أيام على ٣ معاملات غذائية (٧٥/طائر/معاملة)، ٣ مكررات (٢٥/طائر/مكرر)، تم تقسيم الكتاكيت إلى ثلاثة معاملات على النحو التالي: T1: تمت تغذيته على علف أساسي بدون أي إضافات (السيطرة)، T2 تم تغذيته على علف أساسي مكمل ب ١٠ جم من مسحوق الثوم/ كجم من العليقة، T3 تم تغذيته على ١٠ جم من أوراق الزعتر /كجم من العليقة. أشارت نتائج التحليل الإحصائي إلى أن وزن الجسم والزيادة الوزنية ومعدل التحويل الغذائي قد تحسنت معنوياً ( $P \geq 0.05$ ) بداية من عمر ٢١ يوم واستمرت حتى عمر ٤٢ يوماً (نهاية التجربة)، في حين لم يكن هناك فروقات معنوية بين المعاملات في معدل استهلاك العلف، وأظهرت النتائج كذلك أن مستوى البروتين الكلي والألبومين والجلوبيولين والجلوكوز زاد معنوياً في العلائق المحتوية على مسحوق الثوم واوراق الزعتر، بينما كان تأثير الإضافة على مستوى الكوليسترول بشكل معنوي ( $P \geq 0.05$ ) في دم طائر السمان حيث انخفض في معاملتي الإضافة، كذلك نلاحظ انخفاض معنوي في مستوى الليبيدات الكلية لمجموعة الإضافة مقارنة مع مجموعة السيطرة، وحيث أظهرت النتائج أيضاً أن هناك انخفاض معنوي في تركيز MDA ، وزيادة معنوية في (GSH). وخلصت هذه الدراسة إلى أن إضافة مسحوق الثوم واوراق الزعتر أدت لتحسين معدل الأداء وبعض صفات الدم ومضادات الأكسدة لطائر السمان الياباني.

**الكلمات المفتاحية:** مسحوق الثوم، أوراق الزعتر، السمان، أداء النمو، صفات الدم، مضادات الأكسدة.

## Introduction

The transformation of lifestyle patterns in numerous nations, propelled by escalating living standards and economic advancement, has resulted in a progressively heightened daily requirement for protein-dense foods that are crucial for development, such as poultry and eggs. These food items are characterized by their elevated levels of unsaturated fatty acids (**Adeola et al., 2006**), which are indispensable for human health and development. Among the various poultry species, the Japanese quail is notable for its high production of table eggs and meat while maintaining a relatively low economic burden. The cholesterol concentration in quail meat is quantified at 14.22 mg/kg (**Aloui et al., 2013**). Consequently, considerable scholarly focus has been directed towards identifying factors that mitigate cholesterol levels in meat and eggs, as well as enhancing the quality of fatty acids in these products through the application of antioxidant agents. These antioxidants are derived from a multitude of plant sources and serve a critical function in the prevention of diseases in humans, animals, and avians owing to their bioactive properties (**Chowdhury et al., 2002**). Poultry meat is characterized by substantial concentrations of unsaturated fatty acids, rendering it susceptible to biochemical alterations, predominantly oxidation (**Mortran et al., 1987**). Oxidative processes culminate in rancidity, as well as the generation of undesirable odors, flavors, and tastes, which consequently diminish the quality of the meat (**Olorunsanya et al., 2009**). This advancement has also introduced obstacles, including the emergence of poultry diseases attributable to accelerated growth rates and diminished immunity resulting from the excessive application of synthetic antibiotics (**Grashorn et al., 2010**). In response to the widespread incidence of diseases in poultry, researchers have investigated natural

alternatives to chemical additives aimed at bolstering immunity by stimulating the immune system and integrating these agents into poultry feed (**Alagawany et al., 2020**).

Currently, a primary focus within the domain of poultry agriculture and the production of white meat is the exploration of novel alternatives to feed additives that enhance animal well-being and augment both quantitative and qualitative production metrics (**Gerzilov et al., 2015**). Numerous medicinal flora exhibit a variety of biological properties attributable to the rich presence of active compounds that bolster animal growth and immunity (**Morsy et al., 2018**). The utilization of medicinal herbs or their extracts represents one of the most expedient and effective methodologies for the incorporation of natural antioxidants into the physiology of animals (**Soltan et al., 2018**). Moreover, antioxidants are instrumental in preserving animal health, fortifying the immune system, and optimizing production efficiency (**Qi et al., 1998**).

Among the botanicals recognized for their medicinal attributes are garlic (*Allium sativum*) and thyme (*Thymus vulgaris*). Garlic is characterized by the presence of allicin, a compound that exhibits antibiotic-like effects. It acts to inhibit the proliferation of pathogenic bacteria and fungi responsible for the production of aflatoxins (**Meraj et al., 1998**). Investigators **Samanta and Dey (1991)** reported that the incorporation of garlic powder into quail diets was associated with an increase in live body weight. In a similar vein, **Aporn et al. (2008)** discovered that the inclusion of 0.7–1.3% garlic in dietary formulations markedly enhanced weight gain and feed conversion ratio, without adversely impacting abdominal fat deposition or the cholesterol content of the meat. Additional research has indicated that the supplementation of garlic in broiler diets has been shown to stimulate immune responses,

diminish glutathione peroxidase activity in hepatic tissue, and reduce oxidative stress markers in the bloodstream (**Zsolt et al., 2009**). Thyme, an essential aromatic herb, derives its efficacy from the presence of thymol and carvacrol. **Dorman et al. (2000)** and **Giannenas et al. (2013)** elucidated the antibacterial, antiparasitic, and antifungal characteristics of thyme extracts. **Williams et al. (2001)** noted that thyme exerted a beneficial effect on the digestive system and enhanced production efficiency in poultry. Various investigations have demonstrated that the addition of thyme to broiler diets at varying ages and proportions significantly augmented live body weight, weight gain, and feed conversion efficiency (**Jamil, 2008**). Furthermore, thyme has been shown to exert a favorable influence on certain carcass characteristics and hematological parameters in broilers (**Al-Qubaisi and Jamil, 2009; Saleh et al., 2014**).

The significance of this study resides in the examination of the impact of garlic and thyme supplementation on productive performance, blood parameters, antioxidant status, and Japanese quails.

### **Materials and Methods**

This study was conducted in a private poultry house on a farm in Surman City from February 8, 2024, to March 14, 2024, over five weeks. The aim was to evaluate the effect of adding garlic powder and thyme powder to the diet on productive performance, carcass characteristics, and blood biochemical parameters in Japanese quails.

225 unsexed Japanese quails (white, gray, and black plumage) aged one week were randomly divided into three experimental groups, each with three replicates of 25 birds per replicate. The birds were reared in cages inside a closed hall equipped with the necessary environmental conditions for quail farming. Electric heaters were used to maintain appropriate

warmth, and the lighting system provided 24 hours of light daily. Feed and water were offered ad libitum throughout the trial. The thyme and garlic powders were procured from local markets. The experiment included three dietary treatments as follows:

**Control group:** No additives.

**Treatment 2:** Diet supplemented with 1% thyme powder.

**Treatment 3:** Diet supplemented with 1% garlic powder.

The birds were fed a diet formulated according to **NRC (1944)** recommendations.

### **Measured Traits**

**Live Body Weight:** Birds were weighed at the end of each week, from the start of the experiment until the fifth week, using a precision scale.

**Weight Gain:** Weight gain was calculated as follows:

**Weight gain (g)** = Final body weight – Initial body weight.

**Total Feed Intake:** Total feed intake was determined using the formula:

**Total feed intake** = Feed offered at the beginning of the week – Feed leftover at the end of the week.

**Feed Conversion Ratio (FCR):** FCR was calculated, as the amount of feed (g) required achieving 1 g of weight gain.

### **Blood Biochemical Parameters**

At the end of the experiment, four birds from each replicate were slaughtered, and blood samples were collected. The serum was separated and used to measure total protein, albumin, globulin, fibrinogen, glucose, cholesterol, HDL, LDL, and triglycerides. These parameters were determined using ready-to-use test kits supplied by **Biolabo, France**, following the manufacturer's instructions. Measurements were conducted with a spectrophotometer, and concentrations were calculated based on the equations provided by the manufacturer.

## Antioxidant Status

**Glutathione (GSH):** GSH levels in red blood cells were measured as an indicator of antioxidant status, using the modified method of **Burtis and Ashwood (1999)**.

**Malondialdehyde (MDA):** **Beuge and Aust (1978)** assessed MDA levels in serum, as an indicator of lipid peroxidation, using the modified Thiobarbituric Acid Reaction Substance (TBARS) method.

## 2.4 Statistical Analysis

Data were analyzed using SPSS software version 25. Analysis of variance (ANOVA) was employed to evaluate the data and mean differences among treatments were compared using Duncan, 1955 test.

The statistical model used was:  
$$Y_i = M + T_i + E_{ijk}$$

Where:  $Y_i$  = Response variable,  $M$  = Overall mean,  $T_i$  = Effect of treatment,  $E_{ijk}$  = Experimental error.

## Results and Discussion

### Productive Performance

**1. Body Weight and Weight Gain:** The results presented in Table (1) show the effect of adding garlic powder and thyme leaves on the live body weight of Japanese quails during the experiment. Statistical analysis revealed no significant differences in initial body weight among the experimental groups. Similarly, no significant differences were observed in body weight at 14 and 21 days of age. However, starting from 21 days of age, significant differences in body weight were observed between the supplementation treatments (T2 and T3) and the control group (T1). The average body weights at 21 days were 86.14 g (T1), 89.55 g (T2), and 90.53 g (T3). Although the differences between T2 and T3 were numerical, and not statistical, both treatments significantly outperformed the control

group ( $P \leq 0.05$ ) in live body weight at 28, 35, and 42 days of age. The final body weights at 42 days were 195.22 g (T1), 188.17 g (T2), and 201.35 g (T3). **Dorman and Deans (2000)** who reported similar findings, where thyme supplementation led to significant increases in broiler body weight due to the presence of active biological compounds such as thymol and carvacrol, which act as digestive stimulants. These results are consistent with previous studies by **Khalaji (2011)**, which demonstrated significant improvements ( $P \leq 0.05$ ) in live body weight when thyme powder was added to poultry diets. Conversely, this study's results contradict those of **Sadeghi et al. (2012)**, who reported no significant effect of thyme powder supplementation (5 g/L in drinking water) on live body weight. Likewise, **Narimani et al. (2003)**, concluded that adding 200–300 mg/kg of carvacrol (a thyme essential oil) to broiler diets improved weight gain and overall performance. Similarly, **Toghyani et al. (2010)** found that thyme powder at 5 g/kg increased daily weight gain and live body weight.

The observed improvements in productive traits are likely due to the antioxidant properties of garlic and thyme. These plants contain compounds with antibacterial and antibiotic-like properties that combat harmful gut bacteria, enhancing the efficiency of nutrient utilization (**Kabouche et al., 2005**). Additionally, thyme contains menthol, which acts as an aromatic agent, purifying the digestive system, reducing harmful microbes, and increasing pancreatic secretions. These effects enhance digestion and absorption, ultimately improving growth performance (**Kabouche et al., 2005; Lin et al., 2006**). Garlic's effects on weight gain may stem from its ability to enhance feed flavor and stimulate appetite. This could also be attributed to the allicin compound, which reduces cortisol (stress hormone) levels, as **Kothari et al. (2019)** suggested. Furthermore, the

results align with findings from Cross et al. (2007), who demonstrated thyme oil and flower supplements' positive effects on growth and feed conversion. Thyme's essential oils balance gut microbiota and stimulate digestive enzyme secretion, enhancing nutrient absorption (Singh et al., 2019). , garlic and thyme enhance growth by improving digestive enzyme activity, nutrient absorption, and feed conversion efficiency, resulting in better immunity and higher body weight.

**Table (1): Effect of Adding Garlic Powder and Thyme Leaves on Live Body Weight of Japanese Quails**

Experimental Treatments	Live body weight (g)			P.Value
	T1 (Control)	T2 (Garlic)	T3 (Thyme)	
Initial Weight (7 days)	25.12 ± 0.11 (a)	26.34 ± 0.16 (a)	26.68 ± 0.17 (a)	0.084
Weight at 14 days	55.22 ± 1.20 (a)	56.87 ± 1.34 (a)	57.43 ± 1.38 (a)	0.070
Weight at 21 days	86.14 ± 1.70 (b)	89.55 ± 1.60 (a)	90.53 ± 1.78 (a)	0.034
Weight at 28 days	123.55 ± 2.21 (b)	129.48 ± 2.16 (b)	132.45 ± 2.11 (a)	0.019
Weight at 35 days	160.17 ± 2.12 (c)	168.22 ± 2.37 (b)	175.17 ± 2.50 (a)	0.0001
Final Weight at 42 days	198.17 ± 2.42 (c)	205.22 ± 2.16 (b)	211.35 ± 2.61 (a)	0.0001

(Means followed different letters in the same row indicate significant differences differences  $P \leq 0.05$ ).

The results presented in Table (2) show the effect of adding garlic powder and thyme leaves on the weight gain of quail. The results indicated no significant differences between the supplementation treatments and the control group at 7 days and 14 days. However, statistical analysis revealed significant differences ( $P \leq 0.05$ ) between the supplementation treatments (T3, T2) and the control group (T1) starting from the third week of the experiment, with weight gains of 41.92, 39.93, and 37.41

g, respectively. There were no significant differences between the supplementation treatments. In the fourth week, significant differences were ( $P \leq 0.05$ ) observed in the T3 supplementation group compared to the T2 supplementation group and compared to the control group. Statistical analysis showed no significant differences between the supplementation treatments and the control group in the fifth week of the experiment. The total weight gain of the quail significantly improved in the ( $P \leq 0.05$ ) supplementations treatments (T3, T2) compared to the control group (T1), with total gains of 163.05, 168.88, and 174.67 g, respectively. The results of this study are consistent with the findings of **Singh (2019)**, as well as the addition of garlic powder (1%, 1.5%) in line with the results of **Singh et al. (2019)**. The interpretation of these results is attributed to the effect of garlic essential oil as a natural growth promoter. This effect may also be due to the fermentation of inulin in the colon by beneficial bacteria, which is associated with enhancing the digestive system and immune function. Additionally, garlic has been shown to increase the absorption of calcium and magnesium. Allicin, a compound in garlic, inhibits the growth of intestinal bacteria such as *Staphylococcus aureus* and *Escherichia coli* and prevents fungal aflatoxins, thereby improving feed consumption, feed conversion efficiency, and body weight gain.

**Singh et al. (2019)** found that garlic significantly enhances the number of villous and crypt cells in the duodenum and jejunum of birds. These intestinal morphological changes improve nutrient absorption. Furthermore, allicin's ability to suppress the growth of intestinal bacteria (*Staphylococcus aureus* and *Escherichia coli*) and prevent aflatoxin production in fungi leads to better nutrient absorption in the intestines. This, in

turn, improves feed conversion, increases glycogen levels in the liver and muscles, and enhances metabolism.

**Table (2): Effect of Adding Garlic Powder and Thyme Leaves on Weight Gain of Japanese Quails**

Experimental Treatments	Weight gain (g)			P.Value
	T1 (Control)	T2 (Garlic)	T3 (Thyme)	
7–14 days	30.1 ± 0.16 (a)	30.53 ± 0.22 (a)	30.75 ± 0.42 (a)	0.097
14–21 days	30.92 ± 0.17 (a)	32.68 ± 0.21 (a)	33.1 ± 0.23 (a)	0.073
21–28 days	37.41 ± 0.30 (b)	39.93 ± 0.67 (a)	41.92 ± 0.42 (a)	0.0001
28–35 days	36.62 ± 0.34 (c)	38.74 ± 0.56 (b)	42.72 ± 0.65 (a)	0.0001
35–42 days	38.00 ± 0.15 (b)	37.00 ± 0.12 (a)	36.18 ± 0.18 (a)	0.021
Total Weight Gain (7–42 days)	173.05±2.11 (c)	178.88 ± 2.51 (b)	184.67 ± 2.16 (a)	0.0001

(Means followed different letters in the same row indicate significant differences differences  $P \leq 0.05$ ).

## 2. Feed Consumption and Feed Conversion Efficiency:

The results presented in Table (3) illustrate the impact of adding garlic powder and thyme leaves on feed consumption rates. The data show significant differences in total feed consumption between the supplementation treatments and the control group. By the end of the experiment, the total feed consumption rates for the experimental groups were reported as follows: **[values from the table should be included here for precision]**.

The total feed consumption rates at the end of the experiment were recorded as **537.30 g**, **536.64 g**, and **573.74 g** for the control group, garlic powder group, and thyme leaves group, respectively. These findings align with those of the study (62), which reported no significant differences in feed consumption rates between laying hens fed a diet supplemented with thyme leaves powder (at 0.5% and 1%) and those fed a control diet.

However, these results differ from those of **Al-Naeef et al. (2010)**, who observed a significant reduction in feed

consumption among laying hens in treatments supplemented with crushed thyme leaves compared to the control. Similarly, **Kazim et al. (2009)** reported a significant increase in feed consumption when crushed thyme leaves were added to the diet, favoring thyme-supplemented treatments compared to the additive-free control diet.

**Table (3): Effect of Adding Garlic Powder and Thyme Leaves on Feed Intake of Japanese Quails (g/bird/week)**

Experimental Treatments	Feed intake (g)			P.Value
	T1 (Control)	T2 (Garlic)	T3 (Thyme)	
7–14 days	84.70 ± 1.25 (a)	83.92 ± 1.31 (a)	84.13 ± 1.21 (a)	0.087
14–21 days	94.42 ± 1.45 (a)	94.22 ± 0.67 (a)	95.11 ± 1.23 (a)	0.067
21–28 days	104.11 ± 1.70 (a)	105.16 ± 1.37 (a)	106.12 ± 1.85 (a)	0.076
28–35 days	117.22 ± 1.82 (a)	116.12 ± 1.35 (a)	117.22 ± 1.42 (a)	0.098
35–42 days	136.35 ± 1.62 (a)	137.22 ± 1.52 (a)	135.16 ± 1.63 (a)	0.064
Total Feed Intake (7–42 days)	537.30 ± 2.16 (a)	536.64 ± 2.41 (a)	537.74 ± 2.16 (a)	0.098

(Means followed different letters in the same row indicate significant differences  $P \leq 0.05$ ).

Table (4) illustrates the impact of adding garlic powder and thyme leaves on Japanese quail's feed conversion efficiency (FCE). A significant improvement ( $P \geq 0.05$ ) in FCE was observed with adding garlic powder and thyme leaves. For the first week, the FCE values were **2.73, 2.74, and 2.81 g** for the control group, T2 (garlic powder), and T3 (thyme leaves), respectively, with no significant differences between the supplementation treatments. Additionally, the total feed conversion efficiency (g/1 g weight gain) improved significantly ( $P \geq 0.05$ ) across all experimental periods, with final FCE values of **2.91, 3.00, and 3.10 g** for the control group, T2, and T3,

respectively. These results are consistent with the findings of **Kazim (2009)** and **Al-Naeef (2010)**, who reported significant improvements in FCE when thyme leaf powder was added to the diet.

**Table (4): Effect of Adding Garlic Powder and Thyme Leaves on Feed Conversion Ratio (FCR) of Japanese Quails (g feed/g weight gain)**

Experimental Treatments	Feed conversion ratio (FCR)			P.Value
	T1 (Control)	T2 (Garlic)	T3 (Thyme)	
7–14 days	2.81 ± 0.12 (a)	2.74 ± 0.16 (b)	2.73 ± 0.16 (b)	0.035
14–21 days	3.06 ± 0.35 (a)	2.88 ± 0.28 (b)	2.87 ± 0.17 (b)	0.024
21–28 days	2.78 ± 0.42 (a)	2.63 ± 0.11 (b)	2.53 ± 0.18 (c)	0.038
28–35 days	3.20 ± 0.51 (a)	2.99 ± 0.16 (b)	2.74 ± 0.12 (c)	0.021
35–42 days	3.58 ± 0.11 (b)	3.70 ± 0.12 (a)	3.73 ± 0.21 (a)	0.021
Total FCR (7–42 days)	3.10 ± 0.21 (a)	3.00 ± 0.11 (b)	2.91 ± 0.14 (c)	0.033

(Means followed different letters in the same row indicate significant differences differences  $P \leq 0.05$ ).

However, these findings contrast with the study by **Zweil et al. (2006)**, which found no significant differences in FCE between quail fed a diet with thyme powder (1–2 g/kg feed) and those fed a control diet.

The observed improvement in FCE reflects the weight gain stability achieved alongside a consistent feed consumption rate. This improvement may be attributed to thyme's inhibitory effect on Gram-positive and Gram-negative bacteria in the bird's digestive tract due to its active compounds, such as thymol and carvacrol. These compounds disrupt bacterial cell membranes, leading to bacterial death, as reported by **Al-Jugifi (2015)**, and **Isa (2013)**.

Moreover, thyme contains key digestive enzymes, such as lipase, amylase, and protease, which enhance the breakdown and absorption of fats, carbohydrates, and proteins. This enzymatic

activity, as noted by Al-Hadeethy et al. (2006), further enhances the nutritional benefits of the feed, increasing its utilization and contributing to better overall health and vitality of the birds.

The findings of this study align with the results of **Bollinger et al. (1998)**, who reported that Vitamin E improves feed conversion efficiency due to its antioxidant properties and its role in enhancing fat metabolism in the body.

## **2. Blood Measurements:**

The results presented in Table (5) show the effect of adding garlic powder and thyme leaves on some biochemical blood indices in Japanese quail. The findings indicated a significant increase in total protein, albumin, and globulin levels ( $P \geq 0.05$ ) in diets containing garlic powder and thyme leaves compared to the control group. This can be attributed to garlic's ability to improve digestion in birds (**Gardzielewska et al., 2003**), contributing to an increase in nutrients, including protein bound to glutathione in the liver, and subsequently enhancing protein released into the blood (**Wang et al., 1997**). Additionally, an increase in Y-globulin protein levels was observed in the blood (**Ali, 2001**).

**Table (5): Effect of Adding Garlic Powder and Thyme Leaves on Blood Biochemical Parameters of Japanese Quails**

<b>Blood Parameters</b>	<b>T1 (Control)</b>	<b>T2 (Garlic)</b>	<b>T3 (Thyme)</b>	<b>P.Value</b>
Total Protein (g/dl)	4.29 ± 0.2 (b)	4.66 ± 0.3 (a)	4.64 ± 0.2 (a)	0.034
Albumin (g/dl)	1.44 ± 0.06 (b)	1.51 ± 0.05 (a)	1.66 ± 0.06 (a)	0.025
Globulin (g/dl)	2.85 ± 0.05 (b)	2.97 ± 0.03 (a)	3.10 ± 0.03 (a)	0.031
Cholesterol (mg/dl)	222 ± 6.8 (a)	182 ± 5.7 (b)	185 ± 6.3 (b)	0.025
Glucose (mg/dl)	217 ± 5.32 (b)	250 ± 6.12 (a)	242 ± 4.41 (a)	0.045
Triglycerides (mg/dl)	150 ± 6.21 (a)	84.86 ± 2.32 (b)	97.47 ± 4.35 (b)	0.023
*HDL	140 ± 6.52 (b)	183.29 ± 4.12 (a)	172.22 ± 6.19 (a)	0.001
**LDL	35.46 ± 3.11 (a)	24.27 ± 3.32 (b)	26.06 ± 3.17 (b)	0.001

(Means followed different letters in the same row indicate significant differences  $P \leq 0.05$ ).

\***HDL** high-density lipoprotein.

\*\***LDL** Low-density lipoprotein.

The results also showed a reduction in blood cholesterol levels in the supplementation groups compared to the control. This aligns with the findings of **Nasir et al. (2005)**, who reported a decrease in total cholesterol in the serum of laying hens fed a diet containing 1.5% thyme leaves. Similarly, **Aporn et al. (2008)** observed a cholesterol reduction when garlic was added to broiler diets at 0.7–1.3%.

Furthermore, blood glucose levels increased significantly in the garlic and thyme groups compared to the control group. This agrees with **Meraj et al. (1998)**, who suggested that the increase in protein bound to glutathione contributes to the elevated levels of various nutrients, including glucose. These findings are consistent with previous research (**Amad et al., 2011**), which highlighted the effectiveness of certain medicinal and aromatic plants in reducing blood cholesterol due to their active essential oils (**Lee, 2009**).

The reduction in blood cholesterol levels in the supplementation groups can be attributed to carvacrol and thymol in herbs like garlic and thyme (**Zargari, 2001**). These compounds affect cholesterol and triglycerides by reducing harmful LDL cholesterol levels (**Zargari, 2001**). Additionally, garlic components can inhibit cholesterol synthesis in the liver by suppressing HMG-CoA reductase, a rate-determining enzyme in cholesterol biosynthesis (**Chen et al., 2002**).

Table (5) also indicates that thyme leaves may help prevent an increase in blood triglycerides without affecting cholesterol metabolism (**Lee et al., 2009**). Garlic powder preparation reduces the oxidation of lipoproteins both in vitro and in vivo (**Kourounakis and Rekka, 1991**).

The noticeable increase in HDL is a critical indicator of anti-hypercholesterolemic activity. High HDL levels have been associated with a reduced risk of cardiovascular diseases (CVD) (Yousef, 2004). This implies that HDL may play a protective role by reversing cholesterol transport, inhibiting LDL oxidation, and preventing atherosclerosis caused by oxidized LDL.

### **3. Antioxidants:**

The results in Table (6) demonstrate the effect of garlic powder and thyme leaves supplementation on malondialdehyde (MDA) and glutathione (GSH) levels in Japanese quail blood serum. The study found that adding garlic powder and thyme leaves significantly increased ( $P \geq 0.05$ ) glutathione levels while reducing malondialdehyde levels compared to the control group. This indicates enhanced antioxidant capacity in quail, which aligns with findings by **AL- Hameed et al. (2021)**, confirming garlic powder's ability to reduce malondialdehyde levels and lipid peroxidation in blood serum.

Similarly, the results agree with **Abo Ghanima et al. (2023)** and **Zweil et al. (2016)**, who reported that feeding Japanese quail varying levels of garlic powder reduced malondialdehyde levels and increased glutathione levels. This highlights garlic powder's potent antioxidant activity.

This is consistent with **Shaaboun (2011)**, who observed improved antioxidant status in broiler hens given an aqueous extract of thyme leaves (5–10%) in drinking water. It also agrees with **Al-Qattan et al. (2006)**, who found that administering thyme capsules (1000 mg/kg body weight) to local male rabbits significantly increased glutathione levels and reduced malondialdehyde levels in liver tissue compared to the control.

The improvement in antioxidant status is attributed to compounds like carvacrol and thymol in thyme, which enhance the activity of antioxidant systems by increasing the

effectiveness of enzymes responsible for lipid peroxidation regulation (Hashemipour et al., 2013).

**Table (6): Effect of Adding Garlic Powder and Thyme Leaves on Antioxidant Status in Blood Serum**

Parameter	T1 (Control)	T2 (Garlic)	T3 (Thyme)	P.Value
MDA (nmol/L)	24.34 ± 0.45a	22.54 ± 0.25b	20.14 ± 0.15c	0.0001
GSH (μmol/L)	10.34 ± 0.32c	11.12 ± 0.15b	14.14 ± 0.21a	0.0001

(Means followed different letters in the same row indicate significant differences differences  $P \leq 0.05$ ).

#### **Conclusion:**

This study concludes that incorporating 1% garlic powder and 1% thyme leaves into the diet enhances the production performance of Japanese quail by improving digestion and metabolism. The antimicrobial properties of these supplements contribute to better health outcomes, including improved biochemical blood components and enhanced antioxidant status. These findings support the use of garlic powder and thyme leaves as a safer, more economical alternative to antibiotics, addressing concerns over the potential adverse effects of synthetic additives in poultry diets.

**References:**

- Abo Ghanima, M. M., Aljahdali, N., Abuljadayel, D. A., Shafi, M. E., QaL[dhi, A., Abd El-Hack, M. E., & Mohamed, L. A. (2023).** Effects of dietary supplementation of Amla, Chicory and Leek extracts on growth performance, immunity and blood biochemical parameters broilers. *Italian Journal of Animal Science*, 22(1), 24-34.
- Adeola, O. (2006).** Review of research in duick nutrient utilization. *Mti. J. Poultry Science*. 5: 210-218.
- Alagawany, M., El-Hack, M. E. A., Farag, M. R., Dhama, K., Tiwari, R., Alam, G. M., & Elnesr, S. S. (2020).** Nutritional significance and health benefits of designer eggs: A review. *World's Poultry Science Journal*, 76(1), 5-16.
- Al-Hadeethy S.T.(2006).** The Qualitative properties of local and cultivated Thyme as employed as antibacterial and anti-oxiant agents for oil M. Sc. Thesis, Baghdad University.
- Alawi, M. H. H., Al-Rubaie, A. L., & Al-Bakri, N. A. (2013).** Reducing cholesterol content in quail eggs using alcoholic extracts of ginger, propolis, and cinnamon. *Al-Furat Journal of Agricultural Sciences*, 5(3), 65–75.
- Al-Hameed. & Mohammed, H. A, S. A. (2021).** Effect of Dietary Black Cumin Seeds (*Nigella Stavia*), Garlic (*Allium Sativum*) and Lettuce Leaves (*Lactuca Sativa*) on Performance and Egg Quality Traits of Native Layer Hens. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* (Vol. 910, No. 1, p. 012001). IOP Publishing.
- Ali. N. A. (2011).**The infrastructure of Adding (*Thymus vulgaris*) leaves powder to the diet on certain blood traits of broiler chickens. *Almustanserya journal* (22)6:1-28.(in arabik).
- Al-Naeef H. H. (2010).**Effect of adding different levels of crushed black seeds and (*Thymus vulgaris*) leafs for hens

ration individually or together in productive and physiological traits and some quantity traits of eggs .Ph.D.Thesis , Al-Anbar university (in Arabic).

- Al-Qaisi, G. A. M., & Jameel, Y. J. (2009).** The effect of adding thyme (*Thymus vulgaris*) and cinnamon (*Cinnamomum verum*) plants on the productive performance and some blood traits of broiler chickens. *Iraqi Veterinary Journal*, 33(2), 84–90.
- Amad, A. A., Männer, K., Wendler, K. R., Neumann, K., & Zentek, J. (2011).** Effects of a phytogenic feed additive on growth performance and ileal nutrient digestibility in broiler chickens. *Poultry Science*, 90(12), 2811–2816.
- Apron, S.; Adcharatt, S.; Usa, O.; Reawadee, S.; penal, p. (2008).** Effect of Garlic supplementation in the diet of boilers on productive performance , meat cholesterol & sensory quality.
- Buege, J. A., & Aust, S. D. (1978).** Microsomal lipid peroxidation. *Methods in Enzymology*, 52, 302–310.
- Bollengier-Lee, S., Mitchell, M. A., Utomo, D. B., Williams, P. E. V., & Whitehead, C. C. (1998).** Influence of high dietary vitamin E supplementation on egg production and plasma characteristics in hens.
- Burtis, C. A., & Ashwood, E. R. (Eds.). (1999).** *Tietz Textbook of Clinical Chemistry* (3rd ed.). W.B. Saunders. ISBN.
- Chen, S.-C., Yen, Z.-S., Wang, H.-P., Lin, F.-Y., Hsu, C.-Y., & Chen, W.-J. (2002).** Ultrasonography is superior to plain radiography in the diagnosis of pneumoperitoneum. *British Journal of Surgery*, 89(3), 351–354.
- Chowdhury, S. R.; Chowdhury, S. D. and Smith, T. K. (2002).** Effects of dietary garlic on cholesterol metabolism in laying hens. *Poultry Science*, 81: 1856-1862)

- Cross, D. E., McDevitt, R. M., Hillman, K., & Acamovic, T. (2007).** The effect of herbs and their associated essential oils on performance, dietary digestibility and gut microflora in chickens from 7 to 28 days of age. *British poultry science*, 48(4), 496-506
- Dorman, H. D., & Deans, S. G. (2000).** Antimicrobial agents from plants: antibacterial activity of plant volatile oils. *Journal of applied microbiology*, 88(2), 308-316.
- Duncan DB (1955).** Multiple range and multiple F tests. *Biometrics*, 11: 1-42.
- Gardzielewska, J., Pudyszak, K., Majewska, T., Jakubowska, M., & Pomianowski, J. (2003).** Effect of plant-supplemented feeding on fresh and frozen storage quality of broiler chicken meat. *J. Polish. Agric. Univ*, 6(2)
- Gerzilov, V., Nikolov, A., Petrov, P., Bozakova, N., PENCHEV, G., & Bochukov, A. (2015).** Effect of a dietary herbal mixture supplement on the growth performance, egg production and health status in chickens. *Journal of Central European Agriculture*
- Giannenas, I., Bonos, E., Christaki, E., & Florou-Paneri, P. (2013).** Essential oils and their applications in animal nutrition. *Med. Aromat. Plants*, 2(140), 2167-0412.
- Grashorn, M. A. (2010).** Use of phytobiotics in broiler nutrition—an alternative to infeed antibiotics. *Journal of Animal and Feed Sciences*, 19(3), 338-347
- Hashemipour, H., Kermanshahi, H. Golian, A. and Veldkamp. T. (2013).** Effect of thymol and carvacrol feed supplementation on performance, antioxidant enzyme activities, fatty acid composition, digestive enzyme activities, and immune response in broiler chickens. *Poultry Science*. 92(8): 2059-69

- Isa, M.A., Abar, F.M. and Talal, A. (2013).** study of inhitor activity of (thymus vulgaris) oil aginst some pathological bacteria. *Tikrit Journal for Agricultural Sciences Special Issue (13):67-72.*
- Jameel, Y. J. (2008).** The effect of adding thyme (Thymus vulgaris) and cinnamon (Cinnamomum verum) plants on the productive performance and some blood traits of broiler chickens. Master's thesis, College of Veterinary Medicine, University of Baghdad.
- Kabouche, A., Kabouche, Z., & Bruneau, C. (2005).** Analysis of the essential oil of Thymus numidicus (Poiret) from Algeria. *Flavour and fragrance journal, 20(2), 235-236.*
- Kazim, S.S., Al-Bandar.L.K. and AL-Khelany,F.M. (2009).**Effect of using (Thymus vulgaris) in quail ration in productive performance and egg quality. *Iraqi Journal of Agricultural Sciences 14(5):34-43.*
- Khalaji, S., Zaghari, M., Hatami,K., Hedari-Dastjerdi, S., Lotfi, L., and Nazariant, H. (2011).** Black cumin seeds, Artemisia leaves (Artemisia Sieberi), and Camellia L. plant extract as phytogetic products in broiler diets and their effects on performance, blood constituents, immunity, and cecal microbial population. *Poult. Sci. 90: 2500-2510.*
- Kothari, D., Lee, W. D., Niu, K. M., & Kim, S. K. (2019).** The genus Allium as poultry feed additive: A review. *Animals, 9(12), 1032.*
- Lee, S. J., Shin, J. H., Kang, M. J., Yang, S. M., Ju, J. C., & Sung, N. J. (2009).** Effect of garlic and medicinal plants composites on antioxidant activity and lipid levels of liver in hypercholesterolemic rats. *Journal of Life Science, 19(12), 1769-1776.*
- Lin, H., Sui, S. J., Jiao, H. C., Buyse, J., & Decuyper, E. (2006).** Impaired development of broiler chickens by stress

mimicked by corticosterone exposure. *Comparative Biochemistry and Physiology Part A: Molecular & Integrative Physiology*, 143(3), 400-405.

**Lovkova, Z (1977).** Methods for diagnosis of fish disease . Ameruno publishing ,Co , PVT ,Ltd New Deihi , Bomby ,New York.

**Marino, M., Bersani, C., &Comi, G. (2001).** Impedance measurements to study the antimicrobial activity of essential oils from Lamiaceae and Compositae. *International journal of food microbiology*, 67(3), 187-195.

**Meraj, I. C. A. (1998).** *Effect of garlic and neem leaves supplementation on the performance of broiler chickens* (Doctoral dissertation, M. Sc. Thesis, Department of Poultry Science, University of Agriculture, Faisalabad, Pakistan.

**Mortran D.S. (1987)** Lipid oxidation and flavor in meat and meat products. *Food Sci Techno Today*; 1:159- 162.

**Morsy, A. S., Eissa, M. M., Anwer, M. M., Ghobashy, H., Sallam, S. M. A., Soltan, Y. A., &Sadik, W. M. (2018).** Colostral immunoglobulin concentration and milk production of ewes fed salt tolerant forages as alternatives to berseem hay. *Livestock Science*, 210, 125-128.

**Nasir, Z., Abid, A. R., Hayat, Z., &Shakoor, I. (2005).** Effect of Kalongi (*Nigella sativa*) seeds on egg production and quality in White Leghorn layers.

**Narimani-Rad.; nobakht ,A.;Sharyar ,H.A.;Sharyar H.A.;**Newsholme,Prescott ,J.;Lima,M.M.R.; pithy – Curi,T.C.and funnctio'.*Cell Biochemistry and function*. 21: 1-9.2003.

**Olorunsanya OA, Olorunsanya EO, Akanbi AS and RMO Kayode.(2009).** Antioxidant properties of rice husk extract

in raw and cooked pork patties. *J. Applied Agricultural research*. 1:143-147.

**Qi, G. H., & Sim, J. S. (1998).** Natural tocopherol enrichment and its effect in n- 3 fatty acid modified chicken eggs. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 46(5), 1920-1926.

**Kourounakis, P. N., & Rekka, E. A. (1991).** Effect on active oxygen species of alliin and *Allium sativum* (garlic) powder. *Research Communications in Chemical Pathology and Pharmacology*, 74(2), 249-252.

**Sadeghi, G. H., Karimi, A., PadidarJahromi, S. H., Azizi, T., & Daneshmand, A. (2012).** Effects of cinnamon, thyme and turmeric infusions on the performance and immune response in of 1-to 21-day-old male broilers. *Brazilian Journal of Poultry Science*, 14, 15-20.

**Saleh, N., Allam, T., El-Latif, A. A., & Ghazy, E. (2014).** The effects of dietary supplementation of different levels of thyme (*Thymus vulgaris*) and ginger (*Zingiber officinale*) essential oils on performance, hematological, biochemical and immunological parameters of broiler chickens. *Global Veterinaria*, 12(6), 736-74.

**Samantha A.R. and A .Dey.(1991)** Effect of feeding garlic (*A.satirum*) as a growth promoter in Japanese quails (*C.coturnix Japonica* ) and its influence on dressing parameters India *J. Poult* .

**Sha'non, A. Q. (2011).** The effect of using aqueous extract of ginger and thyme on reproductive performance in broiler breeders. Ph.D. thesis, College of Agriculture, Tikrit University.

**Singh, P. K., Kumar, A., & Tiwari, D. P. (2019).** Effects of dietary supplementation of black cumin, garlic and turmeric on the production performance and egg quality of White

Leghorn hens. *Animal Nutrition and Feed Technology*, 19(3), 361-370.

**Soltan, Y. A., Hashem, N. M., Morsy, A. S., El-Azrak, K. M., El-Din, A. N., & Sallam, S. M. (2018).** Comparative effects of Moringaoleifera root bark and monensin supplementations on ruminal fermentation, nutrient digestibility and growth performance of growing lambs. *Animal Feed Science and Technology*, 235, 189-201.

**Toghyani, M., Tohidi, M., Gheisari, A. A., & Tabeidian, S. A. (2010).** Performance, immunity, serum biochemical and hematological parameters in broiler chicks fed dietary thyme as alternative for an antibiotic growth promoter. *African journal of biotechnology*, 9(40), 6819-6825.

**Wang, S. T., Chen, H. W., Sheen, L. Y., & Lii, C. K. (1997).** Methionine and cysteine affect glutathione level, glutathione-related enzyme activities and the expression of glutathione S-transferase isozymes in rat hepatocytes. *The Journal of nutrition*, 127(11), 2135-2141.

**Williams, P. and Losa, R. (2001).** The use of essential oils and their compounds in poultry nutrition. *World Poult.* 17: 14 – 15.

**Yousef, M. I. (2004).** Aluminium-induced changes in hemato-biochemical parameters, lipid peroxidation and enzyme activities of male rabbits: protective role of ascorbic acid. *Toxicology*, 199(1), 47-57.

**Zargari, A., Eshaghi, H., Bäck, O., Johansson, S., & Scheynius, A. (2001).** Serum IgE reactivity to *Malassezia furfur* extract and recombinant *M. furfur* allergens in patients with atopic dermatitis. *Acta Dermato-Venereologica*, 81(6), 418–422.

**Zweil, H. S., Genedy, S. G., & Bassiouni, M. (2006).** Effect of probiotic and medicinal plant supplements on the production and egg quality of laying Japanese quail hens

**Z solt, A.Marta , E, Nikols, M (2009).** Effect Of rosemary & garlic oil supplementation on glutathione redox system of broiler chickens.

**Zweil ,H.S.;Zahran, S.M.; Adb El Rahman,M. H.; Desoky , W .M.; Abu Hafsa, S.Hafsa, S.H.and Mokhtar .A.A. (2016).** Effect of using bee propolis as natural supplement on productive and physiological performance of Japanese quail. Egyptian poultry Science Journal, 36 (1), 161-175. DOI: 10.