



المجلة العربية للبحث العلمي  
Arabian Journal of Scientific Research

vol 4 issue 2 2023

الحد من مخاطر الحرب النووية  
دور المهنيين الصحيين  
رابطة الأطباء الدوليين لمنع الحرب النووية



داء السكري وباء يجتاح  
الوطن العربي ودور المجتمع  
والمؤسسات الصحية في الحد  
من انتشاره

تقييم فاعلية اربع نباتات طبية وعطرية  
كمواد تدخين لمكافحة طفيل الفاروا على  
طوائف نحل العسل







افتتاحية العدد

## الحدّ من مخاطر الحرب النووية – دور المهنيين الصحيين

كمران عباسي ، بارفين علي ، موزة الربان ، فرجينيا بربور ، كيرستن بيبينز دومينغو ،  
مارسيل أولدي ريكيرت ، آندي هينس ، إيرا هلفاند ، ريتشارد هورتون ، بوب ماش ،  
آرون ميترا ، كارلوس مونتيرو ، إيلينا ن. نوموفا ، إيريك ج. روبين ، تيلمان راف ،  
بويش ساهني ، جيمس توموين ، بول يونجا ، كريس زيلينسكي

ورقة بحثية

## داء السكري وباء يجتاح الوطن العربي ودور المجتمع والمؤسسات الصحية في الحد من انتشاره

خالد علي الربيعان

ورقة بحثية

## تأثير بعض المعاملات في إنبات بذور المانجو (*Mangifera indica* L.) وخصائص الشتلات النامية للصنفين قلب الثور وأبو سمكة

أحمد محمد عيد ، عبد الله حمود عبد الله الحاج

ورقة بحثية

## دور تقنية الواقع المعزّز في دعم نظم إدارة المعلومات الصحيّة

إيمان محمد الفيافي

01

05

16

23





ورقة مراجعة

**المواد النانومترية المتقدمة لمعالجة المياه: أبعاد بيئية**

جمعه عبد الجواد محمد علي

37

ورقة بحثية

**تقويم سلوك بعض السلالات الطافرة من الثوم البلدي  
*Allium sativum* L. من حيث النمو والإنتاجية خلال الجيل الخامس  
الخضري  $MV_5$  وانتخاب المتفوقة منها**

أسامة حسين العبد الله، روعة محمد مروان البيبلي، رولا غسان بطحوش،  
لمى حسن الأحمد

44

ورقة بحثية

**تقييم فاعلية أربعة نباتات طبية وعطرية كمواد تدخين  
لمكافحة طفيل الفاروا (*Varroa destructor*) على طوائف  
نحل العسل *Apis mellifera jemenitica***

جمال عبده أحمد الشرعبي، محمد محسن الشرحي، عصمان ناصر الجلال

53

ورقة بحثية

**التقييم الكمي للتعرية المائية بحوض واد محاصر بالاعتماد  
على المعادلة العالمية لفقدان التربة: الأطلس الكبير-المغرب**

عبد اللطيف السنبري، جواد الهواري، الحسين شطار

60





## الحدّ من مخاطر الحرب النووية – دور المهنيين الصحيين

كمران عباسي<sup>1</sup>، بارفين علي<sup>2</sup>، موزة الربان<sup>3</sup>، فرجينيا بربور<sup>4</sup>، كيرستن بيبينز دومينغو<sup>5</sup>،  
مارسيل أولدي ريكيرت<sup>6</sup>، آندي هينس<sup>7</sup>، إيرا هلفاند<sup>8</sup>، ريتشارد هورتون<sup>9</sup>، بوب ماش<sup>10</sup>،  
آرون ميترا<sup>11</sup>، كارلوس مونتيرو<sup>12</sup>، إيلينا ن. نوموفا<sup>13</sup>، إيريك ج. رويين<sup>14</sup>، تيلمان راف<sup>15</sup>،  
بويش ساهني<sup>16</sup>، جيمس توموين<sup>17</sup>، بول يونجا<sup>18</sup>، كريس زيلينسكي<sup>19</sup>

<sup>1</sup>رئيس تحرير، المجلة الطبية البريطانية

<sup>2</sup>رئيس تحرير، المجلة العالمية لمراجعة علوم التمريض

<sup>3</sup>رئيس تحرير، المجلة العربية للبحث العلمي

<sup>4</sup>رئيس تحرير، المجلة الطبية الأسترالية

<sup>5</sup>رئيس تحرير، مجلة الجمعية الطبية الأمريكية

<sup>6</sup>رئيس تحرير، المجلة الطبية الهولندية

<sup>7</sup>كلية لندن للصحة العامة والطب المداري

<sup>8</sup>رئيس سابق، رابطة الأطباء الدوليين لمنع الحرب النووية

<sup>9</sup>رئيس تحرير، مجلة لانسيت

<sup>10</sup>رئيس تحرير، المجلة الأفريقية للرعاية الصحية الأولية وطب الأسرة

<sup>11</sup>رئيس سابق، رابطة الأطباء الدوليين لمنع الحرب النووية

<sup>12</sup>رئيس تحرير، مجلة الصحة العامة

<sup>13</sup>رئيس تحرير، مجلة سياسة الصحة العامة

<sup>14</sup>رئيس تحرير، مجلة نيو إنجلاند الطبية

<sup>15</sup>رئيس سابق، رابطة الأطباء الدوليين لمنع الحرب النووية

<sup>16</sup>رئيس تحرير، المجلة الوطنية الهندية للصحة

<sup>17</sup>رئيس تحرير، المجلة الإفريقية للعلوم الصحية

<sup>18</sup>رئيس تحرير، المجلة الطبية لشرق إفريقيا

<sup>19</sup>جامعة وينشستر، الرابطة العالمية للمحررين الطبيين

للمراسلة Chris Zielinski, email: [czielinski@ippnw.org](mailto:czielinski@ippnw.org)

يُنشر هذا التعليق في الوقت نفسه في مجلات متعددة. للاطلاع على القائمة الكاملة للمجلات، انظر في:

<https://www.bmj.com/content/full-list-authors-and-signatories-nuclear-risk-editorial-august-2023>

في كانون الثاني/يناير 2023، قام مجلس العلوم والأمن التابع لنشرة علماء الذرة بتحريك عقارب «ساعة يوم القيامة» (Doomsday Clock) إلى 90 ثانية قبل منتصف الليل، عارضاً الخطر المتنامي لحرب نووية<sup>1</sup>. وفي شهر آب/أغسطس عام 2022، حدّر الأمين العام للأمم المتحدة أنطونيو غوتيريش من أن العالم الآن يمرّ «في زمن خطر نووي لم نشهده منذ ذروة الحرب الباردة»<sup>2</sup>. وقد برز الخطر من خلال التوترات المتزايدة بين العديد من الدول المسلحة نووياً<sup>3</sup>. إننا ندعو- بصفتنا محررين للمجلات الصحية والطبية في جميع أنحاء العالم- المهنيين الصحيين إلى تنبيه الجمهور وقادتنا إلى هذا الخطر الكبير المحدق بالصحة العامة، وأنظمة دعم الحياة الأساسية على كوكب الأرض، ونحثّ على اتخاذ الإجراءات الكفيلة لمنعه.

إنّ الجهود الحالية المبذولة للحدّ من الأسلحة النووية وضمان عدم انتشارها، تعدّ غير كافية لحماية سكان العالم من خطر الحرب النووية الذي قد ينتج من التصميم، أو الخطأ، أو من سوء التقدير. إنّ معاهدة عدم انتشار الأسلحة النووية تُلزم كل دولة من الدول الـ190 المشاركة «بمواصلة المفاوضات- بحسن نية- بشأن

التدابير الفاعلة المتعلقة بوقف سباق التسلح النووي في موعد مبكر، ونزع السلاح النووي، وإبرام معاهدة بشأن نزع السلاح العام والشامل تحت رقابة دولية صارمة وفاعلة»<sup>4</sup>. إلا أن التقدم كان بطيئاً بشكل مخيب للآمال، وانتهى آخر مؤتمر لمراجعة معاهدة حظر انتشار الأسلحة النووية في عام 2022 دون بيان متفق عليه<sup>5</sup>. وهناك العديد من الأمثلة على الكوارث الوشيكة التي كشفت عن مخاطر الاعتماد على الردع النووي في المستقبل إلى أجل غير مسمى<sup>6</sup>. ومن الممكن أن يزيد تحديث الترسانات النووية من المخاطر: على سبيل المثال، تقلل الصواريخ التي تفوق سرعتها سرعة الصوت من الوقت المتاح للتمييز بين الهجوم والإنذار الخاطئ، الأمر الذي يزيد من احتمالية حدوث التصعيد السريع.

إن أي استخدام للأسلحة النووية سيكون كارثياً على البشرية. حتى إن الحرب النووية «المحدودة» التي تشتمل على 250 سلاحاً نووياً فقط من أصل 13000 سلاح نووي في العالم يمكن أن تقتل 120 مليون شخص على الفور، وتُسبب اضطراباً في المناخ العالمي؛ مما يؤدي إلى مجاعة نووية، وتعريض ملياري شخص للخطر<sup>7,8</sup>. إن نشوب أي حرب نووية واسعة النطاق بين الولايات المتحدة الأمريكية وروسيا يمكن أن تقتل 200 مليون شخص أو أكثر على المدى القريب، ومن المحتمل أن تتسبب في «شتاء نووي» عالمي قد يقتل ما بين 5 إلى 6 مليارات شخص، الأمر الذي يهدد بقاء البشرية<sup>7,8</sup>. وبمجرد حدوث أي تفجير نووي، يمكن أن يتصاعد سريعاً لحرب نووية شاملة؛ لذلك، فإن منع أي استخدام للأسلحة النووية يمثل أولوية عاجلة للصحة العامة. فضلاً عن ذلك، يجب اتخاذ خطوات أساسية لمواجهة السبب الجذري للمشكلة؛ بإزالة الأسلحة النووية. لقد كان للمجتمع الصحي دور حاسم في الجهود المبذولة للحد من خطر الحرب النووية، ويجب أن تستمر هذه الجهود مستقبلاً<sup>9</sup>. وفي الثمانينيات من القرن العشرين ساعدت جهود المهنيين الصحيين - بقيادة «رابطة الأطباء الدوليين لمنع الحرب النووية» (IPPNW) - في إنهاء سباق التسلح في الحرب الباردة، من خلال تثقيف صانعي السياسات وعمامة الناس على جانبي «الستار الحديدي»<sup>10</sup> حول العواقب الطبية للحرب النووية. وقد أقر ذلك عند منح جائزة نوبل للسلام لعام 1985 لرابطة الأطباء الدوليين لمنع الحرب النووية<sup>10</sup> (<http://www.ippnw.org>).

وفي عام 2007، أطلقت رابطة الأطباء الدوليين لمنع الحرب النووية، حملةً دوليةً لإلغاء الأسلحة النووية. وقد نمت هذه الحملة لتصبح حملة عالمية للمجتمع المدني مع المئات من المنظمات الشريكة. وفي عام 2017، تم إنشاء مسار لإزالة الأسلحة النووية مع اعتماد معاهدة حظر الأسلحة النووية، والتي من أجلها منحت الحملة الدولية لإلغاء الأسلحة النووية جائزة نوبل للسلام لعام 2017. لقد كان للمنظمات الطبية الدولية، بما في ذلك اللجنة الدولية للصليب الأحمر، ورابطة الأطباء الدوليين لمنع الحرب النووية، والرابطة الطبية العالمية، والاتحاد العالمي لروابط الصحة العامة، والمجلس الدولي للممرضين، أدواراً رئيسية في العملية التي أدت إلى المفاوضات، وفي المفاوضات ذاتها، من خلال تقديم الأدلة العلمية حول العواقب الصحية والبيئية الكارثية للأسلحة النووية والحرب النووية. وقد واصلت المنظمات هذا التعاون المهم خلال الاجتماع الأول للأطراف الدولية في معاهدة حظر الأسلحة النووية، التي تضم حالياً 92 دولة موقعة، بينها 68 دولة عضو<sup>11</sup>.

إننا ندعو الروابط المهنية الصحية إلى إبلاغ أعضائها في جميع أنحاء العالم بالخطر الذي يهدد بقاء البشر، والانضمام إلى «رابطة الأطباء الدوليين لمنع الحرب النووية»؛ لدعم الجهود الرامية للحد من مخاطر الحرب النووية في الأجل القريب، والتي تشمل ثلاث خطوات فورية من جانب الدول المسلحة نووياً وحلفائها: أولاً، تبني سياسة عدم البدء في الاستخدام<sup>12</sup>؛ ثانياً، رفع الدول أسلحتها النووية من حالة التأهب؛ وثالثاً، حث جميع الدول المنخرطة في النزاعات الحالية على التمهّد علناً بشكل لا لبس فيه بأنها لن تستخدم الأسلحة النووية في هذه النزاعات. كما نطلب من هذه الدول العمل لأجل وضع حد نهائي للتهديد النووي من خلال دعم البدء العاجل للمفاوضات بين الدول المسلحة نووياً؛ بغية التوصل إلى اتفاق قابل للتحقق ومحدد زمنياً لإزالة أسلحتها النووية وفقاً للالتزامات الواردة في معاهدة عدم انتشار الأسلحة النووية، الأمر الذي يفتح الطريق أمام انضمام جميع الدول إلى معاهدة حظر الأسلحة النووية. إن الخطر كبير ومتنامٍ. يجب على الدول المسلحة نووياً أن تزيل ترساناتها النووية قبل أن تقضي علينا. لقد لعب المجتمع الصحي دوراً حاسماً خلال الحرب الباردة، وفي تطوير معاهدة حظر الأسلحة النووية مؤخراً. ويجب أن نتناول هذا التحدي مرة أخرى كأولوية ملحة، والعمل بطاقة متجددة للحد من مخاطر الحرب النووية والقضاء على الأسلحة النووية.

- «ساعة يوم القيامة» هي ساعة رمزية أنشأها عام 1945 علماء بعضهم شارك في برنامج صنع القنبلة النووية، ضمن خطة «نشرة علماء الذرة»، التي تضم إلى جانب الساعة خدمات علمية أخرى، ويتخذ العلماء قراراً بشأن تحريك عقارب الساعة من عدمه استناداً إلى مؤشرات تحسن وضع العالم في مواجهة الأخطار النووية والمناخية.
- «الستار الحديدي» هو مصطلح سياسي استُخدم لوصف الحدود التي قسمت أوروبا إلى منطقتين منفصلتين، وذلك منذ نهاية الحرب العالمية الثانية (1945) حتى نهاية الحرب الباردة (1991).

## Editorial

### Reducing the risks of nuclear war—the role of health professionals

#### Authors:

Kamran Abbasi, Editor-in-Chief, *British Medical Journal*; Parveen Ali, Editor-in-Chief, *International Nursing Review*; Moza Al-Rabban, Editor-in-Chief, *Arabian Journal of Scientific Research*; Virginia Barbour, Editor-in-Chief, *Medical Journal of Australia*; Kirsten Bibbins-Domingo, Editor-in-Chief, *JAMA*; Marcel GM Olde Rikkert, Editor-in-Chief, *Dutch Journal of Medicine*; Andy Haines, London School of Hygiene and Tropical Medicine; Ira Helfand, Past President, International Physicians for the Prevention of Nuclear War; Richard Horton, Editor-in-Chief, *The Lancet*; Bob Mash, Editor-in-Chief, *African Journal of Primary Health Care & Family Medicine*; Arun Mitra, Past President, International Physicians for the Prevention of Nuclear War; Carlos Monteiro, Editor-in-Chief, *Revista de Saúde Pública*; Elena N. Naumova, Editor-in-Chief, *Journal of Public Health Policy*; Eric J. Rubin, Editor-in-Chief, *New England Journal of Medicine*; Tilman Ruff, Past President, International Physicians for the Prevention of Nuclear War; Peush Sahni, Editor-in-Chief, *National Medical Journal of India*; James Tumwine, Editor-in-Chief, *African Health Sciences*; Paul Yonga, Editor-in-Chief, *East African Medical Journal*; Chris Zielinski, University of Winchester, World Association of Medical Editors.

**Correspondence:** Chris Zielinski, email: [czielinski@ippnw.org](mailto:czielinski@ippnw.org)

In January, 2023, the Science and Security Board of the Bulletin of the Atomic Scientists moved the hands of the Doomsday Clock forward to 90 seconds before midnight, reflecting the growing risk of nuclear war.<sup>1</sup> In August, 2022, the UN Secretary-General António Guterres warned that the

world is now in “a time of nuclear danger not seen since the height of the Cold War.<sup>2</sup> The danger has been underlined by growing tensions between many nuclear armed states.<sup>1,3</sup> As editors of health and medical journals worldwide, we call on health professionals to alert the public and our leaders to this major danger to public health and the essential life support systems of the planet—and urge action to prevent it.

Current nuclear arms control and non-proliferation efforts are inadequate to protect the world’s population against the threat of nuclear war by design, error, or miscalculation. The Treaty on the Non-Proliferation of Nuclear Weapons (NPT) commits each of the 190 participating nations “to pursue negotiations in good faith on effective measures relating to cessation of the nuclear arms race at an early date and to nuclear disarmament, and on a treaty on general and complete disarmament under strict and effective international control”.<sup>4</sup> Progress has been disappointingly slow and the most recent NPT review conference in 2022 ended without an agreed statement.<sup>5</sup> There are many examples of near disasters that have exposed the risks of depending on nuclear deterrence for the indefinite future.<sup>6</sup> Modernisation of nuclear arsenals could increase risks: for example, hypersonic missiles decrease the time available to distinguish between an attack and a false alarm, increasing the likelihood of rapid escalation. Any use of nuclear weapons would be catastrophic for humanity. Even a “limited” nuclear war involving only 250 of the 13 000 nuclear weapons in the world could kill 120 million people outright and cause global climate disruption leading to a nuclear famine, putting 2 billion people at risk.<sup>7,8</sup> A large-scale nuclear war between the USA and Russia could kill 200 million people or more in the near term, and potentially cause a global “nuclear winter” that could kill 5–6 billion people, threatening the survival of humanity.<sup>7,8</sup> Once a nuclear weapon is detonated, escalation to all-out nuclear war could occur rapidly. The prevention of any use of nuclear weapons is therefore an urgent public health priority and fundamental steps must also be taken to address the root cause of the problem—by abolishing nuclear weapons.

The health community has had a crucial role in efforts to reduce the risk of nuclear war and must continue to do so in the future.<sup>9</sup> In the 1980s the efforts of health professionals, led by the International Physicians for the Prevention of Nuclear War (IPPNW), helped to end the Cold War arms race by educating policy makers and the public on both sides of the Iron Curtain about the medical consequences of nuclear war. This was recognised when the 1985 Nobel Peace Prize was awarded to the IPPNW.<sup>10</sup>(<http://www.ippnw.org>).

In 2007, the IPPNW launched the International Campaign to Abolish Nuclear Weapons, which grew into a global civil society campaign with hundreds of partner organisations. A pathway to nuclear abolition was created with the adoption of the Treaty on the Prohibition of Nuclear Weapons in 2017, for which the International Campaign to Abolish Nuclear Weapons was awarded the 2017 Nobel Peace Prize. International medical organisations, including the International Committee of the Red Cross, the IPPNW, the World Medical Association, the World Federation of Public Health Associations, and the International Council of Nurses, had key roles in the process leading up to the negotiations, and in the negotiations themselves, presenting the scientific evidence about the catastrophic health and environmental consequences of nuclear weapons and nuclear war. They continued this important collaboration during the First Meeting of the States Parties to the Treaty on the Prohibition of Nuclear Weapons, which currently has 92 signatories, including 68 member states.<sup>11</sup>

We now call on health professional associations to inform their members worldwide about the threat to human survival and to join with the IPPNW to support efforts to reduce the near-term risks of nuclear war, including three immediate steps on the part of nuclear-armed states and their allies: first, adopt a no first use policy;<sup>12</sup> second, take their nuclear weapons off hair-trigger alert; and, third, urge all states involved in current conflicts to pledge publicly and unequivocally that they will not use nuclear weapons in these conflicts. We further ask them to work for a definitive end to the nuclear threat by supporting the urgent commencement of negotiations among the nuclear-armed states for a verifiable, timebound agreement to eliminate their nuclear weapons in accordance with commitments in the NPT, opening the way for all nations to join the Treaty on the Prohibition of Nuclear Weapons.

The danger is great and growing. The nuclear armed states must eliminate their nuclear arsenals before they eliminate us. The health community played a decisive part during the Cold War and more recently in the development of the Treaty on the Prohibition of Nuclear Weapons. We must take up this challenge again as an urgent priority, working with renewed energy to reduce the risks of nuclear war and to eliminate nuclear weapons

**Note:** This comment is being published simultaneously in multiple journals. For the full list of journals, see <https://www.bmj.com/content/full-list-authors-and-signatories-nuclear-risk-editorial-august-2023>.

## References

1. Mecklin J, editor. A time of unprecedented danger: It is 90 seconds to midnight. Doomsday Clock Statement. *Science and Security Board, Bulletin of the Atomic Scientists*. 2023 [cited 2023 Jun 1]. <https://thebulletin.org/doomsday-clock/current-time/>
2. UN. Future Generations Counting on Our Commitment to Step Back from Abyss, Lift Cloud of Nuclear Annihilation for Good, Secretary-General Tells Review Conference. Press Release Aug 1, 2022. SG/SM/21394. <https://press.un.org/en/2022/sgsm21394.doc.htm>
3. Tollefson J. Is nuclear war more likely after Russia’s suspension of the New START treaty? *Nature*. 2023;615:386.
4. UN. 2005 Review Conference of the Parties to the Treaty on the Non-Proliferation of Nuclear Weapons (NPT) May 2–27 [cited 2023 Jun 2]. <https://www.un.org/en/conf/npt/2005/npptreaty.html>
5. Mukhatzhanova G. 10th NPT Review Conference: Why it was doomed and how it almost succeeded. Arms Control Association. 2022 Oct [cited 2 June 2023]. <https://www.armscontrol.org/act/2022-10/features/10th-npt-review-conference-why-doomed-almost-succeeded>
6. Lewis P, Williams H, Pelopidas, B, Aghlani S. Too close for comfort, cases of near nuclear use and options for policy. Chatham House Report. 2014 April [cited 1 June 2023]. <https://www.chathamhouse.org/2014/04/too-close-comfort-cases-near-nuclear-use-and-options-policy>
7. Bivens M. Nuclear famine. IPPNW. 2022 Aug [cited 2023 Jun 1]. <https://www.ippnw.org/wp-content/uploads/2022/09/ENGLISH-Nuclear-Famine-Report-Final-bleed-marks.pdf>
8. Xia L, Robock A, Scherrer K, Harrison CS, Bodirsky BL, Weindl I, et al. Global food insecurity and famine from reduced crop, marine fishery and livestock production due to climate disruption from nuclear war soot injection. *Nature Food*. 2022;3(8):586–596.
9. Helfand I, Lewis P, Haines A. Reducing the risks of nuclear war to humanity. *Lancet*. 2022;399:1097–1098.



10. Nobel Prize Outreach AB. International Physicians for the Prevention of Nuclear War—facts. 1985 [cited 1 June 2023]. <https://www.nobelprize.org/prizes/peace/1985/physicians/facts/>
11. UN Office for Disarmament Affairs. Treaties Database. Treaty on the Prohibition of Nuclear Weapons, status of the Treaty. 2023 [cited 1 June 2023]. <https://treaties.unoda.org/t/tpnw>
12. Center for Arms Control and Non-Proliferation. No first use: Frequently asked questions . 2023 [cited 2023 Jun 2]. <https://armscontrolcenter.org/issues/no-first-use/no-first-use-frequently-asked-questions/>

# داء السكري وباء يجتاح الوطن العربي ودور المجتمع والمؤسسات الصحية في الحد من انتشاره

خالد علي الربيعان<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup> مركز الأبحاث والمكتب العلمي، مدينة سلطان بن عبد العزيز للخدمات الإنسانية، الرياض، المملكة العربية السعودية

Email: kalrubeaan@sbahe.org.sa \*

## الملخص

سجل الشرق الأوسط أعلى معدل انتشار لداء السكري في العالم، في الوقت الذي فشلت فيه نفقات الرعاية الصحية في هذه الدول على مواكبة الزيادة السريعة في أعداد المرضى إلى أن وصل إلى حد الوباء. ولفهم الأسباب الرئيسة لانتشار داء السكري وعوامل خطورته في هذه الدول، جاءت هذه الدراسة لمراجعة ورصد ما نُشر من البحوث الوبائية لداء السكري باستخدام محركات البحث العلمية وقواعد البيانات (PubMed, Embase and Ovid) لكشف حقيقة هذا الوباء، ومن ثم إبراز حجم المشكلة وأسباب الانتشار ودور عوامل الخطورة المختلفة. ولقد اعتمدت على الدراسات الوبائية المحكمة، والممثلة للتركيبة السكانية لكل دولة، مع استخدام طرق التشخيص المعتمدة عالمياً. وكشفت نتائج هذه الدراسة أن معدل انتشار داء السكري في الدول العربية هو 15.2% للذكور والإناث، بينما شكّلت حالات اختلال تحمل الجلوكوز ما نسبته 13.3% للذكور و13.5% للإناث. وكانت نسب الانتشار أعلى في دول الخليج العربي، تليها منطقة العراق والشام، ثم تأتي منطقة شمال إفريقيا في المرتبة الثالثة. أما عوامل الخطورة فتأتي في مقدمتها السمنة، مع العلم أن العرق العربي من الأعراق الأكثر إصابة بالسكري؛ حيث تتضاعف الاحتمالية في وجودهما معاً. أما عوامل الخطورة الأخرى فتأتي في مقدمتها السمنة، مع العلم أن العرق العربي من الأعراق الأكثر إصابة بالسكري. وقد أظهرت الدراسة العلاقة الطردية بين الإصابة بداء السكري وزيادة استهلاك السعرات الحرارية وقلّة النشاط البدني اليومي. وانتهت الدراسة إلى أن دول العالم العربي تتفوق على معظم دول العالم من حيث نسب انتشار داء السكري واختلال تحمل الجلوكوز، والسبب في ذلك يعود إلى تغيير نمط الحياة الذي انعكس كذلك على انتشار السمنة. لذلك فإن على هذه الدول اتخاذ الإجراءات السريعة للمكافحة الأولية لهذا الوباء، على أن تشمل جميع طبقات المجتمع، وخصوصاً الأطفال واليافعين؛ لاتخاذ نمط حياة صحي ومكافحة السمنة للحد من انتشار داء السكري.

الكلمات المفتاحية: داء السكري، اختلال تحمل الجلوكوز، عوامل الخطورة، السمنة، الدول العربية.

## Title:

**Diabetes pandemic sweeps the Arab world and the role of society and health institutions in reducing its spread**

Khalid A. Al-Rubeaan<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup> Research & Scientific Center, Sultan Bin Abdulaziz Humanitarian City, Riyadh, Kingdom of Saudi Arabia

## Abstract

Countries of the Middle East and North Africa region (MENA) have the highest rate of diabetes cases in the world, while their healthcare expenditures have failed to keep pace with the rapid increase in the number of patients until it has reached an epidemic phase. This study aimed to understand the main reasons behind the high diabetes prevalence and the related risk factors in these countries. The study was carried out by reviewing published epidemiological studies about diabetes in MENA region using PubMed, Embase, and Ovid scientific database engines. The collected studies were analyzed to assess the size of the problem and the risk factors behind the spread of this disease in the region. The results

Received 09 April 2022; accepted 12 June 2023; published 31 October 2023

© 2023 The Author(s), licensee HBKU Press. This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License CC BY 4.0 (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>), which permits unrestricted use, distribution and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

Cite this as: Al-Rubeaan KA. Diabetes pandemic sweeps the Arab world and the role of society and health institutions in reducing its spread. Arabian Journal of Scientific Research 2023;2:10. <https://doi.org/10.5339/ajsr.2023.10>

of this study confirmed that the prevalence rate of diabetes mellitus in 22 Arab countries was 15.2% for males and females, while the prevalence of impaired glucose tolerance disorder was 13.3% for males and 13.5% for females. The highest level of diabetes prevalence was in the Gulf Cooperation Council states, followed by Iraq and Sham countries, then the countries of North Africa. The most important risk factors are being over 45 years old and having a family history of diabetes, having both of them combined will double the risk of diabetes. Modifiable risk factors include obesity and smoking, which also increase the risk of diabetes to more than double. The study also showed a direct association of diabetes with increased calorie consumption and lack of daily physical activity. The paper concluded that these countries are ahead of most countries worldwide in terms of diabetes prevalence and impaired glucose tolerance, due to changes in lifestyle reflected in the high incidence of obesity. Therefore, countries of MENA region must urgently initiate primary prevention programs, targeting all gender and age groups, especially children and adolescents, to reach an adequate healthy lifestyle in order to combat obesity and diabetes prevalence.

**Keywords:** Diabetes mellitus. impaired glucose tolerance, risk factors, obesity, Arab countries

## 1- المقدمة

من وجود جينات لها تأثير على عمل الإنسولين، منها "الثرومبوسوندين 1: و"الهستون ديستيلاز"، ودورهما في الإصابة بالسمنة، وبالتالي انتشار السكري في هذا العرق البشري.<sup>3</sup>

أما دور العامل البيئي في الوطن العربي فتؤكدته إصابة الأفراد من العرقيات الأخرى ببدء السكري من النوع الثاني عندما ينتقلون للعمل في هذه الدول والعيش في بيئتها. ويأتي على رأس العوامل البيئية، تغيير النظام الغذائي المتمثل بزيادة تناول المشروبات الغنية بالسكر وكذلك الحلويات الغنية بالسكر ومشتقاته. وقد كشفت تقارير منظمة الغذاء العالمية (الفاو) أن استهلاك الدهون في السعودية قد زاد بنسبة 143% بين العامين 1971 و1997<sup>4</sup> وأن إحصائيات استهلاك المنتجات الغذائية في عُمان على مدى عشر سنوات أبرزت زيادة نسبة واردات السكر بمعدل 50%. كما أن انتشار الوجبات السريعة في الدول العربية كان وراء الارتفاع الملحوظ في معدلات السمنة، فمن المعروف أن زيادة أسعار الطعام بمعدل 20% ترفع نسبة الإصابة ببدء السكري من النوع الثاني بمعدل 160%. خصوصاً تناول هذه الوجبات مساءً وهو الغالب في المجتمع العربي، حيث أثبتت الدراسات أن للساعة البيولوجية تأثيراً على التمثيل الغذائي فيقل استهلاك السعرات الحرارية مساءً، في الوقت الذي يزيد فيه هذا الاستهلاك خلال النهار.<sup>5</sup>

أصبح وباء السكري جائحة تُرهق النظام الصحي في الدول العربية؛ حيث يوجد ما يقارب من 35 مليون مصاب به داخل المجتمع العربي، في الوقت الذي فشلت فيه نفقات الرعاية الصحية في هذه الدول، عن مواكبة الزيادة السريعة والمطرّدة في أعداد المرضى. ويؤكد ذلك أنه في عام 2013 أنفقت جميع بلدان المنطقة العربية 13.5 مليار دولار على الرعاية الصحية لمرضى السكري، وهو ما يعادل 2.5% من مجمل الإنفاق العالمي على هذا المرض، في الوقت الذي يحتضن فيه 5% من إجمالي مرضى هذا الداء، فما كان هذا الإنفاق كافياً لإيقاف انتشار الوباء، أو تباطئه، أو حتى الحد من مضاعفاته المزمنة.<sup>6</sup> هذا ولم يؤخذ بالاعتبار أن هناك الملايين من المرضى الآخرين لم يتم تشخيصهم، مما يزيد من معدلات المراضة والوفاة في هذه المنطقة من العالم. كما أن تكلفة هذا الداء الاجتماعية والمادية والتنموية مرتفعة في الدول العربية، وهي في زيادة مطردة، ويتسبب في وفاة أكثر من 10% من البالغين المصابين به، ومن المؤسف أن نصفهم من الفئات العمرية المنتجة، والتي لفقدتها أثر سلبي كبير على الناتج القومي لهذه البلدان.<sup>7</sup>

وتهدف هذه الدراسة الرصدية إلى سبر أغوار هذا الوباء من خلال الدراسات الوبائية والميدانية في الدول العربية خلال عشرين سنة مضت، والمنشورة في المجلات العلمية المحكمة، لمعرفة الواقع الحالي واحتمالات تغييره مستقبلاً. كما تهدف هذه الدراسة إلى تحديد عوامل الخطورة المختلفة التي أدت إلى هذا الانتشار الكبير؛ ومن ثمّ رسم الخطوط العريضة للحد من آثاره الصحية والاجتماعية والاقتصادية على المستويات الوطنية، والسعي إلى نشر نتائج هذا البحث باللغة العربية؛ لتمكين الباحثين العرب وأصحاب القرار في المؤسسات الصحية العربية من معرفة واقع هذا الداء، وما يجب

تضم منطقة الشرق الأوسط وشمال إفريقيا دولاً هي الأعلى في معدلات الإصابة ببدء السكري، وهي الدول العربية، وتُعرف كذلك بأنها الأعلى في معدلات الوفيات؛ بسبب الأمراض غير السارية، والأعلى في معدلات الإعاقة المرتبطة ببدء السكري. كان لا بد من هذه المقدمة الصادمة لاستيعاب خطورة وباء السكري الذي حلّ بالوطن العربي منذ أواسط القرن السابق. وقد كشفت أحدث التقارير حول انتشار داء السكري على المستوى العالمي أن 9.3% من البالغين يعانون من داء السكري، ومن المتوقع ارتفاع هذه النسبة إلى 10.2% و10.9% بحلول عامي 2030 و2045 على التوالي.<sup>1</sup> ويكشف أطلس الاتحاد العالمي للسكري بنسخته العاشرة أن أعلى معدلات الانتشار تقع في منطقة الشرق الأوسط وشمال إفريقيا؛ حيث بلغت 16.2% في عام 2021، وستبقى الأولى على المستوى العالمي حتى عام 2045؛ حيث من المتوقع أن تصل إلى 19.3%.

كان للقفزات الاقتصادية خلال السنوات الماضية في العديد من الدول العربية، أثرٌ في تغيير نمط الحياة، الذي أثر على الجانب الصحي والاجتماعي سلباً أو إيجاباً؛ فانتشرت الأمراض المزمنة، في الوقت الذي امتد فيه معدل عمر الفرد في تلك الدول نتيجة لتوفر الخدمات الصحية. ومما يؤكد ذلك أن ست دول من منطقة الشرق الأوسط قد ظهرت على قائمة الدول العشر الأعلى في ارتفاع نسب انتشار داء السكري على المستوى العالمي. وتُرجم التطور في البنية التحتية والتحضّر السريع في معظم الدول العربية إلى تغييرات في أنماط الحياة، أدت إلى تراجع النشاط البدني، وارتفاع معدلات السمنة، والتدخين، وانتشار الوجبات السريعة ذات القيمة الغذائية المنخفضة والسعرات الحرارية المرتفعة، ومن ثمّ تزايد معدلات الإصابة ببدء السكري في معظم الدول العربية، وخصوصاً دول الخليج.

وتتكون الدول العربية من اثنتين وعشرين دولة يقطنها 456,520,777 نسمة، والتي تشكل ما يقرب من 5% من إجمالي التعداد البشري في وقتنا الحاضر.<sup>2</sup> ومما يميّز المجتمع العربي كون معدلات الإصابة ببدء السكري قد تجاوزت 20% في بعض الدول العربية. ومما يزيد الأمر تعقيداً أن 50% من المصابين لا علم لهم بالإصابة. كما أن الأطفال لم يسلموا من زيادة نسبة الإصابة بالنوع الثاني من داء السكري، وهي ظاهرة تفوّقت فيها الدول العربية على باقي شعوب العالم. ولفهم سبب انتشار داء السكري في الدول العربية لا بد من ربط ذلك بالسمنة المنتشرة بصورة كبيرة في هذه المجتمعات، وإبراز دور الكتلة الشحمية، والوسائط الكيميائية المعروفة بالأديبوكينات التي تفرزها الخلايا الدهنية، في تنشيط مقاومة عمل الإنسولين. كما أن للعرق العربي دوراً في هذه الظاهرة المرضية مدعومة بالدراسات التي تمت على العرب الذين انتقلوا للعيش في الولايات المتحدة الأمريكية، وبريطانيا، وأستراليا؛ حيث أظهرت القابلية للإصابة بالسكري بمعدلات أكثر من الأعراق الأخرى. ويؤكد هذه الحقيقة ما كشفت عنه الدراسات على المجتمع الكويتي

اتخاذها من إجراءات للحد من أضراره الصحية والمادية، من خلال مادة علمية مدعومة بالحقائق والأرقام.

## 2- الطريقة

اعتمدت هذه الدراسة على رصد وتحليل ما نُشر من بحوث وبائية محكمة عن داء السكري في الوطن العربي، والتي انطبقت عليها شروط الاختيار، وقد تم جمع هذه الدراسات باستخدام محركات البحث العلمية وقواعد البيانات التي شملت "PubMed" و"EMBASE" و"Ovid" والمنشورة باللغة الإنجليزية بين عامي 2000 و2022 من قِبل باحثين من هذه الدول. وقد تم اختيار البحوث وفق معايير دقيقة ومعتمدة؛ شملت أن يكون المسح الوبائي ميدانياً يمثل التوزيع الجغرافي الديموغرافي لكل دولة، وأن يشمل طبقات المجتمع المختلفة، وأن تكون طريقة التشخيص لداء السكري حسب معايير جمعية السكري الأمريكية المعتمدة عالمياً. وقد تم تحديد الفئة العمرية للعينة البحثية لتكون بين 20 و70 سنة، ومن كلا الجنسين، وأن تشمل أنواع داء السكري المختلفة، مع استبعاد الدراسات السريرية، أو المتخصصة في مجال علمي محدد، كالدراسات الجينية، والعلاجية، أو الدراسات على المجتمعات العربية المهاجرة في الدول الأخرى. ولتلافي اضطراب النتائج فقد تم تحديد دراسة واحدة من كل دولة عربية؛ وذلك باختيار الدراسة الأقرب زمنياً والأشمل تغطيةً، والأوثق طريقةً، والأكبر عيناً، لاعتماد نتائجها في احتساب نسبة انتشار داء السكري في تلك الدولة. وقد بلغ عدد البحوث التي انطبقت عليها شروط هذه الدراسة 19 دراسةً فقط، استُخدمت لحساب معدلات انتشار داء السكري على مستوى الوطن العربي، كما تم إضافة 32 دراسة أخرى متنوعة لقياس تأثير عوامل الخطورة المختلفة في المجتمع العربي.

إن المعايير التي اعتمدت عليها هذه الدراسات في تشخيص داء السكري هي المعتمدة عالمياً، وحسب توصية منظمة السكري الأمريكية، والتي تؤكد أن تشخيص داء السكري يكون عندما يصبح جلوكوز الدم عند الصيام أكثر من 126 ملجم/ديسيلتر أي (7.0 مليمول/لتر)، أو عندما يكون معدل جلوكوز الدم أكثر من 200 ملجم/ديسيلتر أي (11.1 مليمول/لتر) بعد ساعتين من شرب محلول السكر المحتوي على 100 جرام من الجلوكوز، أو عندما يكون جلوكوز الدم العشوائي أكثر من 200 ملجم/ديسيلتر أي (11.1 مليمول/لتر). ويمكن تشخيص داء السكري عندما يكون معدل الهيموجلوبين السكري، أو ما يسمى بالخضاب الجلوكوزي (HbA1c) عند مستوى أعلى من 6.5%. أما تشخيص حالات اختلال تحمل الجلوكوز فتكون عندما يكون معدل جلوكوز الدم بين 100 و126 ملجم/ديسيلتر<sup>8</sup>. كما اعتمدت هذه الدراسة كتلة الجسم (BMI) لأكثر من 30 كيلوجراماً/م<sup>2</sup> لتشخيص السمنة لجميع الفئات العمرية. أما تعريف حالات قلة النشاط البدني في هذه الدراسات فهي عندما يكون النشاط البدني متوسط الشدة لمن تزيد أعمارهم على 18 عاماً، لا يزيد على 150 دقيقة في الأسبوع.

ولتوحيد النتائج والتعبير عنها بصورة دقيقة احتسبت نسب انتشار داء السكري في الوطن العربي حسب النسبة المئوية، وقد شملت الدول العربية التالية: الجزائر، والبحرين، ومصر، والعراق، والأردن، والكويت، ولبنان، وليبيا، والمغرب، وعمان، وفلسطين، وقطر، والسعودية، وسوريا، وتونس، والإمارات، واليمن، وموريتانيا. ولم تشمل الدول العربية التي افتقرت لهذه الدراسات وهي الصومال وجيبوتي. أما الدراسات التي اشتملت على معدلات انتشار اختلال تحمل الجلوكوز فكانت ثمانية دراسات فقط، هي: السعودية، والعراق، والإمارات، والكويت، وقطر، وسوريا، وعمان، واليمن.

أما دراسة عوامل الخطورة فقد تمت من خلال بحوث درست تأثير

هذه العوامل على انتشار داء السكري في المجتمعات العربية، وشملت: تأثير العمر، والجنس؛ كعوامل خطورة غير قابلة للتغيير، بالإضافة إلى السمنة، وقلة النشاط البدني، وزيادة استهلاك السعرات الحرارية، كعوامل قابلة للتغيير. وقد رصدت البحوث المختارة دور عوامل الخطورة الأخرى؛ كارتفاع ضغط الدم، والدهون، والتدخين، والعيش في المناطق الحضرية. أما العامل الوراثي، ودور العرق العربي فلم تشملها هذه الدراسة؛ لمحدودية البحوث المنشورة في هذا المجال، ولكونها تحتاج إلى المزيد من الدراسات والتدقيق.

وقد اعتمدت هذه الدراسة على حساب النسبة المئوية؛ لتوحيد معدلات انتشار داء السكري، وإجراء المقارنات بين الدول العربية. ولمعرفة أثر عوامل الخطورة ودورها في انتشار داء السكري استعملت هذه الدراسة القيمة الفعلية لنسبة الأوجحية (Odds ratio)، وهي معامل يقيس الارتباط بين تعرّض الشخص لعامل الخطورة، واحتمالية إصابته بداء السكري، بالمقارنة مع الأشخاص الذين لم يتعرضوا لهذا العامل. أما النسبة المئوية للتباين ( $R^2$ ) فقد تم احتسابها لكل عامل خطورة متغير مع تغير نسبة الانتشار لداء السكري، فيقيس درجة التغير حسب درجة ميلان الخط البياني النمطي لهذه العلاقة.

## 3- النتائج

جاءت نتائج هذه الدراسة بعد فحص وتحليل المعلومات المستجلبه من البحوث الوبائية المختارة لكل دولة عربية على حدة، ومن ثم توحيد محددات المقارنة، فظهر التباين بين هذه الدراسات من حيث تاريخ المسح الميداني، وحجم العينة المختارة، إلا أنها تماثلت من حيث التوزيع السكاني، والخصائص الديموغرافية، وطرق التشخيص المستخدمة في المسح الميداني. وركزت هذه الدراسة على أهم أنواع السكري، وهي النوع الأول والنوع الثاني، واختلال تحمل الجلوكوز، دون احتساب الأنواع الأخرى؛ لندرة حدوثها، ولكونها تشكل أقل من 1% من إجمالي نسبة الانتشار، ولكونها لا ترتبط بعوامل الخطورة المسببة لظاهرة وباء السكري الملاحظة حالياً في الدول العربية.

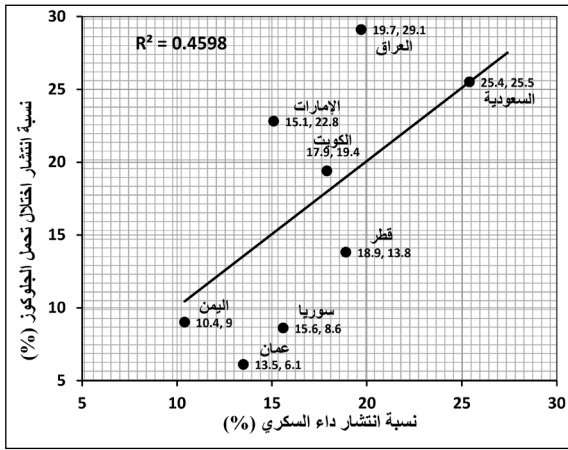
### 3-1 داء السكري

أظهرت هذه الدراسة تباين نسب انتشار داء السكري في الدول العربية، حيث تزيد على 10% في جميع الدول العربية عدا موريتانيا التي كانت نسبة انتشار داء السكري فيها 4.7% فقط. وتوضح خارطة الوطن العربي كما في شكل 1 نسبة انتشار داء السكري لكل دولة مرتباً بالتاريخ الميلادي الذي تمت فيه تلك الدراسة<sup>9</sup>.

يمكن توزيع الدول العربية من حيث انتشار داء السكري إلى أربع مناطق جغرافية، تتماثل هذه المناطق من حيث الدخل القومي، ونمط الحياة، والعادات الغذائية. فأولى المناطق هي منطقة الجزيرة العربية وبالخصوص دول الخليج، التي تحتوي على أعلى نسبة انتشار لهذا الداء في هذه المنطقة، بل حتى على مستوى الدول العربية، تتقدمها السعودية؛ إذ بلغت نسبة الانتشار 25.4%، في الوقت الذي كانت اليمن الدولة الأقل من حيث انتشار السكري في هذه المنطقة؛ حيث بلغت 10.4%. وتراوحت نسب الانتشار في باقي دول الخليج العربي بين 13.5% في عُمان، و18.9% في قطر. أما منطقة العراق والشام، فكانت العراق هي الأعلى من حيث الانتشار؛ إذ بلغت 19.7%، وأقلها انتشاراً في فلسطين بنسبة 12%<sup>10</sup>. وتأتي منطقة شمال شرق إفريقيا، ممثلة بمصر، وليبيا، والسودان، بنسب انتشار متقاربة حسب التتابع التالي 15.2%، 14.1%، 19%، أما دول شمال غرب إفريقيا فكانت الدول العربية الأقل من حيث انتشار داء السكري، بمعدلات انتشار هي 15.1% و12.29% و12.4% في تونس، والجزائر، والمغرب، على التتابع.



شكل 1. خارطة الوطن العربي توضح دراسات نسب انتشار داء السكري وتاريخ نشرها للفئات العمرية من 20 الى 70 سنة.



شكل 2. الخط البياني لارتباط النسبة المئوية للتباين بين نسب انتشار حالات اختلال تحمل الجلوكوز وداء السكري في بعض الدول العربية.

### 3-3 عوامل الخطورة

أكدت هذه الدراسة الرصدية على أهمية عوامل الخطورة في انتشار وباء السكري في الدول العربية، مع وجود تباين في طرق تقييم دور هذه العوامل في هذا الوباء في المجتمعات العربية. ولقد قامت دراسة سعودية باحتساب أثر عوامل الخطورة في انتشار داء السكري في المجتمع السعودي الذي يمثل الوطن العربي كما يوضحه جدول 1، وذلك من خلال نسب الأرجحية لعوامل الخطورة؛ ما ينعكس بصورة رقمية تحسب مدى تأثير عامل الخطورة في الإصابة بداء السكري، ويقاس وجود عامل الخطورة من عدمه لدى مرضى السكري مقارنة بمن لم يُصَبْ به. ومن خلال هذه الدراسة يظهر أن الفئة العمرية لمن هم أكبر من 45 سنة أهم عامل مؤثر للإصابة بالنوع الثاني من السكري في المجتمع العربي؛ حيث ترتفع احتمالية الإصابة إلى أربعة أضعاف، بنسبة أرجحية (Odds ratio) بلغت 4.29. يلي ذلك من حيث الأهمية الإصابة بارتفاع ضغط الدم؛ فمرض ضغط الدم ترتفع الاحتمالية لديهم أربعة أضعاف تقريباً، بنسبة ترجيح هي 3.97، إذا ما قورنوا بالأفراد الطبيعيين، هذا مع العلم أن ارتفاع ضغط الدم يصاحب داء السكري، وقد يظهر بعد الإصابة بالسكري.<sup>13</sup>

أما موريتانيا فتحتل الأقل مرتبة على مستوى الدول العربية من حيث انتشار السكري كما ذكر سابقاً.<sup>11</sup> ويظهر توزيع أنواع السكري في المجتمعات العربية أن داء السكري من النوع الثاني يشكل ما يقرب من 90% من إجمالي حالات الإصابة في الفئات العمرية المختارة، فيما يشكل النوع الأول النسبة المتبقية تقريباً. كما أن هناك أنواعاً تُعرف بالسكري الثانوي، وهي التي تحدث نتيجة للأمراض الوراثية، أو المصاحبة للأمراض الاستقلابية المختلفة، ولم يتم احتسابها؛ لندرة حدوثها.<sup>12</sup>

### 2-3 اختلال تحمل الجلوكوز

اشتملت ثماني دراسات فقط من الدراسات المختارة على مستوى الوطن العربي، على نسب انتشار اختلال تحمل الجلوكوز المعروفة بحالة ما قبل السكري؛ لكونها تسبق الإصابة بالنوع الثاني منه، حيث كشفت هذه الدراسات تساوي نسب الانتشار باختلال تحمل الجلوكوز مع نسب انتشار داء السكري من النوع الثاني، كما هو موضح بشكل 2. ويوضح الخط البياني التساوي بينهما من خلال حساب النسبة المئوية للتباين، وهي ما تعرف بمقياس ( $R^2$ ) حيث بلغت 0.8986، وهي تعكس التقارب بين النسبتين وتحقق التطابق بينهما، الذي يمكن ترجمته بأن هناك حالة من اختلال تحمل الجلوكوز مقابل كل حالة سكري من النوع الثاني. ويؤكد ذلك الدراسة السعودية؛ حيث إن نسبة انتشار داء السكري كانت 25.4%، في الوقت الذي كان فيه اختلال تحمل الجلوكوز بنسبة 25.5%.<sup>13</sup> وقد تكون نسبة انتشار اختلال تحمل الجلوكوز أعلى من انتشار النوع الثاني من السكري كما هي الحال في العراق، والإمارات، والكويت، أو أن تكون عكسية كما هي في قطر، وسوريا، وعمان، واليمن، مع ملاحظة انخفاض نسب الانتشار لكلا الحالتين في هذه المجموعة، وإن كانت أقل في اختلال تحمل الجلوكوز، حيث تقع هذه الدول تحت خط التباين كما هو واضح من الخط البياني لشكل 2.<sup>14</sup>

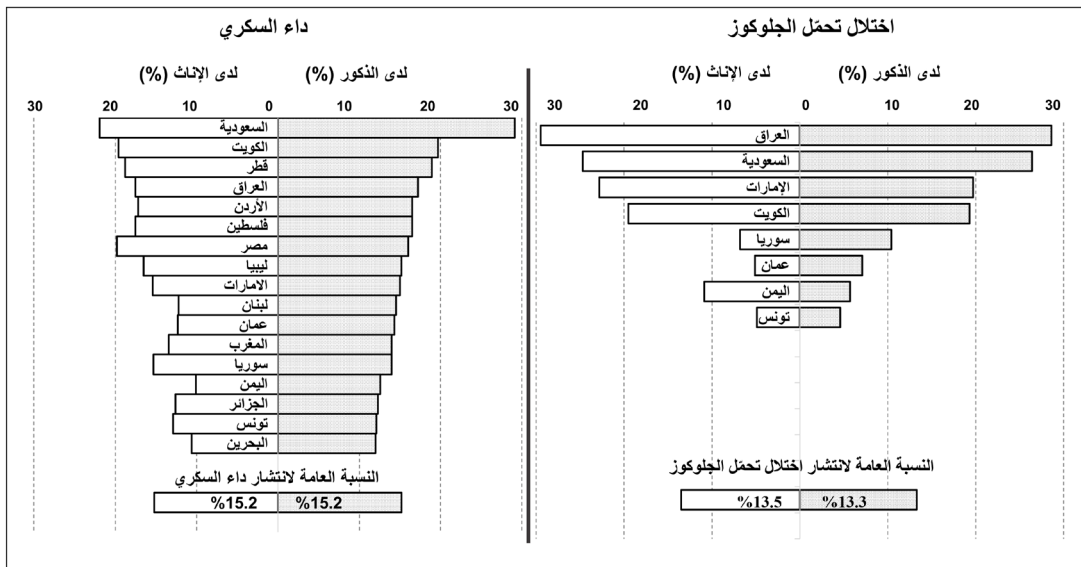
ومن الجدير بالملاحظة أن نصف حالات المصابين بالسكري التي تم اكتشافها في هذه الدراسات لم تكن على علم بإصابتها، وإنما تم اكتشافها من خلال المسح الميداني، والحال بالنسبة لاختلال تحمل الجلوكوز أكثر سوءاً.<sup>15</sup>

جدول 1: يوضح نسب الأرجحية لعوامل الخطورة لانتشار داء السكري واختلال تحمل الجلوكوز.

عوامل الخطورة لداء السكري	اختلال تحمل الجلوكوز	داء السكري
الفئة العمرية (<45 سنة)	1.51 (1.67-1.37)	4.29 (4.63-3.93)
حالات ارتفاع ضغط الدم	1.49 (1.79-1.24)	3.97 (4.50-3.51)
إصابة سابقة بسكر الحمل	1.78 (2.51-1.27)	2.70 (3.74-2.10)
ارتفاع الدهون الثلاثية	1.73 (1.91-1.56)	2.70 (3.10-2.42)
ارتفاع كوليسترول الدم	1.78 (1.98-1.61)	2.52 (2.81-2.26)
ولادة جنين (<4.5 كلجم)	1.58 (2.29-1.09)	1.70 (2.29-1.27)
جنس الذكور	1.21 (1.33-1.09)	1.53 (1.66-1.41)
السمنة (كتلة جسم <30)	1.73 (1.98-1.52)	1.53 (1.71-1.36)
التاريخ الأسري	1.15 (1.27-1.04)	1.43 (1.56-1.32)
عادة التدخين الإيجابي	1.00 (1.03-0.86)	1.36 (1.53-1.21)
العيش في المناطق الحضرية	1.23 (1.34-1.13)	1.23 (1.34-1.13)

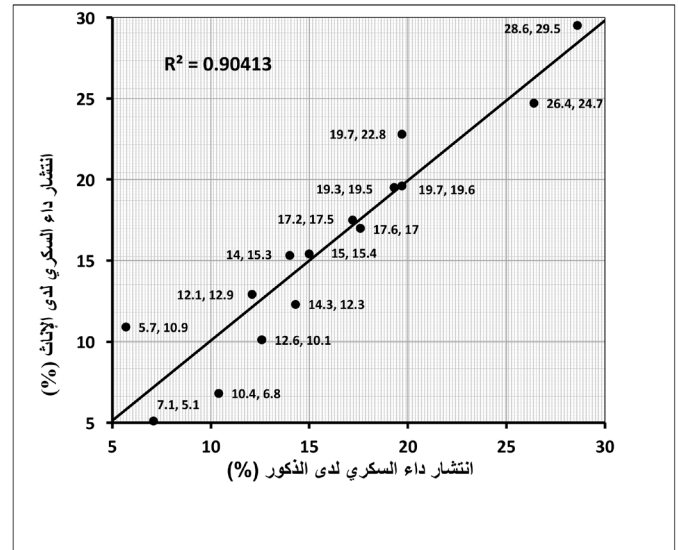
السكري في البلاد العربية في العموم، حيث بلغت 15.2% في كلا الجنسين، وكذلك الحال للمصابين باختلال تحمل الجلوكوز؛ حيث كانت 13.5% للذكور و13.2% للإناث.<sup>16</sup> ولقد اختلفت نسب انتشار السكري بين الجنسين في بعض الدول العربية؛ ففي السعودية كانت نسبة الإصابة للذكور 29.1%، أما الإناث فهي 21.9%، وفي المقابل كانت النسب عكسية في مصر؛ حيث بلغت 16% للذكور و19.8% للإناث.<sup>17</sup> ويظهر شكل 3 ترتيب نسب الانتشار بداء السكري واختلال تحمل الجلوكوز في الدول العربية لكلا الجنسين. وتتقدم دول الخليج العربي، الدول العربية الأخرى من حيث انتشار هذا الداء، أما اختلال تحمل الجلوكوز، فتتقدم العراق ودول الخليج العربي باقي الدول الأخرى. في الوقت الذي تتساوى فيه نسب الانتشار لاختلال تحمل الجلوكوز بين الذكور والإناث، عدا سوريا وعمان؛ حيث إن الذكور أكثر إصابة، بينما الإناث أكثر في اليمن.<sup>9</sup>

كما تتضاعف احتمالية الإصابة بالنوع الثاني لدى السيدات اللاتي أُصبن بسكري الحمل، أو أنجبن جنيناً يزيد وزنه على 4.5 كيلوجرام عند الولادة. ويعتبر ارتفاع كوليسترول الدم أو الدهون الثلاثية من عوامل الخطورة المهمة في زيادة الاحتمالية إلى الضعفين بنسب أرجحية هي 2.5 و 2.7 بالتتابع. وتظهر هذه الدراسة أن للسمنة دوراً في مضاعفة احتمالية الإصابة بداء السكري، ولكن بدرجة أقل من العوامل الأخرى. أما عوامل الخطورة الأخرى المعروفة في المجتمعات العالمية؛ كالتدخين، والعيش في المناطق الحضرية، فهي أقل أثراً لدى المجتمعات العربية. وعند النظر إلى حالات اختلال تحمل الجلوكوز وارتباطها بعوامل الخطورة التي تمت دراستها، فكانت نسب الأرجحية أقل عندما تقارن بنسب الأرجحية للمصابين بداء السكري؛ حيث بلغت أعلى مستوياتها في الحالات التي تعاني من ارتفاع الدهون الثلاثية والسمنة بنسبة ترجيح بلغت 1.7 لكليهما.<sup>13</sup> وأوضحت هذه الدراسة تساوي الذكور والإناث من حيث نسبة انتشار داء



شكل 3. توزيع انتشار داء السكري واختلال تحمل الجلوكوز للذكور والإناث حسب النسب المئوية في بعض الدول العربية.

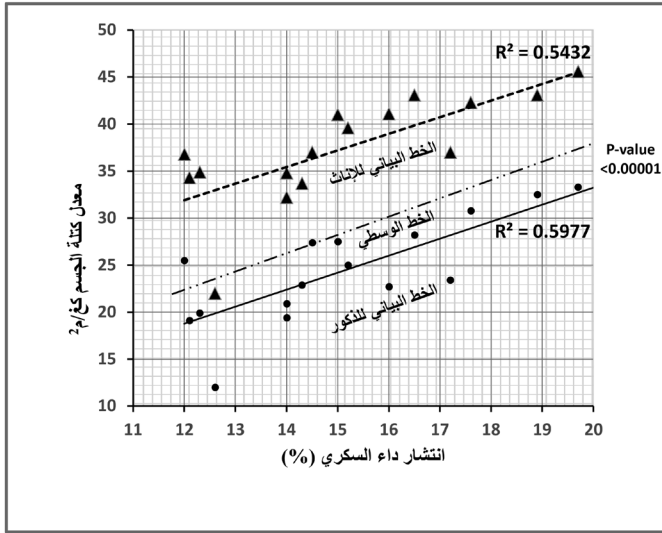
ولتأكيد ارتباط انتشار السكري بكل الجنسين من خلال الدراسات المختارة أظهر هذا البحث نسبة التباين ( $R^2$ ) لمعدلات انتشار داء السكري للذكور والإناث حسب كل دولة، كما هو واضح من شكل 4. ويتضح من الخط البياني التطابق بين نسب الانتشار في كلا الجنسين في كل دولة، حيث جاءت نسبة التباين بمقدار 0.9041؛ ما يؤكد أن هناك حالة بين الإناث مقابل كل حالة من الذكور.<sup>18</sup>



شكل 4. الخط البياني لارتباط النسبة المئوية والتباين بين نسب انتشار داء السكري لدى الذكور والإناث في بعض الدول العربية.

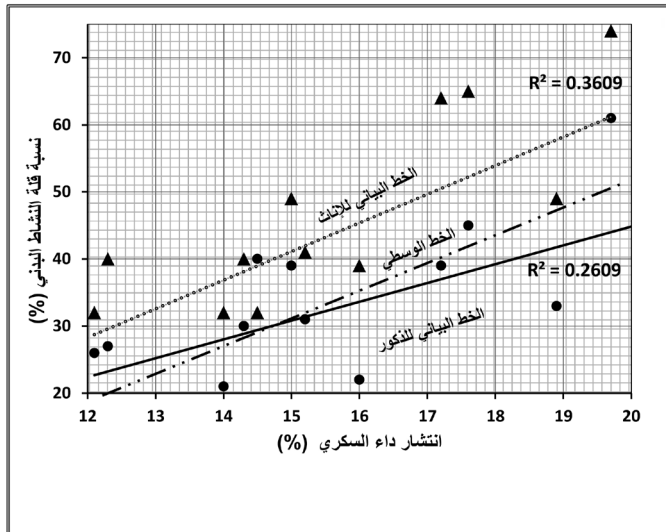
وأظهرت هذه الدراسة أن للسمنة دوراً مهماً في انتشار النوع الثاني من داء السكري؛ حيث إن مؤشر نسبة الأرجحية هو 1.5، وهذا يعني مضاعفة الاحتمالية للإصابة بداء السكري كما أوضحت ذلك الدراسة السعودية<sup>15</sup> ومن خلال مقارنة انتشار داء السكري في الدول العربية مع نسب انتشار السمنة أظهرت هذه الدراسة العلاقة الطردية بين الإصابة بداء السكري وارتفاع كتلة الجسم في كلا الجنسين، كما هو ظاهر في شكل 5. إن العلاقة الطردية بين السمنة وداء السكري تؤكد أن زيادة كتلة الجسم عن 25 كجم/ م<sup>2</sup> يصاحبها زيادة ملحوظة في انتشار داء السكري، فعلى سبيل المثال ترتفع نسبة انتشار السكري من 12% إلى 20% عندما تصل كتلة الجسم إلى 40 كجم/ م<sup>2</sup>، كما يظهر من الخط الوسطي لشكل 5. ويظهر من خطوط التباين لكلا الجنسين أن السمنة أكثر انتشاراً لدى النساء المصابات بداء السكري، في الوقت الذي يظهر فيه أن الذكور أشد تأثراً بزيادة الوزن من الإناث بقيمة احتمالية هي (P-value < 0.00001).

أثبتت العديد من الدراسات الارتباط بين قلة النشاط البدني وانتشار داء السكري، فليس من المستغرب أن يكون لقلة النشاط ارتباطاً مع انتشار داء السكري في الوطن العربي، حيث أكدت الدراسات في العديد من الدول العربية انخفاض معدل النشاط البدني في جميع البلاد العربية، خصوصاً الدول التي مرت بتغير كبير في نمط الحياة كدول الخليج العربي. وحللت هذه الدراسة العلاقة بين معدل قلة النشاط البدني والإصابة بداء السكري لكلا الجنسين في تلك الدول، حيث كشفت وجود العلاقة الطردية بينهما، كما توضح ذلك الخطوط البيانية لنسب التباين بين انتشار داء السكري وقلّة النشاط البدني للذكور والإناث، كما هو واضح من شكل 6. فالدول التي يقل فيها النشاط البدني تزداد فيها معدلات انتشار النوع الثاني من داء السكري<sup>9</sup>. وبشكل عام يظهر من الخط البياني لنسب التباين أن النساء المصابات



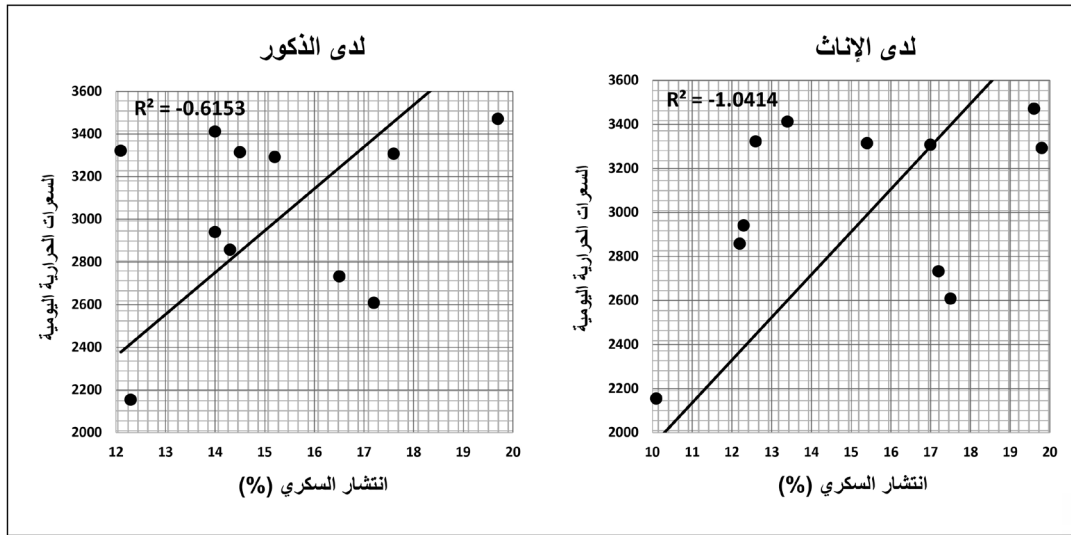
شكل 5. الخط البياني لارتباط النسبة المئوية والتباين بين نسب انتشار داء السكري ومعدل كتلة الجسم لكلا الجنسين في بعض الدول العربية.

بالسكري أقل نشاطاً من الرجال المصابين. كما يظهر اختلاف نسب التباين لكلا الجنسين؛ حيث جاءت هذه النسب أكثر تأثيراً لدى الإناث بنسبة تباين تساوي 0.3609 مقارنة بالذكور التي بلغت 0.2609، وبقيمة احتمالية بين الفئتين تساوي (P-value < 0.00001). والملاحظ من الخط البياني الوسطي لهذه العلاقة أن زيادة قلة النشاط البدني من 25% إلى 55% ترفع نسب الإصابة بداء السكري من 12% إلى 20% تقريباً.



شكل 6. الخط البياني لارتباط النسبة المئوية والتباين بين انتشار داء السكري وقلّة النشاط البدني لكلا الجنسين في بعض الدول العربية.

أما دور النظام الغذائي اليومي في انتشار داء السكري في الوطن العربي، فعند ربط الدراسات الميدانية لمعدل استهلاك السعرات الحرارية في الدول العربية بنسب انتشار داء السكري يظهر الارتباط بينهما بصورة طردية.<sup>19</sup> ويظهر من خلال الرسم البياني انتشار النسب بصورة عشوائية إلا أنها تحافظ على نمط العلاقة الطردية، فزيادة استهلاك السعرات الحرارية اليومية يرفع نسب انتشار داء السكري لكلا الجنسين كما هو واضح من شكل 7. فالعلاقة طردية بين نسب انتشار السكري وزيادة استهلاك السعرات الحرارية



شكل 7. الخط البياني لارتباط النسبة المئوية والتباين بين نسب انتشار داء السكري ومعدلات استهلاك السرعات الحرارية اليومية لكلا الجنسين في بعض الدول العربية.

يقع في دول الخليج التي مرت بتغيير حاد في نمط الحياة؛ بسبب ارتفاع معدل دخل الفرد، والتي صاحبها زيادة في معدل استهلاك السرعات الحرارية، وتراجع كبير في النشاط البدني على المستوى الوطني؛ ومن ثمَّ انتشار السمنة كما أظهرته هذه الدراسة.<sup>9</sup> وتليها منطقة شمال الجزيرة العربية -العراق وبلاد الشام- من حيث زيادة معدلات الانتشار؛ حيث لحقت بدول الخليج العربي وإن كانت بدرجة أقل، وعانت هذه الدول بشكل واضح من انتشار السمنة بعد أن تحولت أنظمتها الغذائية إلى الأطعمة المصنَّعة والدهون الحيوانية، وقللت من الألياف والفواكه والخضروات التي ميزت أطعمة البحر الأبيض المتوسط.<sup>22</sup> وتأتي بالمرتبة الثالثة منطقة شمال إفريقيا والمغرب العربي؛ حيث إنها أقل الدول العربية من حيث انتشار داء السكري، وقد يكون لطعام البحر الأبيض المتوسط دور في تأخر الزيادة في انتشار داء السكري؛ لاعتماد هذه الدول على الزيوت النباتية، والغذاء المعتمد على الخضار والأسماك، إلا أنها لحقت بباقي الدول العربية بعد أن انتشرت العادات الغذائية الغربية الضارة؛ كالوجبات السريعة، والمصنعة، واللحوم الحيوانية، على حساب الأسماك والزيوت النباتية. وما يؤكد ذلك أن موريتانيا كانت الأقل تأثراً بتغيير نمط الحياة، فكانت الأقل من حيث انتشار السكري على مستوى الوطن العربي.<sup>23</sup>

ويشكل انتشار اختلال تحمل الجلوكوز -أو ما يعرف بحالات ما قبل الإصابة بالسكري في الوطن العربي- جزءاً مهماً من هذا الوباء؛ لكونها الحاضرة للمزيد من حالات السكري من النوع الثاني، هذا بالإضافة إلى أنها حالات مرضية؛ لما يصاحبها من حدوث مضاعفات السكري المزمنة؛ كاعتلال شبكية العين، وتصلب الشرايين وبالخصوص شرايين القلب،<sup>24</sup> وأكدت هذه الدراسة أن هناك حالة واحدة لما قبل السكري أمام كل حالة إصابة بالنوع الثاني من السكري، وهذا يعني أن لدينا في العالم العربي ما يقرب من 50 مليون مصاب باختلال تحمل الجلوكوز. ولكون ما يقرب من 5-10% من الأفراد المصابين بهذه الحالة تتطور أحوالهم إلى الإصابة بالنوع الثاني من السكري في غضون عام، فهذا يعني زيادة مطردة في حالات السكري بمعدل خمسة ملايين مصاب سنوياً على مستوى العالم العربي.<sup>25</sup> ولكون هذه الفئة من المرضى ذات أهمية كبيرة؛ لسهولة عودة المرضى إلى الوضع الصحي الطبيعي، لذا فيجب إدراجهم في برامج الوقاية الأولية، التي من شأنها تقليل فرص الإصابة بداء السكري وتعزيز فرص العودة للمعدلات الطبيعية وفقاً

لدى الذكور والإناث؛ حيث إن نسب التماثل تساوي 0.973 للذكور و0.9659 للإناث، بقيمة غير مؤثرة بين الجنسين (P-value 0.25729)؛ ما يعني زيادة معدل انتشار السكري مع زيادة استهلاك السرعات الحرارية اليومية دون وجود فروق بين الجنسين.

#### 4- المناقشة

تقع الدول العربية ضمن المنطقة الحمراء التي تضم نصف مرضى السكري على المستوى العالمي، والتي تشمل الشرق الأوسط، ووسط وجنوب قارة آسيا. ويمكن توزيع هذه المنطقة إلى جزأين عند رسم خط عمودي يمر عبر حدود إيران الشرقية، حيث يعيش نصف هؤلاء المرضى في الدول ذات الكثافة السكانية العالية وهي: الصين، والهند، وباكستان، وباقي دول جنوب وجنوب شرق آسيا. وكانت نسب انتشار السكري في هذه الدول تماثل ما هو معروف عالمياً، وقد تكون بعض تلك الدول أقل من ذلك، إلا أن الكثافة السكانية كانت وراء الأعداد الكبيرة لمرضى السكري في هذا الجزء من العالم. بينما يعيش النصف الآخر من المرضى، والذي يشكل ربع مرضى السكري في العالم في دول الشرق الأوسط وشمال إفريقيا. وفي هذه الدول تسببت معدلات انتشار السكري المرتفعة في احتضانها لأعداد كبيرة من المرضى مع أنها لا تعاني من الكثافة السكانية.<sup>19</sup>

وأظهرت تقارير الاتحاد العالمي للسكري لعام 2019 أن 54.8 مليون مصاب بداء السكري يعيشون في الدول العربية والتي يقطنها ما يقرب من 430,753,333 نسمة حسب إحصاءات المرصد العالمي للسكان.<sup>20</sup> وقد أوضحت الدراسة العالمية لمراقبة داء السكري أن ما يقرب من 12% من إجمالي مرضى السكري على المستوى العالمي يعيشون في الوطن العربي الذي يشكل 5% من التعداد البشري العالمي. وما يؤكد أن انتشار داء السكري في هذه الدول ضعف ما هو معروف على المستوى العالمي، دخول مصر في المرتبة التاسعة ضمن أعلى عشر دول من حيث عدد مرضى السكري عالمياً للفئة العمرية الواقعة بين 20 إلى 70 سنة.<sup>21</sup>

ويمكن تقسيم الدول العربية من حيث معدلات انتشار السكري إلى ثلاث مجموعات تتماثل في الغالب من حيث الموقع الجغرافي والقدرة الاقتصادية، كما يظهر في خارطة الدول العربية في شكل 1، فأعلى انتشار



لنتائج برنامج الوقاية بين هذه الفئة من المرضى في بعض دول العالم، وعلى رأسها الدراسات الفنلندية، والصينية، والأسترالية.<sup>26</sup>

أثبتت برامج الوقاية الأولية من داء السكري، دوراً كبيراً في التقليل من انتشاره من خلال التدخل المبكر في حالات اختلال تحمل الجلوكوز، وذلك باستخدام عقار الميتفورمين (جلوكوفاج)، أو برامج التعديل المكثف لنمط الحياة، والتي تهدف إلى خفض وزن الجسم باستخدام نظام غذائي منخفض السعرات الحرارية وقليل الدهون، بالإضافة إلى ممارسة النشاط البدني. فجاءت نتائج هذه البرامج مشجعة؛ حيث انخفضت أعداد مرضى السكري بنسبة 31% مع استخدام عقار الميتفورمين، و60% مع تعديل نمط الحياة.<sup>27</sup> وأكد ذلك ما كشفته الدراسة الفنلندية، حيث بعد ثلاث سنوات من تغيير نمط الحياة انخفضت نسبة الإصابة بالسكري بمقدار 58%،<sup>28</sup> وأما الدراسة الصينية فقد كشفت انخفاض عدد مرضى السكري بنسبة 31% لمجموعة النظام الغذائي فقط، و46% لمجموعة النشاط البدني فقط، و42% لمجموعة النظام الغذائي والنشاط البدني معاً.<sup>29</sup>

إن تطبيق برامج مكافحة الأولية من خلال تغيير نمط الحياة أو التدخل الدوائي في دول العالم العربي ستحد من انتشار هذا الوباء، وتقلل من انتشاره إلى ما يقارب النصف بالصورة المتفائلة. وحيث إنه من المتوقع أن يكون هناك ما يقرب من 35 مليون مصاب باختلال تحمل الجلوكوز في الوطن العربي، وحيث إن التكلفة السنوية لكل حالة مصابة باختلال تحمل الجلوكوز تصل إلى 500 دولار أمريكي سنوياً، فإن العبء المالي المرتبط بهذه الحالات يُعدّ كبيراً. لذلك فإن تقليل نسبة الانتشار بمقدار 10% فقط ستوفر على الخدمات الصحية لهذه الدول ما يزيد على الملياري دولار تقريباً؛ مما ينعكس إيجابياً على اقتصاد هذه البلدان؛ فكيف لو انخفضت هذه النسبة بمعدلات أكبر؟<sup>30</sup>

يعتبر العرق العربي من الأعراق البشرية الأكثر قابلية للإصابة بداء السكري من النوع الثاني عند مقارنته بالأعراق البشرية الأخرى، ومن المؤكد أن للعامل الجيني دوراً في إحداث حالة مقاومة عمل هرمون الإنسولين. كما تلعب العوامل الوراثية دوراً رئيسياً في انتشار داء السكري في الشرق الأوسط.<sup>31</sup> ولتزاوج الأقارب دور في تركيز الجرعة الجينية المسببة لانتشار داء السكري، وحيث إن نسبة التزاوج بين الأقارب في المجتمع العربي الأعلى عالمياً،<sup>32</sup> فمن الملاحظ زيادة معدلات الإصابة في بعض الأسر العربية التي يكثر فيها تزاوج الأقارب؛ حيث تصل نسبة الإصابة إلى 50%.<sup>33</sup>

وللحد من انتشار هذا الداء فلا بد من التقليل من عوامل الخطورة، خصوصاً العوامل القابلة للتغيير. وحيث إن عوامل الخطورة غير القابلة للتغيير، وعلى رأسها الفئة العمرية لمن هم فوق سن 45 سنة، والتي قد تلعب دوراً مهماً في تفاقم هذا الوباء، فقد وجب على الدول العربية إطلاق برامج الوقاية الأولية لهذه الفئة وبصورة عاجلة.<sup>13</sup> كما أنه من المعروف أن الذكور أكثر عرضة للإصابة بداء السكري على المستوى العالمي، إلا أن الصورة مختلفة في معظم الدول العربية، فالذكور أكثر إصابة في السعودية، وعلى العكس من ذلك فإن الإناث أكثر إصابة في مصر، وقد يعود ذلك إلى ارتفاع معدلات السمنة في النساء في المجتمع المصري وبعض المجتمعات العربية، ويرجع ذلك إلى نقص المرافق الرياضية المخصصة للنساء، بالإضافة إلى زيادة تعرضهن لسكري الحمل؛ حيث تعتبر الدول العربية من أعلى الدول في معدلات الخصوبة، ويدعم هذه الظاهرة العلاقة الطردية بين عدد الولادات ومؤشر كتلة الجسم لدى السيدات.

وتندرج ظاهرة انتشار السمنة في المجتمع العربي خلال العقود الثلاثة الماضية بخطر تفاقم وباء السكري، خصوصاً أن ظاهرة انتشار السمنة في تزايد، وأنها ترتبط بالنمو الكبير في الدخل القومي، والتحضّر السريع، وتحسن

الظروف المعيشية. وتشكل السمنة في الوقت الحاضر نسب انتشار بلغت 26% في الذكور و41% في الإناث في المجتمعات العربية.<sup>34</sup> كما أن السمنة في الدول العربية شملت صغار السن حيث إن ثلث من يعانون من السمنة المفرطة في المجتمع العربي هم من الأطفال بأعمار ما قبل المدرسة، ويعود ذلك لكون المجتمع العربي مجتمعاً فتيماً، فيشكل من هم دون سن العشرين نصف المجتمع تقريباً. وتبرز أهمية سمنة الأطفال لارتباطها بداء السكري من النوع الثاني بشكل كبير؛ حيث تعتبر الدول العربية الأعلى في نسب انتشار السكري من النوع الثاني بين الأطفال.<sup>35</sup> أما دور الحد من انتشار السمنة في تقليل نسب الإصابة بداء السكري واختلال تحمل الجلوكوز فكبير جداً في تقليل حالات الإصابة بداء السكري؛ فإن فقدان 7% من وزن الجسم يقلل من خطر الإصابة بداء السكري بنسبة 60% تقريباً، كما أن خلق الوعي حول مكافحة السمنة بين أطفال المدارس والشباب واليافعين، له دور مهم في الحد من السمنة؛ ومن ثمّ تقليل انتشار داء السكري.<sup>36</sup>

أما عوامل الخطورة الأخرى القابلة للتغيير فمتعددة، يأتي على رأسها النظام الغذائي والنشاط البدني اليومي، فخلال العقود الثلاثة الماضية حدث تغيير كبير في العادات الغذائية بتوفر الطعام الذي يحتوي على نسبة عالية من الدهون، والكربوهيدرات. فعلى سبيل المثال تخلّى أطفال المدارس في لبنان عن النظام الغذائي الصحي وما يعرف بالنظام الغذائي للبحر الأبيض المتوسط المكون من الحبوب والخضروات والفاكهة، والدهون النباتية، واستبدلوا بها العادات الغذائية الغربية المتمثلة بالوجبات السريعة، حيث زاد استهلاك الدهون لدى الأطفال اللبنانيين من 24% إلى 34% خلال الفترة 1963-1998.<sup>37</sup> وزادت نسبة تناول الوجبات السريعة في المجتمع السعودي والكويتي، وصاحب ذلك قلة النشاط البدني؛ فأدى ذلك إلى انتشار السمنة، كما هي الحال في أطفال العراق.<sup>38</sup> وكشفت الدراسة السورية أن البدناء في المجتمع السوري يستهلكون من السعرات الحرارية أكثر من الأشخاص ذوي الوزن الطبيعي، بغض النظر عن نوع الطعام الذي يتناولونه. وقد نشرت منظمة الأغذية والزراعة للأمم المتحدة بين العامين 1990 و2007 أن متوسط استهلاك الطاقة للفرد في المجتمعات العربية هو 2780 كيلو كالوري يومياً.<sup>39</sup> ويتضح من هذه الدراسة أن الزيادة في السعرات الحرارية اليومية في المجتمعات العربية بمقدار 1000 سعرة حرارية يومية، يزيد نسبة الإصابة بمقدار 50%، وقد تتضاعف هذه النسبة إذا صاحبها قلة النشاط البدني. وتؤثر بعض العادات الاجتماعية، كعادة الكرم عند العرب وهي من الأخلاق التي ميّزت العرب على غيرهم من المجتمعات الإنسانية، في زيادة السعرات الحرارية التي تقدّم في الولائم، التي يبالغ فيها بكثرة الطعام، وتقديم الوجبات الدسمة والكبيرة؛ تعبيراً عن الاحتفاء والكرم؛ فيقع الضيف في دائرة الإحراج أمام مضيفه.

وأحدثت التنمية الاجتماعية ونمو الاقتصاد في الدول العربية تغييرات كبيرة في الوضع الاجتماعي والاقتصادي ووسائل الحياة؛ فانعكس ذلك على شبكات الطرق السريعة، وتوفر وسائل الانتقال كالسيارات، والاعتماد على وسائل مختلفة قضت على النشاط البدني كالألات الزراعية وغيرها. واستخدمت المجتمعات العربية أجهزة الكمبيوتر التي جلبت لهم الخدمات دون أدنى جهد منهم، وقضى التلفزيون وأجهزة الألعاب الإلكترونية على البقية الباقية من أسباب الحركة، والنشاط البدني. ويؤكد هذا الضرر دراسة "فرامنغهام" الشهيرة على الأطفال، والتي أظهرت أن مشاهدة التلفزيون لأكثر من ثلاث ساعات يومياً، تؤدي إلى زيادة كتلة الجسم لتصل إلى 20.7، ومشاهدة التلفزيون لفترة أقل من 1.75 ساعة يومياً، تؤدي إلى تراجع كتلة الجسم إلى 18.7،<sup>40</sup> ولو نظرنا إلى انعكاس ذلك على المجتمعات العربية، نجد أن الدراسات أظهرت أن ما يقرب من 82% من البالغين في البحرين يشاهدون التلفزيون يومياً، وأن ما يقرب من 57% من الأطفال في السعودية

الذين تتراوح أعمارهم بين 7-12 سنة لا يشاركون في النشاط البدني ولو بمستويات متواضعة، وأن 2% فقط من البالغين المصريين يمارسون الرياضة بشكل يومي.<sup>39</sup> ولذلك تبرز أهمية نشر الوعي في المجتمعات العربية حول دور النشاط البدني في الحد من السمنة والأمراض المزمنة.

## 5- الاستنتاجات

يتميز المجتمع العربي بروابط اللغة، والثقافة، والعادات الاجتماعية التي وُحِّدَت كيانه، وإن امتدت دوله في رُقعة جغرافية كبيرة. وليس بالمستغرب تماثل الدول العربية في معدلات انتشار داء السكري واختراق عوامل الخطورة لهذا المجتمع الذي امتزجت فيه العوامل البيئية، والاجتماعية، والوراثية، منذ أن اختلطت فيه القبائل، وتزاوجت فيه الأسر إلى يومنا هذا. وكان لهذا الامتزاج دور في تماثلها في العادات الغذائية، وأنماط السلوك الاجتماعي. ويتميز المجتمع العربي بالترابط الجغرافي والعرقى، بل إنه يتميز بتوحد الخطة الجينية المتميزة التي وُحِّدَت ظهور الأمراض الجسدية والظواهر الصحية في هذا المجتمع.

ولقد جاءت هذه الدراسة لدق ناقوس الخطر حول حجم وباء السكري في الوطن العربي، ودور عوامل الخطورة في انتشاره، وما قد يصل إليه الحال في المستقبل. فكان من الضروري لفت الانتباه إلى سرعة التدخل للحد من انتشاره، وتحجيم أضراره على المجتمع، في الوقت الذي نمتلك فيه الوسائل لوقف انتشاره والحد من مضاعفاته الحادة والمزمنة؛ فلا بد من تفعيل دور المؤسسات الصحية في هذه الدول، وجعل داء السكري أولوية في البرامج الوقائية والعلاجية بالوسائل التي تتناسب مع إمكانيات هذه الدول، وما يتناسب مع عادات المجتمعات العربية. والنظر إلى أنظمة الخدمات الصحية في الدول العربية يجد التماثل في تركيبها الإدارية؛ مما يسهل اعتماد برامج موحدة بينها، ويقابل ذلك تطابق نظرة المجتمع العربي للأمراض، والمفاهيم الصحية أو الخاطئة حول طرق العلاج في هذه الدول.

إن وحدة اللغة والعادات توحد برامج التوعية والتثقيف الصحي، وتشجع على السلوك الإنساني الصحيح، كما أن الترابط الجغرافي يوحد استراتيجيات الخدمات الصحية. وتبدأ رحلة الوقاية من هذا الوباء بنشر الوعي في أرجاء الوطن العربي عن عوامل الخطورة المسببة لهذا الوباء. ويجب أن يصاحب ذلك تعديل في نمط الحياة والسلوك الغذائي لجميع طبقات المجتمع، من خلال وسائل الإعلام وبرامج التثقيف الصحي في المؤسسات الصحية، ويجب أن تشمل هذه البرامج مناهج التعليم الرسمي العام؛ لأهمية هذه الفئة من المجتمع. كما أن نجاح هذه البرامج يعني نقل المجتمع إلى العادات الغذائية الصحية، والنشاط البدني المستمر، فتظهر آثارها على الفرد في تشييط استجابة خلايا الجسم للهرمونات، وعدد غير محدود من المؤثرات البيولوجية المهمة. ويأتي على رأسها تشييط عمل هرمون الإنسولين، والذي ينعكس مع الوقت على تراجع نسبة انتشار داء السكري بأنواعه المختلفة. ومن الجدير بالذكر أن برامج الوقاية من داء السكري تتعداه إلى الحد من انتشار السمنة والأمراض المزمنة الأخرى؛ كارتفاع ضغط الدم، وارتفاع دهون الدم؛ وبالتالي التقليل من أمراض القلب الوعائية.

ويجب على المؤسسات الصحية في الوطن العربي تبني برامج التوعية لزراعة الممارسات الصحية من غذاء ونشاط بدني في المجتمع وتحويلها إلى سلوك يومي غير قابل للتغيير. كما أن عليها الاستفادة من البرامج العالمية التي أثبتت نجاحها في دول العالم بما يتناسب مع عادات وثقافة المجتمع العربي. ولقد جاء الوقت الذي يجب أن تتبنى فيه الدول العربية برامج ذات مردود مؤثر كبرامج مكافحة السمنة، وبرامج الغذاء الصحي قليل الدسم، وبرامج

المجتمع الحركي والنشط، والتي أثبتت نجاحها في المجتمعات الأخرى. ولكون اللغة العربية وُحِّدَت هذه الدول، فإن على المسؤولين الصحيين في هذه الدول تبني برامج التثقيف الموسعة على مستوى الوطن العربي بأسره، فالقنوات الفضائية لأي دول عربية مشاهدة بشكل كبير في باقي الدول العربية، كما أن تضافر الجهود وتبادل الخبرات في هذا المجال سيثري المحتوى العلمي ويعزز الوعي في هذه الدول.

كما أن على الدول العربية وضع القوانين المنظمة لما يُعْرَض من الأطعمة؛ للحد من المواد الغذائية المصنعة، والعمل على تقليل السعرات الحرارية في المنتجات الغذائية، ونسب الدهون الحيوانية في الوجبات المباعية، وخصوصاً ما يقدَّم في المدارس للطلبة والطالبات. أما على مستوى التسويق الغذائي، فيجب إلزام منتج ومصنعي المواد الغذائية بوضع بطاقة المحتوى الغذائي المشتملة على إجمالي السعرات الحرارية، ومكوناته من مواد سكرية، وبروتينية، ودهون، بالإضافة إلى المكونات الأخرى. ويجب أن يتزامن ذلك مع مراقبة ما يُنشر في وسائل الإعلام وعبر الإعلانات الدعائية، من خلال التلفزيون ووسائل التواصل الاجتماعي حول الأغذية والوجبات السريعة. كما أن على مؤسسات الحكومات العربية -من خلال إدارات البلديات- إنشاء مناطق صحية في الأحياء ومضامير للمشبي، وساحات للملاعب الرياضية؛ لتنشيط ممارسة الأفراد للرياضة.

ولتقليل أثر العوامل الاجتماعية على انتشار داء السكري، فلا بد من توعية المجتمع حول العادات الغذائية الصحية، فيما لا يتعارض مع الأعراف والأخلاق العربية الأصيلة. كما أن نشر ثقافة طرق الطبخ الصحي على مستوى الأسر العربية، واستخدام الزيوت النباتية بدلاً من الدهون الحيوانية، وتناول الألياف الغذائية بدلاً من النشويات، والاعتماد على وسائل الطبخ الصحي وترك الطبخ عن طريق القلي؛ مهمٌ للغاية في الحد من السمنة. هذا بالإضافة إلى استغلال المناسبات العامة والأيام العالمية الصحية في توعية المجتمع بالغذاء الصحي ومكافحة السمنة للحد من وباء داء السكري. كما أن توعية المجتمع العربي حول مخاطر التزاوج بين الأقارب يؤدي إلى التقليل من احتمالية انتشار داء السكري داخل الأسرة الواحدة؛ ومن ثمَّ على مستوى المجتمع العربي بأسره.

ويبقى التأكيد على تفعيل دور جمعيات السكري في الدول العربية للقيام بدور فعال في مكافحة هذا الداء، وإجراء الدراسات الوطنية لسبر أحوال هذا الداء، والتقليل من آثاره الصحية والنفسية والاجتماعية. كما أن لهذه الجمعيات مسؤولية في نشر الوعي الصحي الصحيح، والقضاء على المفاهيم الخاطئة. ويجب على هذه الجمعيات الاستفادة من خبرات دول العالم الأخرى، وتبني المؤتمرات العلمية؛ لرفع المستوى العلمي للأطباء وباقي الفريق الطبي من تمييز وأخصائيي التغذية ومثقفين صحيين وغيرهم.

ويجب على دول المنطقة العربية نشر مراكز التميز لهذا الداء، التي لا تستقبل الحالات المتقدمة من مرضى السكري فقط، بل تُعنى بالقيام بالأبحاث الإكلينيكية والوبائية، ووضع الاستراتيجيات الوطنية للوقاية الأولية والثانوية بصورة عاجلة، وتفعيل نظم الرعاية الصحية الشاملة.

وفي الختام فإن هذه الدراسة العلمية حول وباء السكري في الوطن العربي رصدت هذا الداء خلال عشرين سنة على المستوى الوطني، وباستخدام طرق تشخيص ثابتة ومعتمدة عالمياً. ومع أن الدراسات قد اختلفت في فتراتها الزمنية، وقد افتقر بعضها إلى توازن العينة مع التركيبة السكانية؛ إلا أن ذلك لم يؤثر على دقة نسب انتشار السكري في الوطن العربي. وجاء الحرص على نشر هذه الدراسة باللغة العربية لأهمية وصول هذه المعلومات لأصحاب القرار، والباحثين العرب، إضافة إلى إثراء الوسط العلمي العربي بمادة علمية محكمة حول داء السكري.

1. IDF diabetes atlas: year 2021. 10th ed [Internet]. Available from: [www.diabetesatlas.org](http://www.diabetesatlas.org)
2. World Bank. Census reports from national statistical offices: World Bank. n.d. <https://data.albankaldawli.org/indicator/SP.POP.TOTL?locations=SA>. تقارير التعداد السكاني من مكاتب الإحصاءات الوطنية: البنك الدولي.
3. Alsmadi O, Thareja G, Alkayal F, Rajagopalan R, John SE, Hebbar P, et al. Genetic substructure of Kuwaiti population reveals migration history. *PLoS ONE*. 2013 Sep 16;8(9):e74913.
4. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). World Food and Agriculture – statistical yearbook 2022. Rome: FAO; 2022. Available from: <https://doi.org/10.4060/cc2211en>
5. Garaulet M, Gómez-Abellán P, Alburquerque-Béjar JJ, Lee Y-C, Ordovás JM, Scheer FA. Timing of food intake predicts weight loss effectiveness. *International Journal of Obesity*. 2013 Apr; 37(4):604–611.
6. Boutayeba A, Boutayeba W, Lamlilia MEN, Boutayebb S. Estimation of the direct cost of diabetes in the Arab region. *Mediterranean Journal of Nutrition and Metabolism*. 2014 Jan 1;7(1):21–32.
7. Moradinazar M, Babakhani M, Rostami R, Shakiba M, Moradi A, Shakiba E. Epidemiological status of type 2 diabetes mellitus in the Middle East and North Africa, 1990–2019. *Eastern Mediterranean Health Journal*. 2022;28(7):478–488.
8. American Diabetes Association. Classification and diagnosis of diabetes: Standards of medical care in diabetes 2021. *Diabetes Care*. 2021;44(Suppl. 1):S15–S33.
9. El-Kebbi IM, Bidikian NH, Hneiny L, Nasrallah MP. Epidemiology of type 2 diabetes in the Middle East and North Africa: Challenges and call for action. *World Journal of Diabetes*. 2021 Sep 15;12(9):1401–1425.
10. Abuyassin B, Laher I. Diabetes epidemic sweeping the Arab world. *World Journal of Diabetes*. 2016 Apr 25;7(8):165–174.
11. Meiloud G, Arfa I, Kefi R, Abdelhamid I, Vetten F, Lasram K, et al. Type 2 diabetes in Mauritania: Prevalence of the undiagnosed diabetes, influence of family history and maternal effect. *Primary Care Diabetes*. 2013 April;7(1):19–24.
12. Khan R, Siddiqui AA, Alshammery F, Shaikh S, Amin J, Rathore HA. Diabetes in the Arab World, In: *Handbook of Healthcare in the Arab World*. 2021 Aug 11 (pp. 1029-1051). Cham: Springer International Publishing.
13. Al-Rubeaan K., Al-Manaa HA, Khoja TA, Ahmad NA, Al-Sharqawi AH, Siddiqui K, et al. Epidemiology of abnormal glucose metabolism in a country facing its epidemic: SAUDI-DM study. *Journal of diabetes*. 2015 Sep;7(5):622–632.
14. Badran M, Laher I. Type II diabetes mellitus in Arabic-speaking countries. *International Journal of Endocrinology*. 2012; Article ID 902873, 11 pages.
15. Al-Rubeaan K, Al-Manaa H, Khoja T, Ahmad N, Al-Sharqawi A, Siddiqui K, et al. The Saudi abnormal glucose metabolism and diabetes impact study (SAUDI-DM). *Annals of Saudi Medicine*. 2014 Nov–Dec;34(6):465–475.
16. Majeed A, El-Sayed AA, Khoja T, Alshamsan R, Millett C, Rawaf S. Diabetes in the Middle-East and North Africa: An update. *Diabetes Research and Clinical Practice*. 2014 Feb;103(2):218–222.
17. Hegazi R, El-Gamal M, Abdel-Hady N, Hamdy O. Epidemiology of and risk factors for type 2 diabetes in Egypt. *Annals of Global Health*. 2015 Nov 1;81(6):814–820.
18. Kautzky-Willer A, Harreiter J, Pacini G. Sex and gender differences in risk, pathophysiology and complications of type 2 diabetes mellitus. *Endocrine Reviews*. 2016 Jun;37(3):278–316.
19. Al-Rubeaan K. Type 2 diabetes mellitus red zone. *International Journal of Diabetes Mellitus*. 2010 April;1(2):1–2.
20. World Health Population Review. Arab countries / Arab league countries 2023. <https://worldpopulationreview.com/country-rankings/arab-countries> [Accessed March 2023].
21. Saeedi P, Petersohn I, Salpea P, Malanda B, Karuranga S, Unwin N, et al. Global and regional diabetes prevalence estimates for 2019 and projections for 2030 and 2045: Results from the International Diabetes Federation Diabetes Atlas, 9th edition. *Diabetes Research and Clinical Practice*. 2019 Nov 1;157:107843.
22. Trichopoulou A, Martínez-González MA, Tong TYN, Forouhi NG, Khandelwal S, Prabhakaran D, et al. Definitions and potential health benefits of the Mediterranean diet: Views from experts round the world. *BMC Medicine*. 2014 Dec;12(1):2–16.
23. Golzarand M, Mirmiran P, Jessri M, Toolabi K, Mojarrad M, Azizi F. Dietary trends in the Middle East and North Africa: An ecological study (1961 to 2007). *Public Health Nutrition*. 15(10), 1835–1844.
24. Pan XR, Hu YH, Li GW, Liu PA, Bennett PH, Howard BV. Impaired glucose tolerance and its relationship to ECG-indicated coronary heart disease and risk factors among Chinese. Da Qing IGT and diabetes study. *Diabetes Care*. 1993 Jan 1;16(1):150–156. doi:10.2337/diacare.16.1.150.
25. Hamoudi R, Sharif-Askari NS, Sharif-Askari FS, Abusnana S, Aljaibaji H, Taneera J, et al. Prediabetes and diabetes prevalence and risk factors comparison between ethnic groups in the United Arab Emirates. *Scientific Reports*. 2019;9:17437. <https://doi.org/10.1038/s41598-019-53505-7>
26. Lindström J, Louheranta A, Mannelin M, Rastas M, Salminen V, Eriksson J, et al. The Finnish Diabetes Prevention Study (DPS): Lifestyle intervention and 3-year results on diet and physical activity. *Diabetes Care*. 2003 Dec 1;26(12):3230–3236.
27. Knowler WC, Barrett-Connor E, Fowler SE, Hamman RF, Lachin JM, Walker EA, et al. Reduction in the incidence of type 2 diabetes with lifestyle intervention or metformin. *New England Journal of Medicine*. 2002;346(6):393–403.

28. Tuomilehto J, Lindstrom J, Eriksson JG, Valle TT, Hamalainen H, Ilanne-Parikka P, et al. Prevention of type 2 diabetes mellitus by changes in lifestyle among subjects with impaired glucose tolerance. *New England Journal of Medicine*. 2001;344:1343–1350.
29. Pan XR, Li GW, Hu YH, Wang JX, Yang WY, An ZX, et al. Effects of diet and exercise in preventing NIDDM in people with impaired glucose tolerance. The Da Qing IGT and diabetes study. *Diabetes Care*. 1997 Apr;20(4):537–544.
30. O'Connell JM, Manson SM. Understanding the economic costs of diabetes and prediabetes and what we may learn about reducing the health and economic burden of these conditions. *Diabetes Care*. 2019 Sep 1;42(9):1609–1611.
31. Khan R, Siddiqui AA, Alshammary F, Shaikh S, Amin J, Rathore HA. Diabetes in the Arab world. *Handbook of healthcare in the Arab world*. Springer. 2021.
32. Tadmouri GO, Nair P, Obeid T, Al Ali MT, Al Khaja N, Hamamy HA. Consanguinity and reproductive health among Arabs. *Reproductive Health*. 2009 Dec 6;6(1):1–9.
33. Elmadhoun WM, Noor SK, Ibrahim AA, Bushara SO, Ahmed MH. Prevalence of diabetes mellitus and its risk factors in urban communities of north Sudan: Population-based study. *Journal of Diabetes*. 2016 Nov;8(6):839–846.
34. Alebshehy R, Shuaib NM, Mbako JD, Barffo D, Nuotol RK. Determinant analysis of obesity among adult females in Egypt. *The Egyptian Journal of Hospital Medicine*. 2016;:662–669.
35. Badran M, Laher I. Obesity in Arabic-speaking countries. *Journal of Obesity*, 2011;Article ID 686430, 9 pages.
36. Al-Rubeaan K. National surveillance for type 1, type 2 diabetes and prediabetes among children and adolescents: A population-based study (SAUDI-DM). *Journal of Epidemiology and Community Health*. 2015 Nov 1;69(11):1045–1051.
37. Moghames P, Hammami P, Hwalla N, Yazbeck N, Shoaib H, Nasreddine L, et al. Validity and reliability of a food frequency questionnaire to estimate dietary intake among Lebanese children. *Nutrition Journal*. 2015;15:Article number: 4.
38. Lafta RK, Kadhim MJ. Childhood obesity in Iraq: Prevalence and possible risk factors. *Annals of Saudi Medicine*. 2005 Sep;25(5):389–393.
39. Aboul-Enein BH, Bernstein J, Neary AC. Dietary transition and obesity in selected Arabic speaking countries: A review of the current evidence. *Eastern Mediterranean Health Journal*. 2016;22(10):763–770.
40. Proctor MH, Moore LL, Gao D, Cupples LA, Bradlee ML, Hood MY, et al. Television viewing and change in body fat from preschool to early adolescence: The Framingham children's study. *International Journal of Obesity*. 2003 Jul;27(7):827–833.



## Abstract

The research was undertaken in 2022 at the Organic Yemen's nurseries in Sana'a with the objective of raising the seeds germination rate, achieving the highest germination percentage, and promoting the vegetative growth of the Kalb Althawr (KA) and Abu Samaka (AS) cultivars under net house circumstances. Mango seeds were sown in two separate experiments: the first (T1) involved sowing KA seeds vertically and horizontally after removing the seed coat and exposing them to indirect sunlight for varying amounts of time, and the second (T2) involved sowing AS seeds after administering various treatments. These included immersing seeds in hot and normal water, removing the entire or a portion of the seed coat, and orienting the husked seeds either vertically or horizontally. In accordance with a completely randomized design (CRD), the research consisted of two separate trails, each with three replicates. Several characteristics [germination percentage (%), plant height (cm), number of leaves, leaf length and width (cm)] were evaluated successively at 30, 60, and 90 days for KA CV and at 60 and 90 days for AS CV, after sowing of seeds. Results from Experiment 1 (T1) showed that sowing seeds with the coats removed, in a vertical posture produced the highest yields of 58.90, %69.73, and 64.83 percent after 30, 60, and 90 days respectively. This treatment also resulted in the greatest leaf length and leaf width values with a significant effect, as compared to the treatment of sowing husked seeds horizontally, whereas the remaining analyzed parameters were not significantly affected. In the second experiment, vertical seeding of unhusked seeds after dipping in normal water resulted in much higher germination percentages than horizontal sowing of husked seeds, which resulted in significantly lower germination percentages after 60 and 90 days from sowing. This study proved that vertical orientation of seeds sowing with or without seed coat resulted in the highest early germination percentage for both types of mango CVs KA and AS in comparison to the other treatments.

**Keywords:** Abu Samaka, Mango, Kalb Althawr, husked seed, orientation

## 1- المقدمة

من الإكثار البذري، والجزء الثاني الطعم وهذا يتم الحصول عليه من الأشجار المثمرة.

- نظراً إلى التوسع الكبير في زراعة المانجو في سهل تهامة وكذلك بقية المحافظات في الجمهورية، فقد أدى إلى زيادة الطلب على شتلات المانجو التي يجري إكثار أغلبها بذرياً.
- وكون بذرة المانجو محاطة بغلاف صلب ويتأخر إنباتها عند زراعتها بالغلاف أو من دون معاملات مسبقة قبل الزراعة في المشتل، علاوةً على أن حيوية بذور المانجو منخفضة،<sup>6</sup> فقد استدعت كل هذه الأسباب مجتمعةً من الباحثين إجراء بعض المعاملات (إزالة جزء أو كل غلاف البذرة، وزراعة الجنين رأسياً أو أفقياً، وغمر البذور في الماء الحار والعاذي) بهدف زيادة سرعة إنبات البذور وتحقيق أعلى نسبة مئوية للإنبات لبذور المانجو (*Mangifera indica* L.) للصنفين قلب الثور وأبو سمكة، تحت ظروف المشتل.

## 2- مواد وطرائق البحث

أجري البحث في تجربتين مستقلتين في مشاتل تتبع مؤسسة أوقافك يمن (Organic Yemen) في العاصمة اليمنية صنعاء، بهدف الحصول على أسرع إنبات للبذور وأعلى نسبة مئوية للإنبات لصنفين مختلفين، أحدهما مبكر وهو قلب الثور، زُرعت بذوره في 2022/4/29، بينما الصنف الآخر متأخر وهو أبو سمكة (توتابوري) زُرعت بذوره في 2022/6/28. جرت الزراعة في بيئة موحدة لكل المعاملات لكلتا التجربتين (برلايت: تربة: فرميكولايت؛ 1:1:1) في أكياس بلاستيكية سوداء (بولي إيثيلين)، أعقب ذلك ري البذور رياً غزيراً باستخدام إبريق الري، ثم توالى عمليات الري على نحو منتظم؛ بحيث كانت بيئة الإنبات دائماً رطبة.

## 2-1 التجربة الأولى

تجهيز البذور للزراعة: جُمعت البذور للصف قلب الثور من مقاصف وبوفيئات العصائر في العاصمة صنعاء، ثم نُقلت إلى المشتل لإجراء بعض المعاملات وهي:

- زراعة جنين البذرة رأسياً بعد تعريض البذرة لأشعة الشمس من أجل تجفيفها مدة يوم إلى يومين، ومن ثم إزالة غلاف البذرة واستخراج الجنين وزراعته، ويُرمز إليها بالرمز (A1).
- زراعة جنين البذرة أفقياً بعد تعريض البذرة لأشعة الشمس مدة 3-5 أيام

شجرة المانجو (*Mangifera indica* L.) مستدامة الخضرة تُعرف بأنها ملكة الفاكهة، تزدهر زراعتها في المناخ الاستوائي وشبه الاستوائي، وتُعدّ الهند موطنها الأصلي، وتتبع العائلة (Anacardiaceae). يُنتج ثمار المانجو أكثر من 90 بلداً حول العالم تجارياً،<sup>1</sup> وتُعدّ ثمار المانجو غنية بالسكريات والفيتامينات، وتشكل البذرة 17-22% من حجم الثمرة،<sup>2</sup> وتؤكل الثمار طازجة، أو تُشرب كعصائر طازجة أو معلبة، أو يُصنع منها مربيات، علاوةً على استخدام الثمار غير الناضجة في العشار والمخللات.

تتكاثر أشجار المانجو جنسياً بواسطة البذرة الوحيدة الأجنة، وخضرياً بواسطة التطعيم؛ وهي الطريقة الشائعة والمتبعة تجارياً، كما تتكاثر خضرياً بواسطة البذور المتعددة الأجنة بعد استبعاد الجنين الجنسي، وتُزرع البذرة بغلاف أو من دون غلاف. ذكر الباحثون<sup>3</sup> في دراسة لهم أن زراعة بذرة المانجو للصف موفاندان (Muvandan) بعد إزالة غلافها سجّلت أعلى نسبة مئوية للإنبات (85.4%) وأعلى عدد من الأوراق مقارنةً بالصف نفسه الذي تحتوي بذرته على الغلاف. في حين أشار الباحثون<sup>1</sup> أن النسبة المئوية للإنبات تجاوزت معنوياً أكثر من 80% لمعاملة البذور المنزوعة الغلاف والتي عُمرت في الماء الدافئ (15°م) مدة دقيقة واحدة مقارنةً بالشاهد، وذلك بعد ثلاثة أسابيع من زراعة البذور. كما أشار<sup>4</sup> إلى أن ريّ بذور المانجو المنزوعة الغلاف بعد نقعها في منقوع نشارة الخشب مدة 24 ساعة ثم ريّها بعد الزراعة بتركيزات مختلفة من هذا المنقوع أدى إلى تكبير إنبات البذرة مقارنةً بالشاهد.

انتعشت زراعة المانجو في اليمن منذ ثمانينيات القرن الماضي في سهل تهامة، خصوصاً في منطقة الجر (محافظة حجة)، وتُزرع هذه الفاكهة أيضاً في أغلب محافظات الجمهورية اليمنية، وقد بلغ إنتاج ثمار المانجو 357385 طناً بمعدل 13.9 طناً هكتاراً في عام 2020<sup>5</sup>.

في اليمن، تستخدم المشاتل الخاصة التي تباع شتلات المانجو للمزارعين طريقة الإكثار بالبذرة، ويقال إكثار هذه الأشجار بطريقة التطعيم؛ لذلك تأتي أهمية البحث للإكثار بالبذرة لما يلي:

- لإنتاج الأصول التي يتم التطعيم عليها لإنتاج الشتلات المطعومة.
- كون بعض أصناف المانجو متعددة الأجنة بطبيعتها، فيمكن إنتاج شتلات خضرية منها مطابقة لمواصفات النبات الأم.
- الإكثار البذري يعتبر الأساس للإكثار الخضري بالتطعيم؛ لأن النبات الناتج يتكون من جزأين: الجزء الأول يُزرع في التربة ويسمى الأصل وهذا يأتي

## 4-2 التحليل الإحصائي

نُفذ البحث كعامل واحد فقط وفقاً للتصميم الكامل العشوائية (Completely Randomized Design, CRD)، في تجربتين مستقلتين، احتوت التجربة الأولى على ثلاث معاملات؛ كل معاملة تكونت من ثلاثة مكررات. كان عدد البذور المستخدمة في المعاملة الأولى (A1) 270 بذرة بمعدل 90 بذرة لكل مكرر، وعدد البذور في المعاملة الثانية (A2) كان 240 بذرة بواقع 80 بذرة لكل مكرر، وعدد البذور في المعاملة الثالثة (A3) كان 99 بذرة بواقع 33 بذرة لكل مكرر. أما التجربة الثانية فاحتوت على خمس معاملات، عدد البذور في كل معاملة 30 بذرة، وتكونت كل معاملة من ثلاثة مكررات بواقع 10 بذرات لكل مكرر. تم الحصول على تحليل التباين (ANOVA) بواسطة برنامج (Opstat Software) (O.P Sheron, Programmer, Computer Section, CCS HAU, Hisar, India)، وجرى المقارنة بين المتوسطات باستخدام أقل فرق معنوي (Least Significant Difference, LSD) عند مستوى معنوية 12.13. %5

## 3- النتائج والمناقشة

### 1-3 التجربة الأولى

#### 1-1-3 الصفات المدروسة بعد 30 يوماً من الزراعة

النسبة المئوية للإنبات (%، وارتفاع النبات (سم)، وعدد الأوراق، وطول الورقة (سم)، وعرض الورقة (سم): تشير النتائج الواردة في جدول 1 إلى أن اتجاه زراعة الجنين أثر إيجابياً في زيادة النسبة المئوية للإنبات؛ حيث أعطت المعاملة المزروع فيها الجنين رأسياً (A1) أعلى القيم وبتفوق معنوي بلغ 58.90% مقارنةً ببقية المعاملات، فقد سجلت معاملتا (A2 و A3) أقل قيمتين (19.60% و 20.20%) على التوالي، وهذا راجع إلى سببين؛ الأول أن البذور في المعاملة (A1) تعرّضت لفترة تجفيف أقل تحت أشعة الشمس غير المباشرة، وكون بذور المانجو تتميز بأن فترة حيويتها محدودة، وهذا يتطلب زراعتها مباشرة بعد إزالة لب الثمرة، أما السبب الآخر فيمكن في اتجاه زراعة جنين البذرة؛ حيث إن زراعة الجنين أو حتى البذرة كاملةً رأسياً أفضل من زراعتها أفقياً، وتحديداً عند زراعة الجزء العريض من الجنين إلى أسفل والجزء الحاد إلى أعلى. يمثل الجزء الحاد من الجنين النقيير؛ حيث تخرج فلقات الجنين بعد نموه من هذه المنطقة مباشرة من دون الحاجة إلى أن يلتف هذا النمو على نفسه، وبهذه الخطوة يتأخر في الظهور، أو قد يموت داخل بيئة النمو قبل ظهوره، وهو خلاف زراعة الجنين أفقياً، وهذا يتفق مع ما وجدته<sup>7, 14</sup> من أن زراعة جنين بذرة المانجو رأسياً سجلت أقل فترة زمنية لحدوث أول إنبات وأعلى نسبة مئوية للإنبات مقارنةً بزراعة الجنين أفقياً، إضافةً إلى أن الباحثين وجدوا أن تأخير زراعة بذرة المانجو عدة أيام أدى إلى تسجيل أقل النتائج للنسبة المئوية للإنبات والتأخير في الإنبات مقارنةً بالبذور المزروعة بعد الاستخلاص مباشرة، كما يتفق مع ما استنتجته<sup>9</sup> من تفوق زراعة أجنة المانجو في الوضع الرأسي في صفات التبرير في الإنبات والنسبة المئوية للإنبات وارتفاع النبات وعدد الأوراق مقارنةً بزراعة الأجنة في الوضع الأفقي. وتوضح البيانات الواردة في الجدول نفسه أن اتجاه زراعة الجنين لم يكن له تأثير معنوي في باقي الصفات المدروسة (ارتفاع النبات، وعدد الأوراق/ نبات، وطول الورقة (سم)، وعرض الورقة (سم))، وإن كانت قيم المعاملة الأولى (A1) لبقية الصفات المدروسة هي الأعلى رقمياً مقارنةً بقيم المعاملتين الأخريين (A2 و A3) لهذه الصفات. وإن لم يكن هذا التفوق معنوياً إلا أنه يوضح أن المعاملة (A1) هي المعاملة التي أعطت أعلى ارتفاع للنبات وأكثر

من أجل تجفيفها، ومن ثم إزالة غلاف البذرة واستخراج الجنين وزراعتها، ويُرمز إليها بالرمز (A2).

- زراعة جنين البذرة أفقياً (محصص) بعد تعريض البذرة لأشعة الشمس مدة 5-7 أيام من أجل تجفيفها، ومن ثم إزالة غلاف البذرة واستخراج الجنين وزراعتها، ويُرمز إليها بالرمز (A3).
- كما جرت متابعة إنبات البذور كما يلي:
- أول إنبات للبذرة سُجل بتاريخ 2022/5/9 بعد 12 يوماً من الزراعة.
- وصلت أول معاملة إلى نسبة 50% من الإنبات بعد 31 يوماً من الزراعة بتاريخ 2022/5/28.
- أخذت البيانات بعد مرور 30، و60، و90 يوماً من زراعة البذرة.

### 2-2 التجربة الثانية

تجهيز البذور للزراعة: جُمعت البذور للصف أبو سمكة من مقاصف وبوفيها العصائر في العاصمة صنعاء، ثم تم تنظيفها مباشرة وعدم تعريضها لأشعة الشمس لتجفيفها، وزُرعت الأجنة بعد يوم واحد من تجهيزها، وتضمنت التجربة خمس معاملات هي:

- زراعة الأجنة رأسياً بعد كسر غلاف البذرة؛ بحيث يكون الجزء العريض من الجنين إلى أسفل، ويُرمز إليها بالرمز (B1).
- زراعة الأجنة أفقياً بعد كسر غلاف البذرة وإخراج الأجنة، ويُرمز إليها بالرمز B2.
- قص جزء من غلاف البذرة وزراعتها رأسياً؛ بحيث يكون الجزء العريض من الجنين إلى أسفل، ويُرمز إليها بالرمز (B3).
- زراعة البذرة رأسياً بعد غمرها في الماء العادي مدة 24 ساعة، ويُرمز إليها بالرمز (B4).
- زراعة البذرة رأسياً<sup>10</sup> بعد غمرها في الماء الساخن<sup>1</sup> (60م°) مدة 30 دقيقة، ويُرمز إليها بالرمز (B5).
- كما تمت متابعة إنبات البذور كما يلي:
- أول إنبات بتاريخ 2022/7/12.
- وصلت أول معاملة إلى نسبة 50% من الإنبات بتاريخ 2022/7/26.
- المعاملة التي عُمرت بالماء الساخن بعد 60 يوماً كانت أوراقها غير مكتملة النمو، ولذلك لم تُؤخذ بيانات طول الورقة وعرضها للنباتات المدروسة.

### 3-2 الصفات المدروسة

دُرست مجموعة من الصفات بعد 30، و60، و90 يوماً من زراعة البذور للتجربة الأولى، في حين أُخذت البيانات للتجربة الثانية بعد 60، و90 يوماً من زراعة البذور (لم تُسجل البيانات في التجربة الثانية بعد 30 يوماً بسبب أن أوراق النباتات كانت لا تزال فلقية ولم يكتمل نموها بعد) وهي:

- النسبة المئوية للإنبات (%): وحُسبت من المعادلة التالية:

$$\text{النسبة المئوية للإنبات} = \frac{\text{عدد البذور النابتة}}{\text{العدد الكلي للبذور}} \times 100^{11}$$

- ارتفاع النبات (سم): جرى قياس ارتفاع النبات باستخدام المسطرة من نقطة اتصال الساق بسطح التربة حتى أعلى قمة نامية.
- عدد الأوراق في النبات: تم عدّ كل الأوراق المتكونة على النبات.
- طول الورقة (سم).
- عرض الورقة (سم).

عدد من الأوراق، وكذلك أنتجت أطول الأوراق وأعرضها، وهذا راجع إلى كون النبات الناتج نبت مبكراً ومن وضع الزراعة الرأسية للجنين، وفي هذا يتفق

أيضاً مع النتيجة التي توصل إليها<sup>7</sup> من أفضلية زراعة بذرة المانجو في وضع رأسي مقارنة بالوضع الأفقي في كل الصفات التي درسها الباحثان.

جدول 1: تأثير اتجاه زراعة الجنين في النسبة المئوية للإنبات (%، وارتفاع النبات (سم)، وعدد الأوراق، وطول الورقة (سم)، وعرض الورقة (سم) للصنف قلب الثور بعد 30 يوماً من الزراعة.

الصفات المدروسة					المعاملات
متوسط عرض الورقة (سم)	متوسط طول الورقة (سم)	متوسط عدد الأوراق / نبات	متوسط ارتفاع النبات (سم)	النسبة المئوية للإنبات (%)	
3.30	12.43	7.33	28.60	58.90	A1
2.96	10.76	6.00	25.66	19.60	A2
2.80	9.70	5.33	22.00	20.20	A3
N.S	N.S	N.S	N.S	5.57	L.S.D5%

\* سجلت البيانات لكل الصفات المدروسة بعد 30 يوماً من زراعة البذور عقب المعاملات. القيم عبارة عن متوسطات.  
\* المقارنات تكون بين قيم الصفة المدروسة على مستوى العمود الواحد.  
(L.S.D) يعني أقل فرق معنوي عند احتمالية 5%.  
(N.S) تعني عدم وجود فروق معنوية بين المعاملات للصفة الواحدة.

### 2-1-3 الصفات المدروسة بعد 60 يوماً من الزراعة

النسبة المئوية للإنبات (%، وارتفاع النبات (سم)، وعدد الأوراق، وطول الورقة (سم)، وعرض الورقة (سم): أظهرت النتائج الواردة في جدول 2 أن اتجاه زراعة الجنين رأسياً (A1) أعطى أعلى قيمة بنسبة بلغت 69.73% وبتفوق معنوي على المعاملتين الأخرين (زراعة الأجنة أفقياً، وزراعة الأجنة أفقياً (محمص)) اللتين أعطتا أقل قيمتين بنسبتين بلغتا 23.36% و21.20% على التوالي، وهذا راجع إلى أفضلية الزراعة في الوضع الرأسية كما أوضحنا ذلك سابقاً. وتتفق هذه النتائج مع النتائج التي توصل إليها<sup>7,14</sup> من دراسة تأثير اتجاه زراعة بذرة المانجو في سرعة الإنبات والنسبة المئوية للإنبات، كما تتفق مع نتائج بحث<sup>5</sup> في حين أظهرت النتائج الواردة في الجدول نفسه أن ارتفاع النبات (سم) وعدد الأوراق / نبات لم يتأثرا معنوياً بأي من المعاملات تحت الدراسة. وتشير النتائج الواردة في الجدول نفسه أيضاً إلى أن اتجاه زراعة الجنين أثر إيجابياً في زيادة طول الورقة (سم) وعرض الورقة (سم)؛ حيث سجلت المعاملة (A1) (زراعة الجنين رأسياً) أعلى القيم لكل من طول الورقة وعرضها (13.96 سم و3.56 سم) على التوالي، وبتفوق معنوي مقارنةً بالمعاملتين (11.90) (A2) سم و2.83 سم و(11.56) (A3) سم و2.40 سم) اللتين سجلتا أقل القيم على التوالي، ولعل هذا راجع إلى الكشف المبكر للنباتات المزروعة من أجنة في وضع رأسي، مما نجم عنه تكبير في النمو للصفات الخضرية، ومن ذلك طول الورقة وعرضها. وهذه النتائج تتفق مع نتائج بحث<sup>9</sup> على المانجو. وتشير البيانات الواردة في الجدول نفسه إلى أن اتجاه زراعة الجنين لم يكن له تأثير معنوي في الصفتين المدروستين (ارتفاع النبات، وعدد الأوراق/نبات) مع تحقيق هذه المعاملة لأعلى ارتفاع للنبات الناتج، وهذا كما أوضحنا آنفاً راجع إلى الكشف المبكر للأجنة المزروعة رأسياً مقارنةً بتلك المزروعة أفقياً.

جدول 2: تأثير اتجاه زراعة الجنين في النسبة المئوية للإنبات (%، وارتفاع النبات (سم)، وعدد الأوراق، وطول الورقة (سم)، وعرض الورقة (سم) للصنف قلب الثور بعد 60 يوماً من الزراعة.

الصفات المدروسة					المعاملات
متوسط عرض الورقة (سم)	متوسط طول الورقة (سم)	متوسط عدد الأوراق / نبات	متوسط ارتفاع النبات (سم)	النسبة المئوية للإنبات (%)	
3.56	13.96	8.66	31.60	69.73	A1
2.83	11.90	8.66	28.76	23.36	A2
2.40	11.56	8.00	29.73	21.20	A3
0.68	2.00	N.S	N.S	16.82	L.S.D5%

\* سجلت البيانات لكل الصفات المدروسة بعد 60 يوماً من زراعة البذور عقب المعاملات. القيم عبارة عن متوسطات.  
\* المقارنات تتم بين المعاملات المختلفة لكل صفة مدروسة في العمود الواحد.  
(L.S.D) يعني أقل فرق معنوي عند احتمالية 5%.  
(N.S) تعني عدم وجود فروق معنوية بين المعاملات للصفة الواحدة.



### 3-1-3 الصفات المدروسة بعد 90 يوماً من الزراعة

النسبة المئوية للإنبات (%، وارتفاع النبات (سم)، وعدد الأوراق، وطول الورقة (سم)، وعرض الورقة (سم): توضح النتائج الواردة في جدول 3 أن اتجاه زراعة الجنين أثر إيجابياً في زيادة النسبة المئوية للإنبات؛ حيث أدت المعاملة (A1) إلى زيادة هذه الصفة بفارق معنوي بلغت نسبته 64.83% مقارنة بالمعاملتين الأخريين (A2 و A3) (زراعة الأجنة أفقياً، وزراعة الأجنة أفقياً (محص) اللتين سجلتا أقل قيمتين بلغتا 25.83% و 21.20% على التوالي، وهذا راجع كما أوضحنا سابقاً إلى مزية زراعة الجنين رأسياً، مما ينتج

منه سرعة وسهولة خروج الفلقات مقارنةً بالوضع الأفقي لزراعة الجنين كما هو الحال في المعاملتين (A2 و A3)، وفي هذا تتفق النتائج هنا مع نتائج بحوث كل من<sup>8,9,14</sup> كما أكدت نتائج بحوث<sup>10</sup> على زراعة بذور *Spondias pinnata* في وضعية رأسية وأفقية تفوق البذور المزروعة في الوضع الرأسي في النسبة المئوية للإنبات على البذرة المزروعة في الوضع الأفقي. وتشير البيانات الواردة في الجدول نفسه أيضاً إلى أن اتجاه زراعة الجنين للمعاملات الثلاث (A1 و A2 و A3) لم يكن له تأثير معنوي في باقي الصفات المدروسة (ارتفاع النبات، وعدد الأوراق/ نبات، وطول الورقة (سم)، وعرض الورقة (سم)).

جدول 3: تأثير اتجاه زراعة الجنين في النسبة المئوية للإنبات (%، وارتفاع النبات (سم)، وعدد الأوراق، وطول الورقة (سم)، وعرض الورقة (سم) للصف قلب الثور بعد 90 يوماً من الزراعة.

الصفات المدروسة					
المعاملات	النسبة المئوية للإنبات (%)	متوسط ارتفاع النبات (سم)	متوسط عدد الأوراق/ نبات	متوسط طول الورقة (سم)	متوسط عرض الورقة (سم)
A1	64.83	33.66	11.66	14.90	3.76
A2	25.83	32.03	11.33	14.03	3.43
A3	21.20	31.00	9.33	13.03	3.20
L.S.D 5%	5.27	N.S	N.S	N.S	N.S

\* سجلت البيانات لكل الصفات المدروسة بعد 90 يوماً من زراعة البذور عقب المعاملات. القيم عبارة عن متوسطات.  
\* المقارنات تتم بين المعاملات المختلفة لكل صفة مدروسة في العمود الواحد.  
(L.S.D) يعني أقل فرق معنوي عند احتمالية 5%.  
(N.S) تعني عدم وجود فروق معنوية بين المعاملات للصفة الواحدة.

### 3-2 التجربة الثانية

#### 3-2-1 الصفات المدروسة بعد 60 يوماً من الزراعة

النسبة المئوية للإنبات (%، وارتفاع النبات (سم)، وعدد الأوراق، وطول الورقة (سم)، وعرض الورقة (سم): بالنسبة إلى النسبة المئوية للإنبات، يبين جدول 4 وجود فروق معنوية بين معاملة زراعة البذرة رأسياً بعد غمرها في الماء العادي مدة 24 ساعة (B4) بنسبة مئوية للإنبات بلغت 63.33% وبين معاملة زراعة الأجنة أفقياً بعد كسر غلاف البذرة (B2) ومعاملة زراعة البذرة رأسياً بعد غمرها بالماء الساخن (B5) اللتين أعطتا أقل قيمتين للنسبة المئوية للإنبات (46.66%، 50%) على التوالي، بينما الفرق بينها وبين بقية المعاملات الأخرى تحت الدراسة لم يصل إلى حد المعنوية. بعبارة أخرى، يتبين من المعاملات الخمس (B5-B1) أن المعاملات التي تضمنت زراعة جنين بذرة المانجو أو زراعة البذرة كاملة من دون نزع الغلاف (B1 و B2 و B3) في اتجاه رأسي أدت إلى تحقيق أعلى النسب المئوية للإنبات مقارنةً بالمعاملات التي زُرِع فيها الجنين أو البذرة كاملةً من دون نزع الغلاف أفقياً (B5)، في حين يُستثنى من الأفضلية المعاملة (B5) رغم أن الجنين زُرِع فيها رأسياً، لكن بسبب غمره في الماء الساخن على درجة حرارة 60°م فقد أثر ذلك في حيوية الأجنة، وقُلِّل من نسبة إنباتها، وأحدث موتاً لبعضها؛ مما نتج منه تدنُّ في النسبة المئوية للإنبات لأجنة هذه المعاملة. ولعل السبب - كما أسلفنا - في تفوق الزراعة الرأسية لأجنة بذور المانجو أو للبذور كاملة مع الأغلفة راجع إلى أن فتحة النقيير تكون في الجزء العلوي من البذرة، وبذلك فإن الجنين يكون الفلقات مباشرة، وتتكشف وتثبت نمواً خضرياً من دون

إعاقة من الوسط المزروعة فيه، أو الحاجة إلى تغيير مسار النمو بحيث تخرج الفلقات بشكل معوج أو ملتوي، وتحتاج وقتاً حتى تظهر خارج وسط النمو، أو قد تموت أحياناً إذا كانت مغطاة بطبقة كبيرة من بيئة النمو، أو تتأخر في الظهور والتكشف على أقل تقدير. وهذه النتائج تتفق مع ما قرره كل من<sup>14,7</sup> من أن زراعة جنين بذرة المانجو رأسياً سجّلت أقل فترة زمنية لحدوث أول إنبات وأعلى نسبة مئوية للإنبات مقارنةً بزراعة الجنين أفقياً، وكذلك تتفق مع استنتاجات<sup>9</sup> من تفوق زراعة أجنة المانجو في الوضع الرأسي في صفة النسبة المئوية للإنبات مقارنةً بزراعة الأجنة في الوضع الأفقي، وتتفق مع ما توصل إليه<sup>10</sup> عند زراعة بذور *Spondias pinnata* في وضعية رأسية وأفقية وملاحظة تفوق البذور المزروعة في الوضع الرأسي في النسبة المئوية للإنبات على البذرة المزروعة في الوضع الأفقي، كما هو في اتجاه واحد مع ما قرره<sup>15</sup> من تحقيق زراعة بذرة المانجو مع الغلاف نتيجة مقارنة تلك المزروعة من دون غلاف فيما يتعلق بالنسبة المئوية للإنبات. وأظهرت النتائج الواردة في الجدول نفسه أيضاً أن كل المعاملات تحت الدراسة تفوّقت بفروق معنوية على معاملات الغمر بالماء الساخن لكل من ارتفاع النبات وعدد الأوراق/ نبات وطول الورقة، بينما الفرق بينها لم يصل إلى حد المعنوية، ولعل هذا راجع كما بيّنا أنفاً إلى التأثير السلبي لمعاملة غمر الأجنة من دون أغلفة في درجة حرارة 60°م مدة نصف ساعة (B5). وتوضح النتائج المدونة في الجدول نفسه كذلك أن أفضل النتائج فيما يخص عرض الورقة تحقق عند المعاملة (B2) وبتفوق معنوي على المعاملتين (B4) و (B5) اللتين سجلتا أقل القيم، بينما الفرق بين المعاملة (B2) والمعاملتين (B1) و (B3) لم يصل إلى حد المعنوية.

جدول 4: تأثير معاملات الغمر في الماء الحار والعادي وإزالة جزء أو كل غلاف البذرة واتجاه زراعة الجنين في النسبة المئوية للإنبات (%، وارتفاع النبات (سم)، وعدد الأوراق، وطول الورقة (سم)، وعرض الورقة (سم) للصف أبو سمكة بعد 60 يوماً من الزراعة.

الصفات المدروسة					
المعاملات	النسبة المئوية للإنبات (%)	متوسط ارتفاع النبات (سم)	متوسط عدد الأوراق/ نبات	متوسط طول الورقة (سم)	متوسط عرض الورقة (سم)
B1	56.66	22.83	6.00	11.36	2.96
B2	46.66	26.16	5.33	11.96	3.53
B3	60.00	25.16	6.33	11.03	2.90
B4	63.33	25.00	6.00	11.66	2.40
B5	50.00	11.66	0.00	0.00	0.00
L.S.D 5%	11.65	4.65	1.96	2.63	0.66

\* سجلت البيانات لكل الصفات المدروسة بعد 60 يوماً من زراعة البذور عقب المعاملات. القيم عبارة عن متوسطات.

\* المقارنات تتم بين المعاملات المختلفة لكل صفة مدروسة في العمود الواحد.

(L.S.D) يعني أقل فرق معنوي عند احتمالية 5%.

تفوق هذه المعاملة بعد 60 يوماً من زراعة البذرة، وهذا يتفق مع نتائج بحوث كل من<sup>5, 14, 15, 16</sup> التي أشارت إلى أن زراعة البذور مع الأغلفة أو من دون أغلفة في الوضع الرأسي أعطى نسبة مئوية للإنبات أعلى مقارنةً بطريقة زراعة البذور بأغلفة أو من دون أغلفة في الوضع الأفقي. وقد يُعزى ذلك إلى تفوق عامل الصنف والطرز الوراثية على غيره من الأصناف.<sup>16, 17</sup> وتشير بيانات الجدول نفسه إلى عدم وجود تأثير معنوي لجميع المعاملات في الصفات المدروسة عدا عرض الورقة (سم)؛ فقد أعطت المعاملة (B2) أعلى القيم بنسبة بلغت 3.60 سم، ويتفوق معنوي على المعاملة (B3) التي سجلت أقل القيم بنسبة بلغت 2.60 سم، بينما الفرق بينها وبين بقية المعاملات لم يصل إلى حد المعنوية.

### 2-2-3 الصفات المدروسة بعد 90 يوماً من الزراعة

النسبة المئوية للإنبات (%، وارتفاع النبات (سم)، وعدد الأوراق، وطول الورقة (سم)، وعرض الورقة (سم): توضح البيانات في جدول 5 أن معاملة زراعة البذرة مع الغلاف بعد الغمر بالماء العادي (B4) أعطت أعلى القيم فيما يخص النسبة المئوية للإنبات ويتفوق معنوي بنسبة بلغت 73.33% على معاملة زراعة الأجنة أفقياً بعد كسر غلاف البذرة في المعاملة (B2) التي سجلت أقل القيم بنسبة بلغت 50%، بينما الفرق بينها وبين بقية المعاملات لم يصل إلى حد المعنوية؛ وهذا راجع إلى السبب الذي أوردناه سابقاً عند شرح

جدول 5: تأثير معاملات الغمر في الماء الحار والعادي وإزالة جزء أو كل غلاف البذرة واتجاه زراعة الجنين في النسبة المئوية للإنبات (%، وارتفاع النبات (سم)، وعدد الأوراق، وطول الورقة (سم)، وعرض الورقة (سم) للصف أبو سمكة بعد 90 يوماً من الزراعة.

الصفات المدروسة					
المعاملات	النسبة المئوية للإنبات (%)	متوسط ارتفاع النبات (سم)	متوسط عدد الأوراق/ نبات	متوسط طول الورقة (سم)	متوسط عرض الورقة (سم)
B1	60.00	24.63	7.33	10.80	3.00
B2	50.00	21.00	8.66	12.76	3.60
B3	63.00	30.86	7.66	12.13	2.60
B4	73.33	27.33	8.33	12.13	3.36
B5	60.00	26.93	6.66	12.56	3.56
L.S.D 5%	13.61	N.S	N.S	N.S	0.72

\* سجلت البيانات لكل الصفات المدروسة بعد 90 يوماً من زراعة البذور عقب المعاملات. القيم عبارة عن متوسطات.

\* المقارنات تتم بين المعاملات المختلفة لكل صفة مدروسة في العمود الواحد.

(L.S.D) يعني أقل فرق معنوي عند احتمالية 5%.

(N.S) تعني عدم وجود فروق معنوية بين المعاملات للصفة الواحدة.

- كلا الصنفين المستخدمين في البحث مناسبان للزراعة كأصول للمانجو يتم التطعيم عليهما.
- تبين النتائج أن أفضل طريقة لزراعة بذور المانجو هي الزراعة في الوضع الرأسي للبذرة سواء مع غلاف أو من دونه.

- تُبين النتائج (التجربة الأولى) أن أفضل معاملة توصلت إليها الدراسة والتي حققت أعلى نسبة مئوية للإنبات كانت عند زراعة البذور رأسياً بعد نزع غلاف البذرة (A1).
- تُبين النتائج (التجربة الثانية) أن أفضل نتائج توصلت إليها الدراسة كانت للنسبة المئوية للإنبات للصنف أبو سمكة عند زراعة البذرة مع الغلاف رأسياً بعد الغمر في الماء العادي (B4).

## المراجع

1. Jakpa SS, Nyarko G, Keglo HK. Effect of pre-germination seed treatments on germination of seeds and initial growth of mango (*Mangifera indica* L). Ghana Journal of Science, Technology and Development. 2019;6(2):60-67.
2. Kittiphoom S. Utilization of mango seed. International Food Research Journal. 2012;19(4):1325-1335.
3. Muralidhara BM, Reddy YTN, Srilatha V, Akshitha HJ. Effect of seed coat removal treatment on seed germination and seedling attributes in mango varieties. International Journal of Fruit Science. 2016;16(1):1-9.
4. Guzman RSD, Dadural MI. Seed germination and seedling growth of mango as affected by different concentrations of wood vinegar. Galaxy International Interdisciplinary Research Journal (GIIRJ). 2021;9(5):49-60.
5. Yemen Ministry of Agriculture and Irrigation General Directorate of Statistics and Agricultura Information. Annual Agriculture Statistics Book for 2020; 2020 [cited 20 March 2023]. P86.
6. Mekred AA, El-tayeb FB, Mohamed A. Agriculture Guide for Tihamah Valley. Dhamar, Yemen: Public Authority for Agriculture Research and Guidance; 1998. P. 138-148.
7. مكرد، ع. والطيب، ف. ب ومحمد، ا. الدليل الزراعي سهل تهامة. ذمار، اليمن: الهيئة العامة للبحوث والارشاد الزراعي، 1998. ص 138-148.
7. Reshma UR, Simi S. Influence of pre-sowing treatments, sowing positions and age of stones after extraction on germination and vigour of mango. Indian Journal of Agricultural Research. 2021;55(5):527-534.
8. Vihotogbé R, Houessou LG, Assogbadjo AE, Sinsin B. Germination of seeds from earlier fruits of bitter and sweet African bush mango trees. African Crop Science Journal. 2014;22(4):291-301.
9. Abbas MT, Seif MI, Gomaa AM, Nada EEM. Effect of seed husk, GA3, KNO3 and seed orientation in seedbed on germination characters of white Succary mango seeds. Hortscience Journal of Suez Canal University. 2015;3(1):55-60.
10. Tomar A, Srivastava A. Effect of seed orientation on germination of wild mango *Spondias Pinnata*. The Allahabad Farmer. 2017;LXXIII(1):55-57.
11. Al-Rawy AK, Ali HA. Plants Nursery and Breeding. Iraq: Dar Elkotob, Mosul University, Ministry of Higher Education and Scientific Research;1991.
12. الراوي، ع. خ. وعلى، ح. ا. المشاتل وتكثير النباتات. العراق: دار الكتب للطباعة والنشر، جامعة الموصل. وزارة التعليم العالي والبحث العلمي؛ 1991.
12. Gomez KA, Gomez AA. Statistical procedures for agricultural research. New York: John Wiley & Sons; 1984. pp. 298-308.
13. Sastry EVD, Essentials of agricultural statistics. Jaipur, India: Pointer Publishers; 2007. pp. 260-266.
14. Reshma UR, Simi S. Correlation analysis of pre-sowing treatments, sowing positions and age of stones after extraction on germination of mango (*Mangifera indica* L.). Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry. 2019;8(1):1133-1138.
15. Patel B, Jadhav S, Ganvit S, Tandel YN, Patel NM, Bhandar DR, et al. Effect of husking (removing seed tip) and pre-soaking treatments on seed germination and seedling growth of mango cv. Alphonso. Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry. 2020; 9(6S):161-166.
16. Nimbolkar PK, Kurian RM, Upreti KK, RH Laxman RH, Varalakshmi LR. Seed germination and seedling growth responses of polyembryonic mango (*Mangifera indica* L.) genotypes to salinity stress. International Journal of Chemical Studies. 2018;6(2):3641-3648.
17. Gebregiorgs G, Tekeste N, Mengesha B. Germination and seedling growth response of mango (*Mangifera Indica* L.) cultivars to different nursery potting media. Agriculture & Food Security [Internet]. 2021;10(62):1-11. <https://doi.org/10.1186/s40066-021-00316-7>

# دور تقنية الواقع المعزز في دعم نظم إدارة المعلومات الصحية

إيمان محمد الفيافي<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup> جامعة الملك عبد العزيز، جدة، المملكة العربية السعودية

Email: emhfaifi@gmail.com \*

## الملخص

هدفت الدراسة إلى التعرف على دور تقنية الواقع المعزز في دعم نظم إدارة المعلومات الصحية؛ لغرض دراسة حالة برنامج المعلومات الصحية للمناطق (DHIS2). وفي ضوء أهداف الدراسة تم استخدام منهج تحليل المحتوى؛ لمراجعة وتحليل الإنتاج الفكري في تكنولوجيا الواقع المعزز وإدارة المعلومات ومتطلباتها وبعض أنظمتها، وإيجاد المعايير التي من المفترض أن تكون موجودة في نظم إدارة المعلومات الصحية بحيث يواكب تقنية الواقع المعزز (AR). كما تم استخدام منهج دراسة الحالة لمعرفة دور تقنية الواقع المعزز في دعمها لنظم إدارة المعلومات الصحية، وتطبيق المعايير المستخلصة على نظام إدارة المعلومات الصحية (DHIS2). ومن خلال الدراسة تم التوصل إلى عدة نتائج أهمها: مساهمة تقنية الواقع المعزز في دعم نظم المعلومات الصحية من حيث توفير الوقت والجهد المالي والمكاني، وتبين أن نظام (DHIS2) لم يطبق تقنية الواقع المعزز رغم تطبيقه لبعض التقنيات الحديثة كتقنية الواقع الافتراضي (VR)، وتقبُّل ممارسي الرعاية الصحية لهذه التقنيات ووجود نتائج إيجابية على الحالات التي تم تطبيقها عليه. كل ذلك يدل على أن الطريق إلى استخدام تقنية الواقع المعزز أصبح ممهداً، وإمكانية أن يساهم الواقع المعزز في إحداث التغييرات الرئيسية في نظام الجراحة والتشخيص والعلاج، فضلاً عن التعليم والتدريب الطبي. وفي ضوء هذه النتائج تم اقتراح بعض التوصيات، من أبرزها: ضرورة تطبيق تقنية الواقع المعزز في نظام (DHIS2)؛ من أجل تحسين جودة النتائج الصحية في البلدان المنخفضة والمتوسطة الدخل وتعزيز الشراكات مع الجهات ذات الدخل المنخفض والمتوسط، ومع الخبراء التقنيين واستغلال طفرة النظام، وأخيراً استكمال المجال البحثي في قياس مدى دعم تقنية الواقع المعزز للأنظمة الصحية الأخرى.

**الكلمات المفتاحية:** الواقع المعزز، الواقع الافتراضي، نظم إدارة المعلومات الصحية، DHIS2.

## Title

### Role of augmented reality technology in supporting health information management systems

Eman Muhammad Al-Faifi<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup> King Abdul-Aziz University, Jeddah, Saudi Arabia

## Abstract

The study aimed to identify the role of augmented reality technology in supporting health information management systems, for the purpose of a case study on the District Health Information System (DHIS2). In the light of the objectives of the study, the content analysis approach was used to review and analyze the intellectual production about augmented reality technology, information management requirements, and some of its systems, and to find the standards that are supposed to be present in the health information management system to keep pace with the technology of augmented reality (AR). Moreover, the paper used the case study approach to recognize the role of augmented reality technology in supporting the health information management systems, and applying the obtained standards on the health information management system. The study reached several results, the most important of which are: the contribution of augmented reality technology in supporting health information systems in

Received 12 April 2023; accepted 27 July 2023; published 31 October 2023

© 2023 The Author(s), licensee HBKU Press. This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License CC BY 4.0 (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>), which permits unrestricted use, distribution and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

Cite this as: Al-Faifi EM. Role of augmented reality technology in supporting health information management systems. Arabian Journal of Scientific Research 2023;2.12. <https://doi.org/10.5339/ajsr.2023.12>

terms of saving time and saving financial and spatial efforts; it turned out that the DHIS2 system does not apply augmented reality technology but it uses some other modern technologies like virtual reality; there is a great acceptance among health care practitioners to adopt such technologies as they showed positive results on cases. All of these indicate that the way to use augmented reality technology is now paved and there is a great possibility that augmented reality would provide major changes in the surgery processes, diagnosis, and treatment, as well as medical education and training. In the light of these results, some recommendations were proposed, most notably: necessity of applying augmented reality technology in the DHIS2 system in order to improve the quality of health outcomes in low- and middle-income countries, strengthening partnerships with technical experts and exploiting the system booming phase, and finally conducting further research to measure the extent to which AR technology supports other health systems.

**Keywords:** augmented reality, virtual reality, health information management systems, DHIS2

## 1- المقدمة

وتم استخدام منهج تحليل المحتوى Content Analysis؛ وذلك لمراجعة وتحليل الإنتاج الفكري في تقنية الواقع المعزز، وإدارة المعلومات ومتطلباتها، وبعض أنظمتها، وإيجاد المعايير التي من المفترض تواجدها في نظم إدارة المعلومات الصحية؛ بحيث يواكب تقنية الواقع المعزز (AR)، أيضاً تم استخدام منهج دراسة الحالة Case Study؛ وذلك لإيجاد دور تقنية الواقع المعزز في دعم نظم إدارة المعلومات الصحية، وتطبيق المعايير التي تم استخلاصها على أحد الأنظمة الصحية.

## 3- تقنية الواقع المعزز

### 1-3 تعريفات

يسعى المقال إلى تسليط الضوء على تقنية الواقع المعزز (AR) والإشارة عند الاقتضاء والضرورة إلى الواقع الافتراضي (VR)، ولكن ما يجب إيضاحه أن التقنيتين مختلفتان، ويجب التفريق بينهما؛ وذلك لأن الواقع المعزز يتركب من المحتوى الرقمي (صور، نصوص، رسوم متحركة... إلخ)، مع رؤية للعالم الحقيقي (المادي)، بعكس الواقع الافتراضي الذي يتكون من عالم رقمي منعزل عن العالم المادي.

**الواقع المعزز (AR) Augmented Reality:** تعددت تعريفات الواقع المعزز، وقد يعود ذلك إلى أسباب، من أهمها: الخلط بين المفاهيم المتقاربة لمفهوم الواقع المعزز، فبعض الدراسات تعتبر أن الواقع المعزز هو أحد أنواع الواقع الافتراضي، وذلك ما سيتعين علينا توضيحه لاحقاً. والبعض يرى أن الواقع المدمج هو أحد المصطلحات المعبرة عن الواقع المعزز، في حين أن هناك اختلافاً بين المصطلحين؛ لكون الواقع المدمج مزيجاً من الواقع المعزز والواقع الافتراضي.<sup>2</sup> وقد عُرِّفت دائرة المعارف البريطانية Encyclopedia Britannica الواقع المعزز بأنه: "عملية دمج، أو جمع بين عروض الفيديو، أو الصور الفوتوغرافية، عن طريق تراكب الصور مع البيانات المفيدة التي تم إنشاؤها بواسطة جهاز الكمبيوتر".<sup>3</sup> ويمكن تعريفه إجرائياً بأنه: التقنية التي تدمج الواقع الملموس صورة وصوتاً بالنصوص والملفات الصوتية والمرئية لتعرضها على المستخدم في إطار واحد يسمح له بالتحكم في أي عنصر من العناصر المكونة.

**الواقع الافتراضي (VR) Virtual Reality:** هو عبارة عن تقنية تستخدم مقاطع الفيديو والصور الرقمية ثلاثية الأبعاد؛ لإنشاء تجارب بصرية افتراضية للمستخدمين، ويكمن هدف هذه التقنية في خلق عالم افتراضي مشابه للعالم المادي (الواقعي)، مع إمكانية التفاعل فيه كما يحصل التفاعل في العالم المادي.

**الواقع المختلط (MR) Mixed Reality:** يشار إليه بالواقع الهجين، حيث يسمح بالتفاعل مع العالمين المادي والافتراضي، ويسد الفجوة بين العالم المعزز والعالم الافتراضي من خلال فرض تجربة تفاعلية على العالم المادي، وهي خطوة أبعد من الواقع المعزز.

انطلاقاً من كون تقنية الواقع المعزز من أهم تقنيات الثورة الصناعية الرابعة، وكونها من التقنيات الحديثة نسبياً، فمثلها كمثل أي تقنية حديثة عند شيوها؛ فهي تحتاج إلى فهم واستيعاب مزاياها وعيوبها؛ لمحاولة تجنب الاستخدام السلبي لها، وقوة السيطرة عليها؛ لتوظيفها بالطرق السليمة والصحيحة، فهي تُعد من التقنيات المهمة التي ظهرت جراء الثورة الصناعية الرابعة، وهي تقوم بأخذ المعلومات الرقمية التي أنشئت بواسطة الحواسيب، ومن ثم تعزيزها في الواقع المادي. فهي بطريقة ما تسعى لتحسين بيئة العالم الحقيقي، وتُعتبر من أحد أهم الابتكارات الحديثة التي تشق طريقها في العديد من الأسواق، لا سيما في مجال الرعاية الصحية؛ لتقديم العديد من الحلول المجدية والفعالة للكثير من التحديات داخل نظام الرعاية الصحية، كما في العمليات الجراحية، والتطبيب، والتدريب الطبي ونحوه، حيث تقوم بدمج العالم الحقيقي الملتقط من خلال كاميرات الهاتف المحمول مع المعلومات والبيانات ذات المرجعية الطبية،<sup>1</sup> وكما يقول لانجون هيلت: «أنت في عالمك؛ ويتم تراكب البيانات فوق العناصر الموجودة في العالم المادي».

هنا يكمن تميز الواقع المعزز عن غيره من التقنيات، عند مسألة الدمج بين الأشياء الافتراضية والعالم الحقيقي، بما يعني أن الممارس الطبي بإمكانه رؤية ما لا يراه في الواقع، كالأوردة، والأورام، والسجلات دون صرف النظر عن المريض.

لذلك سيتم من خلال هذا البحث التعرف على دور تقنية الواقع المعزز في دعم نظم إدارة المعلومات الصحية، والتطرق لنظام من أنظمة إدارة المعلومات الصحية يعرف بـ برنامج المعلومات الصحية للمناطق (DHIS2) وهو اختصار لـ District Health Information Software الإصدار الثاني، والتوصل للأهداف التالية:

- التعرف على تقنية الواقع المعزز، والتقنيات المشابهة لها.
- التعرف على إدارة المعلومات الصحية وأنظمتها.
- التعرف على دور الواقع المعزز في دعم نظم إدارة المعلومات الصحية.
- تقييم مدى دعم الواقع المعزز لنظام (DHIS2).

## 2- مشكلة الدراسة

في ضوء تقنيات الثورة الصناعية الرابعة؛ سعت الشركات في توظيف التقنيات الحديثة للنهوض بالمجتمعات الإنسانية، لا سيما في القطاع الصحي، ومع الانتشار الكبير للهواتف الذكية، والاتصالات الشبكية الخلوية في المناطق المأهولة بالسكان، وإمكانية المعالجة الرسومية في الهواتف المحمولة؛ يجعل المحاكاة والمعروفة بالواقع المعزز (AR) Augmented Reality، والواقع الافتراضي (VR) Virtual Reality، ممكناً حتى في البلدان المتوسطة والمنخفضة الدخل، حيث سعت أنظمة إدارة المعلومات الصحية (والتي تشكل منصات، تجمع البيانات المتنقلة والمتكاملة) في استخدام وتوظيف العديد من تقنيات الثورة الصناعية الرابعة، لا سيما تقنية الواقع المعزز؛ وعليه يمكن صياغة مشكلة الدراسة في: دور تقنية الواقع المعزز في دعم نظم إدارة المعلومات الصحية.

عند تقاطع الثلاث تقنيات السابقة (AR, VR, MR) يظهر الواقع الممتد، فهو مصطلح شامل للبيئات التي يتم إنشاؤها بواسطة الكمبيوتر والتي تدمج العالمين المادي والافتراضي أو تنشئ تجربة افتراضية تماماً للمستخدمين.

### 2-3 تاريخ الواقع المعزز

لطالما كان الخيال العلمي متنبئاً بتقنيات المستقبل، وهناك العديد من الأمثلة لتقنيات الواقع المعزز الذي تخيلته الفنانون والعلماء في نطاق التكنولوجيا. كان أول تناول للواقع المعزز في عام 1956م، حيث كتب فيليب ديك (تقرير الأقلية)، والذي نشر في مجلة الكون الوهمي Fantastic Universe، وهو خيال علمي، خلق فيه مثلاً تطبيقاً للواقع المعزز. وكان أول مثال للواقع المعزز في عام 1957م، حيث طوّر مورتون هيلينج نموذجاً أولياً من آلة سنسوراما Sensorama، يسمح هذا المحاكى للمستخدم بأن يشاهد صوراً مجسمة ثلاثية الأبعاد، معززة بأحاسيس كالاهازات، ونظام متخصص لإعادة إنتاج الروائح، والأصوات<sup>4</sup>

في عام 1966م صنع إيفان ساذرلاند Ivan Sutherland آلة أطلق عليها (سيف دموكليس)، مستلهماً اسمها من سيف دموكليس، كما في الشكل 1. تظهر شخصاً مرتدياً خوذة مجهزة بعدسات للواقع المعزز، حيث يعرض الصور المركبة على المشهد الحقيقي، وطُوّر لاحقاً لمساعدة طائري الهيلوكوبتر على الهبوط ليلاً، من خلال تشغيل الكاميرا مع حركة الرأس.



شكل 1. جهاز سيف دموكليس<sup>5</sup>.

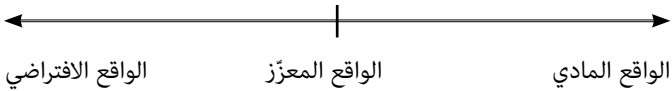
وفي منتصف السبعينيات طوّر مايرون كروجر ساحة الفيديو Video Place، وهو عبارة عن مختبر تفاعلي للواقع المعزز، حيث لا يتطلب نظارات، فهو يتفاعل مع مقطع فيديو يعرض ظلال أشخاص آخرين في غرفة أخرى، وسبقه مفهوم Pepper's ghost، والذي كونه هوبيرت تشيفلي Hubert chiefly، وفيه تفرض صوراً شفافة كأنها الأشباح في مكان ما، حيث تعمل عن طريق انعكاس الصورة الشفافة على زجاج شبكي، لتعطي مظهر الهولوجرام على المسرح<sup>5</sup>.

في عام 1999م تم تطوير ARToolkit بواسطة هيروكازو Kato Hirokazu من معهد نارا للعلوم والتكنولوجيا، وبعدها بعامين دمجت ARToolWorks وأصدرت النسخة الأولى 1.0 من ARToolkit وكانت نسخة مفتوحة<sup>6</sup>.

التقنية في تطور مستمر في الألفية الجديدة، وفي سبيلها لاتخاذ خطوات عملاقة في كل عام، لتطوير تقنيات الواقع المعزز، فكل ما كان خيالاً علمياً أصبح يمكن حدوثه من خلال تقنيات المحاكاة. بعد ما كانت واجهة التواصل مع الحواسيب مسطحة ثنائية الأبعاد، تعدت أنظمة الواقع المعزز هذا النمط ليصبح المستخدم جزءاً من بيئة الحاسوب، بدلاً من كونه مجرد مراقب من الخارج، فمع الواقع المعزز يُصبح الجسد البشري من ضمن منظومة التواصل، ولذلك فإن أنظمة الواقع المعزز معقدة، وذات اشتراطات إضافية من حيث خفة الوزن وسهولة الاستخدام وانخفاض التكلفة، وقد تم حصر تاريخ الواقع المعزز في جدول أرفق كملحق في نهاية المقال.

### 3-3 الفرق بين الواقع المعزز والواقع الافتراضي

السمة المشتركة بين التقنيتين هي مصطلح (الواقع)، فهما يشتركان في بعض التقنيات الأساسية، ولكن كل تقنية تقوم بتجارب مختلفة بشكل واضح. **الواقع الافتراضي (VR)**: يأخذ المستخدم إلى عالم منعزل تماماً، بواسطة الحاسوب، بثلاث درجات من الحرية (3DOF) والتي يمكن أن ينظر المستخدم فيها للاتفاتات الأساسية (أعلى، أسفل، يمين، يسار). **الواقع المعزز (AR)**: يمنح المستخدم معلومات مرئية إضافية متناسقة ومتراكبة مع العالم من حوله، فهي بيئة تكاملية بين الواقع والافتراض، وذلك بست درجات من الحرية (6DOF)، فتسمح بالنظر في كل مكان في مساحة 360 درجة.



المحور السابق يمثل الخط المستقيم للواقع، فعند الاتجاه لليمين تقترب من الواقع المادي الملموس المتجرد من التقنية، وعند الاقتراب من الاتجاه الأيسر فهو يأخذنا للدمج التقني، كما نلاحظ في أقصى المحور من اليسار أننا نكون قد اقتربنا للواقع الافتراضي والذي يمثل فيه الواقع التقني البحت، ولا يكون هناك دمج مع الواقع المادي بتاتاً، بعكس الواقع المعزز والذي يتمحور في الجزء الأوسط من المحور، فهو قد يكون خليطاً ما بين الواقع المادي والافتراضي، وهنا نستنتج درجة واقعية الواقع المعزز في تعزيزه للواقع المادي بواقع افتراضي.

ويستخدم الواقع الافتراضي والواقع المعزز للتعليم والتدريب والترفيه، لكن الواقع المعزز يتيح رؤية البيانات التكميلية للمحيط.

في الواقع المعزز تستغل إحداثيات الموقع واتجاه الحركة وتوجيه المستخدم؛ لتحديد موضع الكاميرا واتجاهها، ثم تعرض بعد ذلك رسومات ثلاثية الأبعاد مركبة على شاشة الكاميرا، وهذا يؤدي إلى تراكب الصور التي تم إنشاؤها بواسطة الجهاز، والجهاز قد يكون الهاتف الذكي، أو الحاسوب الشخصي، أو خوذة مركب عليها شاشة، ويتضمن أجهزة لوحية أو نظارات. ويستخدم الواقع الافتراضي فقط شاشة مثبتة على الرأس، وهي لا توفر أي رؤية مباشرة للعالم الحقيقي.

أيضاً من الفروق الجوهرية بين التقنيتين إمكانية رؤية المستخدم (اليد والقدم... إلخ) في الواقع المعزز، أي أن الصور التي يكونها الجهاز تتركب على صورة المحيط الحقيقي. بينما في الواقع الافتراضي لا يمكن ذلك، وكما يشير بعض المهتمين بالتقنية إلى أنّ الواقع الافتراضي هو نقطة انطلاق للواقع المعزز<sup>7</sup>.

الواقع المعزّز AR	الواقع الافتراضي VR
بيئة تكاملية.	بيئة افتراضية.
الإحساس بالعالم المادي.	انقطاع تام عن العالم الحقيقي.
بالإمكان استخدام الواقع المعزّز بدون سماعة الرأس.	ضرورة وجود سماعة الرأس، أو الشاشة المثبتة على الرأس.
يسمح برؤية المستخدم لبعض أجزائه (اليدين، القدم...) والتفاعل معه.	لا يسمح برؤية الجسد.
مركب على إحداثيات الموقع.	لا حاجة لاكتشاف موقع المستخدم.
يحتاج لنطاق ترددي واسع، يصل لـ 100 ميغا بايت في الثانية.	يحتاج لنطاق ترددي أقل، يصل لـ 25 ميغا بايت في الثانية.
لا يحتاج إلى تخزين كبير.	الحاجة إلى تخزين سحابي كبير، لتخزين الكائنات الافتراضية المستخدمة.

### 4-3 مزايا الواقع المعزّز

- يتميز الواقع المعزّز بعدة مزايا ملموسة، وقد قُدمت نتائج قابلة للقياس تبين فيها فوائد هذه التقنية لمستخدميها، وتتلخص في الآتي:
  - جلب الثقة للمستخدم- لا سيما في البيئة الصحية- فهي تقلل من التدخلات البشرية، والتي تكون عادة معرضة للأخطاء بنسبة أعلى من التدخل التقني والآلي.
  - سرعة الاستجابة في استحضار البيانات والمعلومات المطلوبة، والاستفادة منها.
  - سرعة تحليل البيانات بالوقت المناسب؛ فقد أوضحت موزعة البيانات الصحفية PRNewswire بشيكاغو- من خلال استطلاع أجرته على عدة شركات- أنّ 80% من الشركات المشاركة في الاستطلاع حققت زيادة في الإيرادات؛ بسبب تحليلات البيانات في الحال، وقد أثبتت التجارب قدرة الواقع المعزّز على دمج التحليلات في الحال في موقع العمل.
  - خلق التجارب الفريدة والثرية؛ وذلك لدمجه العالمين المادي والرقمي، مما يُضفي روح الحياة على الكائنات المادية.
  - اكتساب فهم أوسع وأفضل للتحديات المستقبلية، التي قد تواجه العالم؛ لأنها تسد الفجوة بين العالمين الرقمي والمادي مما يسمح بإنشاء الحلول المبتكرة الملبية للاحتياجات.
  - زيادة الرضا بالتدريب، والقدرة على استيعاب واستكشاف المعرفة الحديثة، وتحسين التعاون بين متدربين من أقطار العالم؛ لما تمتلكه من تقنيات الدمج، وابتعادها عن التكرار والرتابة.
  - التحفيز المعرفي، لتوفيره التدريب بطرق علمية حديثة.<sup>10-8</sup>
  - زيادة التركيز وتحسين الذاكرة، فالمتدربون في الواقع المعزّز يمكنهم استذكار المعلومات أكثر من الذين تدرّبوا في الواقع المادي<sup>11</sup>.
  - توفير التكاليف؛ فبالإمكان الاستفادة من أدوات طبية بالواقع المعزّز لمساعدة المتدربين بدلاً من شرائها؛ فقد أوضحت التقارير انخفاض تكاليف الواقع المعزّز مقارنة بالواقع المادي، من أيدٍ عاملة، وتكاليف مادية لمختبرات وأجهزة ومعدات، بشتى المجالات الطبية والصناعية والتعليمية.<sup>12,13</sup>
- ### 5-3 عيوب الواقع المعزّز
- تقنية الدمج بين العالمين الواقعي والافتراضي بطريقة متساوية بينهما يمثل سيفاً ذا حدين، فيقدر المزايا والفوائد التي تقدمها هذه التقنية، إلا أنّ لها عيوباً يجب مراعاتها، والانتباه لها، ومنها على سبيل المثال:

● حدوث مشاكل أو تصادم بالواقع الحقيقي عند الخروج من العالم الافتراضي، وذلك لعيش الأفراد في عالم خيالي افتراضي بهيكل افتراضي مُحسّن ومُحبّب، وهذا جانب سيئ يحدث من العلاج النفسي المستخدم للواقع الافتراضي.

● مسألة البيانات الشخصية واستخدامها ومشاركتها وبيعها مع جهات أخرى، وهي مسألة ذات أهمية بالغة، فيمكن في الواقع الافتراضي جمع كميات هائلة من البيانات الشخصية، وإمكانية اختراقها، أو استخدامها لأسباب ضارة. أيضاً عمليات الاحتيال في استخدام هويات شخص ما، أو بياناته الشخصية، كما يحدث في المعاملات التجارية المزيفة عند شراء منتج من متجر افتراضي مزيف؛ فيقوم بسرقة البيانات المصرفية الخاصة بالمشتريين.

● تمثيل مواقف معينة تسبب أضراراً نفسية جسيمة، كتمثيل أقارب وأحباب متوفين وإتاحة التواصل والتفاعل معهم، وقد يؤثر هذا في إمكانية توليد مشاعر سلبية، مثل الحزن والغضب في مسائل أخرى متعددة.

● قدرة التجسيد الافتراضي على إحداث تغييرات عاطفية ومعرفية وسلوكية، بالرغم من أن ما تم اختباره إلى الآن على الأشخاص يعتبر ذا فائدة للفرد والمجتمع؛ كالقضاء على التمييز العنصري، ولكن احتمالية استخدام التقنية لتطبيقات ضارة وارد.

هذه قائمة محدودة؛ فالقضايا الأخلاقية لتقنية XR متعددة وكثيرة، ولكن الهدف من ذكر بعضها هو إيضاح نبذة عن أهم التحديات الأخلاقية الحالية، وباعتبار أن القضايا المذكورة هي قضايا تستحق المناقشة أكاديمياً وتجاريّاً.<sup>16,15,1</sup>

#### 4- الواقع المعزّز في نظم إدارة المعلومات الصحية

##### 4-1 تمهيد

الواقع المعزّز أحدث ثورة في المؤسسات والصناعات والكفاءة والسلامة، وزيادة الإنتاجية في عدة مجالات منها: **الرعاية الصحية**، وتحسين رعاية المرضى بكفاءة عالية، وتدريب الجرحى، والمساعدة في العلاج. ومما تجدر الإشارة إليه أن الأمر لا يتعلق بالإنجاز من حيث المزيد من العمل والتي نعرفها «بالإنتاجية»، ولكن الواقع المعزّز يركّز أيضاً على إكساب الجودة في العمل، على سبيل المثال: عندما يعلم المسعف أن الإنعاش الرئوي (CPR) يتم بطريقة معينة؛ من حيث الضغط على الصدر يكون بضغط معتدل لا زيادة ولا نقصان، وبسرعة معينة، وبعدد نبضات معين ومحدد في الدقيقة الواحدة، فذلك يعني أن عليه ألا يزيد ولا ينقص عن ذلك، وهكذا تزيد الجودة بمستويات عالية. فالواقع المعزّز يقدم فرصاً ذات قيمة عالية لمتخصصي ومقدمي الرعاية الصحية، وللأجهزة الطبية، والعاملين، وأي أطراف أخرى في نظام الرعاية الصحية. وقد سجلت مؤخراً Precedence Research تقريراً منشوراً مفاده أن سوق الواقع المعزّز في الرعاية الصحية بلغت قيمته 3.2 مليار دولار، وذلك في عام 2021 فقط، والمتوقع أن تتجاوز 19.5 مليار دولار بحلول عام 2030م؛ أي بمعدل نمو سنوي يصل إلى 26.88%، وذلك من عام 2020-2030م، وهذا ما يوضح اتجاهه الإيجابي في تطبيقه في المجال الصحي، وقابلية التطوير المستقبلي فيه.<sup>17</sup>

##### 4-2 سمات الواقع المعزّز في البيئة الصحية

ومما سبق يمكن تلخيص أهم سمات الواقع المعزّز في البيئة الصحية في النقاط الآتية:

- الجمع بين بيئة العالم الحقيقي الملموس والكائنات الطبية الافتراضية بصورة تحقق فيها اندماج هذه الكائنات غير الحقيقية مع الأشياء الحقيقية، بدقة وكفاءة عالية.
- استكمال بيئة متعلمي الطب بالكائنات الافتراضية؛ مما يساعد في توفير الوقت والجهد والمكان، وأيضاً توفير المالي، وغيرها من المميزات.
- إتاحة اندماج الممارس الصحي، أو المريض، وتفاعله مع البيئتين الملموسة والافتراضية في الوقت ذاته.

#### 4-3 تأثير الواقع المعزّز على الرعاية الصحية

تقنية الواقع المعزّز أثبتت فعاليتها في المجال الطبي، ولها آثار حسنة وواضحة، وكما يوفر تعلماً ثرياً لطلاب الطب، في تحقيق الكفاءات الأساسية، كالعمل الجماعي، واتخاذ القرارات ونحوهما، ولكن يتحتم بذل الجهود والعناية الكبيرة لجني الثمار المطلوبة، لا سيما أن أنظمة الواقع المعزّز تعتبر مكلفة، مقارنة بغيرها من المنهجيات الطبية الاعتيادية؛ فهي تعتمد في الاستخدام على مهارات الفني، والأطباء، ومدرسي الطب المعنيين، وهنا بعض المجالات الرئيسية التي يحدث فيها الواقع المعزّز تأثيراً بالغاً في الرعاية الصحية، وتعتبر نقاط قوة.<sup>18</sup>

##### 4-3-1 الواقع المعزّز في غرفة العمليات (الجراحة)

وهي الجراحة التي تكون بمساعدة الروبوت أو بدونه، وقد استخدمت تقنيات عديدة؛ من أشهرها عدسة مايكروسوفت الهولوجرامية Microsoft Hololens، للمساعدة في إجراء العمليات الجراحية، وهذا ما أدى إلى تحسين الدقة والبراعة في الجراحة، فهي تعمل على تحسين الوعي بالموقف، مما يسمح بتعزيز قدرة الجراح على اتخاذ القرارات المثالية في الوقت المثالي بشكل كبير.

وفي فبراير من سنة 2020م تم إجراء أول عملية موجهة بالواقع المعزّز في مستشفى القديسة أورسولا Sant'Orsola في بولونيا بإيطاليا، ففي أثناء عملية استئصال الفك العلوي للمريض وإعادة وضعه - وذلك لمساعدة المريض على استعادة وظيفة العض - استخدم الجراح سماعة رأس AR للوصول إلى بيانات المريض اللازمة، ك (ضربات القلب، وضغط الدم، ودرجة حرارة الجسم، ومعدل التنفس)، وأيضاً تقنيات التصوير المستخدمة مسبقاً، كصور التصوير بالرنين المغناطيسي، وصور الأشعة المقطعية، والتي كانت قبل الجراحة، والتصوير ثلاثي الأبعاد؛ مما أدى إلى تركيز أكبر على العملية، وتحسين مراقبة حالة المريض بدقة عالية؛ للتدخل في الوقت المناسب.<sup>19</sup> وتُعد القدرة على الوصول لبيانات المريض بسرعة أثناء إجراء العملية الجراحية هي المفتاح الذي يُعتمد فيه على نجاح تقنية ال-AR؛ وذلك لأهمية كل ثانية في مثل هذا الموقف.

##### 4-3-2 الواقع المعزّز في العيادة

###### التشخيص والعلاج:

حيث يتم مسح ثلاثي الأبعاد للجسم بالاعتماد على تقنية الواقع المعزّز؛ وذلك لدقة التشخيص وتحسين العلاج، فالتقنيات المرئية مثل: الأشعة السينية، والمقطعية، شائعة في القطاع الصحي، وهي تساعد على رؤية الأجسام من الداخل وتشخيصها ومن ثم علاج المرضى، وتقنية AR يمكنها بالإضافة إلى ما سبق إنشاء صور ثلاثية الأبعاد بدقة، وواقعية، وقدرة الوصول إليها وفحصها من قبل الأطباء عبر أجهزة الواقع المعزّز، ومن أبرز أمثلتها عدسة مايكروسوفت الهولوجرامية.

###### سرعة عرض سجلات المرضى:

تعد تقنية AR وسيلة فعالة في عرض سجلات المرضى الطبية، فبإمكان الأطباء مسح معصم المريض، وعرض تاريخ المريض بالكامل، والذي يسترد بواسطة



التعليم الطبي باستخدام الواقع المعزز: AR anatomy المتاح على الهواتف النقالة، حيث يطبق تشريحاً مفصلاً لجسم الإنسان، يوضح فيه العضلات، والعظام، والأوردة، والشرايين، والأعصاب... إلخ، بدقة عالية.<sup>27</sup>

#### تدريب الممرضات:

المحاكاة القائمة على الأجهزة اللوحية، والمدعومة بالواقع المعزز، تُعطي الفرصة المثالية في التواصل مع المرضى، والتعامل مع مواقفهم اليومية لسيناريوهاتهم المختلفة، والتي تتطلب مزيجاً من المهارات الاجتماعية والتقنية.<sup>27</sup>

#### 4-4 تطبيقات الواقع المعزز في الطب

هناك العديد من الممارسين يعترفون بأن للواقع المعزز إمكانيات هائلة لتحفيز التعليم في مجال الرعاية الصحية، بالرغم من كونه لا يزال في مراحله الأولى شكل 3.



شكل 3. طلاب من جامعة Case Western Reserve في ولاية كليفلاند يتعرفون على علم التشريح البشري باستخدام Microsoft HoloLens.

#### 1-4-4 تطبيق Phantom Motor Execution PME

قام أورتيز كاتالان- الأستاذ المشارك في جامعة تشالمرز للتكنولوجيا بالسويد- بتقديم طريقة معالجة جديدة باستخدام الواقع المعزز، والتعلم الآلي لحالة ألم الطرف الوهمي (PLP) phantom limb pain، ويقصد به الظاهرة التي يعاني فيها الأشخاص الفاقدون لأحد أطرافهم آلاماً شديدة تبدو كأنها من العضو المفقود، وتُفسر الظاهرة بأنها (اشتباك عشوائي)، فبعد البتر تفقد الدوائر العصبية المرتبطة بالأطراف المفقودة دورها، وتكون حينها عرضة للتشابك مع الشبكات العصبية الأخرى، فتؤثر في مواضع الألم بالدماغ.

فقام أورتيز كاتالان بتقديم حل: باستخدام تقنية الواقع المعزز والتعلم الآلي، يقوم فيها الطبيب بتعليق إلكترونيات على الطرف المبتور كما هو موضح في شكل 4؛ فيعمل على التقاط الإشارات الكهربائية للطرف المفقود، فيتم ترجمتها من خلال خوارزميات الذكاء الاصطناعي، ويظهر للمرضى بالشاشة طرف ظاهري معروض رقمياً، مع إمكانية التحكم فيه كما لو كان طرفاً بيولوجياً، وفي هذه الحالة تسمح للمريض بتحفيز وتنشيط المناطق النائمة من الدماغ، فيساعد على فصل التشابك مع شبكة الألم.<sup>28</sup>

وأظهرت دراسة سريرية أُجريت على من يعانون من PLP، في الأطراف العلوية المستعصية، حيث تلقوا 12 جلسة علاجية من PME، مدة كل منها ساعة ونصف، تحسناً إحصائياً وسريرياً، فقد انخفض بنسبة 50% تقريباً من PLP.<sup>29</sup>

AR من سجل طبي بصيغة إلكترونية، وهو ما يسمح للأطباء برؤية السجلات الصحية في نفس الوقت الذي يقومون فيه بفحص المريض، أو التحدث معه، دون الحاجة إلى الرجوع لأجهزة الكمبيوتر لمراجعة السجل المرضي للمريض.<sup>20</sup>

#### علاج الإصابات:

من الطرق التقليدية في معالجة الجروح والعناية بها، الاعتماد على اللمس والتَّحسس من طرف المعالج، والتي قد تكون غير دقيقة ومؤلمة للمريض، فيتيح الواقع المعزز تقييم الجروح، من خلال نماذج مرئية دقيقة ثلاثية الأبعاد للجرح، فهي توفر تقييم الجراح بفهم أفضل، وتصور أوضح للعمق، والسبب، والطرق العلاجية المناسبة. وكما تساعد الممرضات على تضميد الجراح بشكل صحيح، ودون أخطاء، كما يوضح شكل 2 حجم الجرح ومدى خطورته، وظهور درجات من الألوان توضح موضع الخطورة من الجرح بدرجات متفاوتة. وتم تقييم قابلية استخدام وفعالية تطبيق التقنية الحديثة في تقييم الجروح وإدارتها من منظور الجراح والمريض، وتوصلت إلى تقييمات إيجابية تلخصت في التقييم الفوري للجروح، والكفاءة المحسنة في توفير الرعاية، وزيادة التزام المريض بالعلاجات، والعناية المثلى بالجروح.<sup>21</sup>



شكل 2. تحليل جرح من تطبيق Tissue Analytics<sup>21</sup>

#### التأهيل والعلاج الطبيعي:

يؤدي استخدام تقنية AR في جلسات العلاج الطبيعي إلى تقييم النتائج بشكل أفضل من خلال البيانات التي جُمعت من كل جلسة وتقييمها ومقارنتها، وتحسن من النتائج الجسدية، وتؤدي إلى زيادة مشاركة المريض وتفاعله، وقد أُجريت دراسات في مختلف مجالات العلاج الطبيعي باستخدام تقنية AR، وتم التوصل إلى نتائج إيجابية في علاج التوازن والمشي،<sup>22,23</sup> أيضاً في كتلة العضلات، وممارسة الكفاءة البدنية، والأداء البدني،<sup>24</sup> وفي تقليل مخاطر السقوط لدى النساء المسنات،<sup>25</sup> ومتلازمة الألم الوهمي للأطراف المبتورة، والتي تم الإشارة إليها في التطبيقات، وكما أن المرضى الذين أصيبوا بسكتة دماغية أدت إلى شلل جزئي أو كلي، أدى العلاج الطبيعي باستخدام تقنيات الواقع المعزز على جهاز المشي (C-Mill) إلى إظهار مكاسب كبيرة في فعالية المشي بعد التدريب عليه.<sup>26</sup>

#### المكفوفون:

يُساعد AR المكفوفين، والمعاقين بصرياً، على التعرف على الوجوه المألوفة، وسهولة التنقل في البيئة المحيطة بهم، والمساعدة على العثور على العناصر المفقودة التي يبحثون عنها.<sup>27</sup>

#### 3-3-4 الواقع المعزز في التعليم الطبي

##### التعليم الطبي:

تساعد تقنية AR على أساسيات علم التشريح، ومفاهيمه المعقدة، وأيضاً التعرف على الأدوية، ومفعولها في جسم الإنسان، ومن أبرز الأمثلة على

ولكن لم تقدم نجاحاً باهراً مع المستهلكين؛ وذلك بسبب التكلفة العالية، ومشاكل الإدراك، بالرغم من كونها كانت جذابة، وذات أصداء عالمية. وظهرت من Microsoft Hololens وكانت مثيرة للإعجاب وشهدت اعتماداً واسعاً في قطاع الرعاية الصحية، وهكذا فمنتجات وتطبيقات AR تتوالى يوماً بعد آخر وبطرق مبتكرة، ففي اختبار أجري بجامعة طوكيو باليابان من كلية الطب، غرفة طوارئ تجريبية تقوم بالتقاط صور أشعة مقطعية لكامل الجسم لمرضى الصدمات، والسماح للطواقم الطبي بارتداء سماعات رأس الواقع المعزز، وتم التعرف على المريض مع مشاهدة الصدمة، وفي المكان المحدد؛ مما سمح بمناقشة الأطباء للحالة والتخطيط لعلاجها دون الحاجة للاستعانة بالشاشات المسطحة، وتوفير الوقت والجهد، نستطيع تلخيص ما جرى بأن تقنية AR ستقوم بإزالة الصور الطبية الموجودة بالشاشات؛ ووضعها في مساحة ثلاثية الأبعاد، فتتماشى تماماً مع جسم المريض.<sup>31</sup>

وبطبيعة الحال فقد أدرك العاملون في القطاع الصحي أهمية الواقع المعزز، وفوائده الجبارة، ومع ذلك ليس فقط العاملون هم المستفيدين الوحيدين من هذه التقنية، بل أثبتت جدارتها كأداة لتثقيف المرضى؛ بالسماح للعاملين في مساعدتهم على فهم الإجراءات الجراحية، وطريقة عمل الأدوية، وهذا يعني أن هناك فرصاً واعدة للشركات التي تؤمن وتفهم الواقع المعزز، وتسعى لإنشاء تطبيقات ومنتجات جديدة ومفيدة، ومن الواضح أن تقنية الواقع المعزز في الرعاية الصحية لا زالت في بداية نموها، وهناك مستقبل واعد لعالم الابتكارات التكنولوجية، وعالم ما بعد الوباء؛ في تعليم المتخصصين والمهنيين في الرعاية الصحية، وفي التواصل، وفي نتائج المرضى وتثقيفهم. ومن ضمن هذه التقدّمات والتحوّلات المتوقعة في المجال الصحي بقيادة الواقع المعزز الآتي:

#### 4-5-1 في ممارسة طب الأسنان

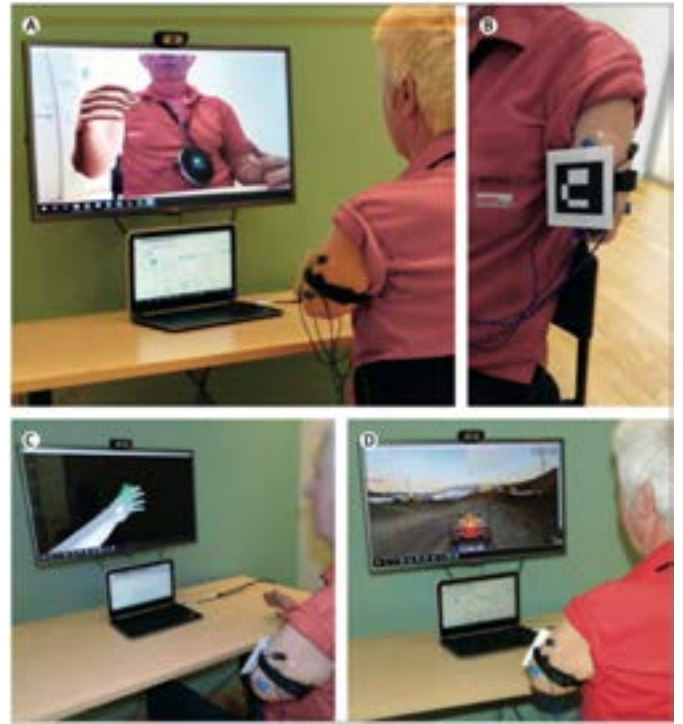
ستدعم تقنية الواقع المعزز- بشكل ملحوظ في السنوات القادمة- جراحات الفم، والفكين، والتقويم، وزرع الأسنان، فقدرة الواقع المعزز على تعزيز الإدراك البصري المكاني سيقطع شوطاً طويلاً في الممارسات ما قبل السريرية، كصميم تجاوب العلاج، لتعليم الطلاب والمساعدة في التحليل.<sup>32</sup>

#### 4-5-2 في الرياضة الصحية

فقد يعزز الواقع المعزز خفض التكاليف في المجال الصحي والرعاية بشكل ملحوظ؛ مما يساهم في تحسين مستوى المعيشة، وإنقاذ العديد من الأرواح سنوياً. حيث يسهل ممارسة الرياضة مع الآخرين رقمياً باستخدام تطبيقات الواقع المعزز ك FitTech, Motitech؛ مما يشجع على المشي اليومي، وتحسين نمط الحياة والنوم، والعديد من الفوائد الجسدية والنفسية المترتبة على ممارسة الرياضة يومياً.<sup>32</sup>

وأشار الدكتور لويس ريسنبرج Louis Rosenberg في مقال له بعنوان «الواقع المعزز والقدرات الخارقة ومستقبل الطب» إلى قوة عظمى توقع ظهورها في المستقبل القريب لتقنية AR في المجال الطبي، وهي القدرة على النظر إلى الماضي؛ وذلك لأن الأطباء ستكون عندهم القدرة على التقاط الصور ثلاثية الأبعاد للمرضى باستخدام تقنية AR، ومشاهدة تلك الصور المتوافقة مع أجسام المرضى، بمعنى آخر: بإمكان الطبيب تقييم تقدم الشفاء بسرعة عن طريق فحص المريض من خلال نظارات الواقع المعزز، والتحديث بشكل تفاعلي في الوقت المناسب؛ لمقارنة النظرة الحالية بالشكل الذي كانت عليه الآفة خلال الزيارات السابقة.<sup>33</sup>

نخلص في نهاية الأمر إلى أن التقدم الذي يحصل في الاستخدامات الطبية للواقع المعزز على وجه الخصوص، ولتقنيات الثورة الصناعية على وجه العموم، هي محط أنظار وتوقعات كبيرة على كل من التعليم الطبي



شكل 4. يظهر للمريض كاميرا فيديو مباشرة معروضة على شاشة الحاسوب، حيث يظهر الطرف الافتراضي بالمكان المشار إليه بالأقطاب الكهربائية<sup>28</sup>

#### 4-4-2 رؤية الأوردة

قدمت شركة Evena Medical- الرائدة في تطوير التصوير عالي الجودة والوضوح للوصول الوريدي الدقيق والسريع- نظام نظارات يسمح بارتدائها من قبل الممرضات، ورؤية الأوعية الدموية من خلال جلد المريض، حتى الأوردة التي يصعب تحديد موقعها بسهولة رؤيتها، أيضاً يساعد ذلك في البيئات السريرية الصعبة، كوحدة الأطفال، أو حديثي الولادة، فبالإمكان تحديد موقع أفضل الأوردة والوصول إليها بسرعة وسهولة.

تقوم النظارة بتسليط ضوء الأشعة تحت الحمراء والموجات فوق الصوتية على الجلد، وارتداء النظارات المفلترت بالأشعة تحت الحمراء لرؤية الأوردة المحيطة؛ للحقن الوريدية أو فحوصات الدم شكل<sup>30</sup> 5.



شكل 5. يظهر في الشكل A الأوردة المعرضة للأشعة تحت الحمراء التي يمكن رؤيتها بواسطة نظارات الواقع المعزز والشكل B بوضع حقنة بالمكان الدقيق.<sup>30</sup>

#### 4-5-5 مستقبل الواقع المعزز في الرعاية الصحية

أدى استخدام الهواتف الذكية والأجهزة المحمولة المتنوعة إلى سرعة التقدم والتطور في ممارسات القطاع الصحي القائمة على التقنيات الحديثة، ومنها الواقع المعزز، وتعمل الآن الشركات بجد لإرساء أسس ثورة الواقع المعزز، وإن أول منصة AR تحصل على نطاق واسع من القبول هي Google Glass.

والممارسة الطبية، وكما قال ستيفانو بيني- أستاذ التهاب المفاصل بقسم جراحة العظام بسان فرانسيسكو: «لا نبالغ في الدور المفيد للواقع المعزز في تحسين القوى العاملة في مجال الرعاية الصحية».

#### 4-6 التحديات الأساسية في اعتماد تقنية الواقع المعزز في الرعاية الصحية

كما أن الواقع المعزز سيفتح آفاقاً جديدة وتطلعات مديدة، فضلاً عن المنتجات والخدمات التي تعدّ في طور البزوغ، وأيضاً ما تقدمه من كفاءة عالية، وتحسين للسلامة، وتوفير للتكاليف، إلا أن هناك العديد من الثغرات والتحديات التي تقف عائقاً في مسيرة هذه التقنية.

في شهر إبريل من عام 2017م أجرت لجنة الرعاية الصحية الرقمية المتمثلة في بعض الرؤساء المشاركين في اللجنة (كريس كولو كرئيس لجنة، بولا كاتين، هنري لين) استطلاعاً رقمياً، استهدف الشركات الناشئة التي تعمل على تطوير محتوى AR، أو منتجاته، أو حلول شاملة، ويهدف إلى فهم الوضع الحالي لسوق AR في الرعاية الصحية، وتحديد التحديات التي تواجه القطاع الصحي في مسألة اعتماد هذه التقنية فيه، ومن ضمن الأسئلة كان هناك سؤال حول العقبات والتحديات التي تواجه الرعاية الصحية بالواقع المعزز، وتحول دون تبنيها لمثل هذه الابتكارات، وتم الخروج بعدة تحديات وهي كالتالي:<sup>34</sup>

##### التمويل:

هذا التحدي يعد من أهم التحديات، ولا عجب في ذلك؛ فقد أخذ في مقياس أهميته 4 من أصل 5، بما يعني أهميته الكبيرة بالنسبة للتحديات، ويرجع ذلك لكون الواقع المعزز للرعاية الصحية في مرحلته الأولى من البحث عن مبدعي ومبتكري التقنيات، وأصحاب الرؤى الذين هم على استعداد لعرض التطبيقات القابلة للتسويق، وصلها ونشرها على نطاق واسع، ونظراً لما تتمتع به تقنية الواقع المعزز من فوائد جمّة في القطاع الصحي، من تخطيط، وجراحة، وتخفيف آلام، وتعليم طبي... إلخ، فمن البين أن يبدأ العملاء والمستثمرون في وضع الحلول الذكية واستثمارها.

##### القصور الفني:

من الممكن أن تعدّ مواصفات الأجهزة، ودقتها، عوامل مقيدة لبعض القطاعات الصحية، وقد حصلت على تقييم 3 من أصل 5، لمدى كونها تحدياً مهماً، وهذه من الأمور التي يرى لها تحسن في المستقبل القريب، وذلك بسبب منافسة السوق الكبيرة، وأيضاً بسبب قانون مور وهو التنبؤ الذي وضعه المهندس جوردن مور حول قطعة إلكترونية تدعى ترانزستور، والذي ينص على أن عدد الترانزستورات لكل شريحة يتضاعف كل عامين تقريباً، والتي ستؤدي بدورها إلى تحسينات مستمرة في كل من القوة والحجم.

##### القضايا التنظيمية في المستشفيات:

وهي قضايا متعلقة بأنظمة إدارة المستشفيات لا سيما تلك التي لا تزال تستعمل السجلات الورقية، ولذلك ربما يعتبر هذا التحدي من أصعب التحديات، وأبطئها في الحل.

##### قلة التدريب:

يحتاج إدخال الواقع المعزز إلى الممارسة الطبية اليومية إلى تدريب مقدمي الخدمات الصحية عليها لينغمسوا في التجربة ويعرفوا مزاياها.

##### قلة الدراسات البحثية حول الواقع المعزز في مجال الرعاية الصحية:

لا تزال هناك حاجة ماسة إلى عمل تجارب عشوائية؛ لتكون هناك مصداقية عالية، ذات شواهد ودلالات، بحيث تظهر أدلة حتمية في مسألة اعتماد الواقع المعزز في مجالات ذات حساسية عالية كالمجال الصحي.

#### ما يخص التأمين، والتنظيم:

دائماً ما تشكّل القضايا التنظيمية، والسياسات، والتأمينات؛ عقبات كبيرة للعاملين بالقطاع الصحي، وهذه من التحديات التي سجلت في الاستطلاع، وحصلت على 2 من أصل 5، ولم تشكّل تحدياً كبيراً للمستجيبين في الوقت الحالي، وذلك لما هو متعارف عليه؛ من أنّ ظهور اللوائح- عادة- يكون بعد اعتماد واسع النطاق.

##### مقاومة المستخدمين للتقنيات الجديدة:

جيل أواخر الثمانينات وما بعدهم هم بطبيعة الحال جيل منفتح ومتقبل للتقنية بشكل عام، وللتقنية الصحية بشكل خاص، وليس لديهم إحجام عن تجربة هذه التقنيات الحديثة، وهم أكثر استعداداً لتبني بعض التقنيات الحديثة في القطاع الصحي من كبار السن، ولكنهم أقل استعداداً من نظرائهم الأصغر سناً، ولأن غالبية المرضى والطواقم الصحي من هذه الفئة؛ قلل من حدة القلق في هذا التحدي.

لكن المشكلة تكمن في أنّ الشركات المنتجة لا تستهدف فئة معينة، فمن الأهمية بمكان مراعاة هذا التحدي عند تطوير وتشغيل هذه التقنية في القطاع الصحي، وزيادة الاهتمام بالتشجيع، والتثقيف، والتدريب. وتجدر الإشارة إلى أنّ القوة النسبية تختلف باختلاف المتبني للتقنية.<sup>35</sup>

#### 5- التحليل والنتائج

##### 5-1 معايير تطبيق تقنية الواقع المعزز

يمكن استخدام تقنية الواقع المعزز في العديد من مجالات التطبيق، على سبيل المثال المعدات الطبية والصحية، وبسبب المجموعة الواسعة من مجالات التطبيق فمن الأهمية بمكان نهج التصميم القائم على المعايير، فعند تطوير النظم دون الرجوع لاستخدام مشترك يساعد في تبادل المعلومات، قد يؤدي إلى ازدواجية في الجهود التنموية، وبالتالي حصول الهدر والعشوائية.

ولتحقيق أهداف الدراسة تم إعداد قائمة معايير متخصصة بتطبيق تقنية الواقع المعزز في مجال الرعاية الصحية، بالاستناد على كل من قائمة المتطلبات العامة لتطبيقات الواقع المعزز،<sup>36</sup> ومعايير دمج المقاييس التقنية والتنظيمية،<sup>37</sup> وتوصيات التصميم لأنظمة التدريب القائم على الواقع المعزز،<sup>38</sup> وتم تحكيم القائمة من سعادة الدكتورة: هند البادي، أستاذ مساعد بقسم علم المعلومات بكلية الآداب والعلوم الإنسانية، وبالإمكان الاطلاع على القائمة والاستفادة منها في قسم الملاحق.

وركزت القائمة على ثلاثة بنود رئيسية تمثلت في:

##### 5-1-1 المتطلبات أثناء الإعداد للتقنية

- **الضمانات المادية:** وهي تركز على تأمين الوصول المادي للأجهزة، وتضع التدابير التأمينية، كالضوابط والإرشادات.
- **الضمانات الإدارية:** فهي تضع التدابير اللازمة لإجراء تقييم للمخاطر، وتدريب للموظفين، وتضع خطة الطوارئ وتختبرها، وتقيد وصول الطرف الثالث للبيانات.
- **وقت الإعداد:** وهو الوقت المطلوب لإنشاء تطبيقات AR في حده الأدنى، مع اشتماله للعمليات المتكررة، كالمعايرة ونحوها.
- **موثوقية النظام:** وتعني مدى موثوقية النظام من حدوث أي انقطاع في العمليات لأنظمة التشغيل، ومن تلافي المشاكل قبل وقوعها، مع الحد الأدنى من الصيانة.<sup>37</sup>

- إتاحة عرض مخططات المرضى، وتفاصيل السجلات الطبية، مما يسمح بالاطلاع على السجلات الصحية للمريض في الوقت ذاته عند فحصه أو التحدث معه.
- استكمال البيئة التعليمية التدريبية الطبية بالكائنات الافتراضية، والتي قد تكون معدومة بالواقع للبلدان محدودة الدخل.
- سرعة عرض وتشخيص الأمراض المعدية قبل انتشارها.
- تحسين الدقة والبراعة في الجراحة، والعمل على تحسين الوعي؛ مما يسمح بتعزيز قدرة الجراح على اتخاذ القرارات المثالية في الوقت المثالي بشكل كبير.
- الاستغناء عن اللمس والتحسس للجروح الغائرة- والتي قد تكون غير دقيقة ومؤذية للمريض- بالنماذج المرئية الدقيقة والثلاثية الأبعاد للجرح، فتساعد في تقييم الجرح بدقة، وتصور أوضح للعمق، والسبب، والطرق العلاجية المناسبة.
- مساعدة الممرضين على تفادي الأخطاء؛ لما توفره التقنية من دقة وكفاءة في الأداء، وتوفير للوقت والجهد.
- تقدم فرصاً ذات قيمة عالية لمتخصصي ومقدمي الرعاية الصحية، وللأجهزة الطبية، والعاملين، وأي أطراف أخرى قد تكون في نظام الرعاية الصحية.
- المحاكاة القائمة على الأجهزة اللوحية والمدعومة بالواقع المعزز تعطي الفرصة المثالية للتدريب، والتواصل مع المرضى، والتعامل مع مواقفهم اليومية لسيناريوهاتهم المختلفة.
- أداة فعالة لتثقيف المرضى بالسماح للعاملين في مساعدتهم على فهم وتصور الإجراءات الجراحية، وطريقة عمل الأدوية.
- **دقة العرض:** وتعني الدقة في محاذاة الكائنات الحقيقية، والافتراضية، للحد من الأخطاء.<sup>38</sup>
- **التمثيل والمحاكاة:** وهي تمثيل ومحاكاة معلومات العالم الحقيقي، في وجود نموذج لتمثيل الأشياء الحقيقية والافتراضية، مع محاكاة أجهزة الاستشعار في بيئات افتراضية ثلاثية الأبعاد.
- **إرسال البيانات:** حيث يجب أن تكون جميع المعلومات التي يتم إنشاؤها أثناء استخدام AR قادرة على الإرسال عبر بيئات وأنظمة الحوسبة غير المتجانسة، وقابلة للنقل والتبادل عبر الشبكات، بطرق سلسلة، على الرغم من تركيبها وكبرها.
- **الأداء في الوقت الفعلي:** معنى أن تتبع العناصر وتصورها يكون في الوقت الفعلي لمعالجة البيانات دون تأخير بوضعها قيد الانتظار؛ من أجل سهولة التفاعل وتقليل المخاطر.<sup>37</sup>
- **بيئة العمل:** حيث يكون تصميم وتشغيل تطبيقات AR متمحوراً حول الإنسان، مع مراعاة العوامل البشرية، كإجهاد العين أثناء قضاء فترات أطول من العملية.

### 3-1-5 التطوير والتكامل

- **مردودية التكلفة:** ويُقصد به تبرير العائد المتوقع للمصاريف المطلوبة أثناء التطوير والتكامل، وتكاليف الاستثمار للتطبيق.
- **أمن البيانات:** وهو تطبيق قوانين أو لوائح تضمن أمن البيانات، وتسجيلها، وتتبع مواقع العاملين.
- **اللوائح المعمول بها:** وهو وضع اللوائح أثناء التصميم، وتكامل تطبيقات AR، كإجراءات السلامة، أو مواصفات النظافة.<sup>36</sup> بالإمكان الاطلاع على قائمة المعايير في قسم الملاحق.

### 3-5 النتائج

- سرعة تطور تقنية الواقع المعزز في المجال الطبي؛ مما يُسفر عن تقدمات هائلة في قابل الأيام.
- قلة المصادر العربية لهذه التقنية، خصوصاً في مجال الرعاية الصحية، مقارنة باللغات الأخرى.
- أن تطبيق الواقع المعزز يُساهم في دعم الأنظمة المعلوماتية الصحية من الناحية التوفيرية لكل من الوقت والجهد، ومن الناحية المالية، والمكانية.
- نظام إدارة المعلومات الصحية (DHIS2) من النظم العالمية، ويعيش الآن بدايات نهضته في البلدان المنخفضة والمتوسطة الدخل، وكانت له نتائج إيجابية عند تفشي الجائحة العالمية الأخيرة.
- التوصل لقائمة محكمة تحتوي على معايير من الممكن تطبيقها على تقنية الواقع المعزز في مجال الرعاية الصحية.
- نظام إدارة المعلومات الصحية (DHIS2) لم يطبق بعد AR بالرغم من تطبيقه لـ VR.
- تقبل ممارسي نظام (DHIS2) لتقنية الواقع الافتراضي؛ مما يشير إلى سهولة تقبلهم لتقنية الواقع المعزز، وذلك بسبب أن الواقع الافتراضي يُنقل مستخدمه للعالم الافتراضي البحتة؛ مما يُساهم في اختلافات ونقلات نوعية، بينما الواقع المعزز يُتيح دمج العالمين المادي والافتراضي.
- سيساهم وجود تقنية الواقع المعزز في النظام إلى إحداث النقلات الإيجابية في العيادات عند الجراحة، وفي التشخيص والعلاج، وفي التدريب والتعليم الطبي وغيره.

### 2-5 تطبيق معايير تقنية الواقع المعزز على (DHIS2)

- نظام إدارة المعلومات الصحية (DHIS2) لم يُطبق تقنية الواقع المعزز (AR)، ولكن لما لتقنية الواقع المعزز من تشابه مع تقنية الواقع الافتراضي (VR) في كونها مشتركة معها في بعض التقنيات الأساسية، فتجدر الإشارة إلى أن النظام قد طبق تقنية الواقع الافتراضي (VR) على ثلاث حالات، الأولى والثانية استخدمتا محاكاة الواقع الافتراضي لمساعدة الأطفال على التنفس،<sup>39</sup> والثالثة استخدمت ذات التقنية في التدريب على تنشيط إنعاش حديثي الولادة في مجال الرعاية الصحية.<sup>40</sup> وكانت نتائج التطبيق كالتالي:
- لقي تدريب eHBB VR قبولاً كبيراً عند العاملين في مجال الرعاية الصحية، وكما أوضح أنه قد يوفر الدعم الإضافي للاحتفاظ بمهارات الإنعاش لحديثي الولادة، مقارنة بغيرها من التدخلات الرقمية.
- قد يكون استخدام الواقع الافتراضي وغيره من التدخلات الرقمية نهجاً قابلاً للتطبيق لإعداد الدورات التدريبية لمهنيي الرعاية الصحية، في البلدان منخفضة الدخل والبلدان المتوسطة.
- وهذا مما يستدعي ضرورة الإشارة إلى الإضافة الكبيرة التي ستقدمها تقنية AR للنظام، لا سيما وقد أسفرت تجارب تقنية VR على نتائج مثمرة إلى حد ما.
- وتلخص الباحثة مما سبق الإضافات التي ستقدمها تقنية AR لـ (DHIS2) على النحو التالي:
- جمع عالمين: مادي وافتراضي، بدقة وكفاءة عاليتين.
- إتاحة التجارب المختلفة والمثيرة للممارسين الصحيين، واندماجهم مع البيئتين في الوقت ذاته.

بالمقارنة مع تطبيقات الواقع المعزز التي تم تطبيقها في مجالات أخرى غير المجال الصحي، يتضح خطورة ودقة تطبيقات الواقع المعزز الطبية؛ مما يؤدي إلى ظهور الحواجز والمخاوف لتطبيقها وانتشارها، ولكن عند مقارنتها من جانب آخر بالمزايا والتطورات الهائلة، والدعم الكبير للأنظمة الصحية التي ستقدمها هذه التقنية في المجال الطبي تحديداً، نجد أن هذه الحواجز تتلاشى تدريجياً، مما يساهم في رؤية وتوقع مستقبل واقعي معزز. ونظراً لما سبق فقد تم تحديد قائمة متطلبات في نطاق تطبيق AR في الأنظمة الصحية، مما يساهم في تطوير النظم بالرجوع لاستخدام مشترك يساعد في تبادل المعلومات، وتفادي الازدواجية في الجهود التنموية، وحصول الهدر والعشوائية.

- العمل على إدخال تقنية الواقع المعزز في نظام إدارة المعلومات الصحية؛ وذلك لتحسين جودة المخرجات الصحية في البلدان منخفضة ومتوسطة الدخل، لا سيما أن نظام (DHIS2) يُعتبر من الأنظمة العالمية، ويُدعم من أكبر جامعات النرويج، ويطور من قبل نظام HISP.
- تعزيز نظام (DHIS2) لجانب الامتثال للتقنيات الحديثة، من خلال عقد الشراكات مع الخبراء التقنيين، والشركات المتخصصة بالرعاية الصحية، في مسألة تقديم المساعدات للجهات التي تُبدي رغبتها في إحداث نقلات تقنية ببلدانها، واستغلال فورة النظام.
- استكمال المجال البحثي في قياس مدى دعم تقنية الواقع المعزز للأنظمة الصحية الأخرى كنظام iDOX.

## المراجع

1. Wassom BD. Augmented reality law, privacy, and ethics: Law, society, and emerging AR. Elsevier; 2015.
2. Ghandour MH, Elagmawy IMS, Nada MA. The Creative Role of Employing Augmented Reality into The Design of Political Advertising Campaigns. *Journal of Architecture, Arts and Humanities*.2020;5(21). 10.21608/MJAF.2019.13979.1210  
غندور، مهند والعجموي، إيهاب وندا، مى على. الدور الإبداعي لتوظيف الواقع المدمج في تصميم الحملات الإعلانية السياسية. مجلة العمارة والفنون والعلم الإنسانية. 2020، 5(21).
3. Hosch WL. Augmented reality. *Encyclopedia Britannica*; 2023.
4. Pope, H. (2018). Introduction to virtual and augmented reality. *Library Technology Reports*, 54(6), 5-7.
5. Sutherland IE. A head-mounted three dimensional display. In *Proceedings of the December 9-11, 1968, fall joint computer conference, part I*. 1968, December: 757-764.
6. Billingham M, Kato H & Poupyrev I. Collaboration with tangible augmented reality interfaces. In *HCI international*.2001, August; 1: 5-10.
7. Farshid M, Paschen J, Eriksson T, & Kietzmann J. Go boldly: Explore augmented reality (AR), virtual reality (VR), and mixed reality (MR) for business. *Business horizons*. 2018;61(5):657-663.
8. Bulliard J, Eggert S, Ampanozi G, Affolter R, Gascho D, Sieberth T, et al. Preliminary testing of an augmented reality headset as a DICOM viewer during autopsy. *Forensic Imaging*. 2020;23:200417.
9. Diegmann P, Schmidt-Kraepelin M, Eynden S, Basten D. Benefits of augmented reality in educational environments - A Systematic Literature Review . *Wirtschaftsinformatik Proceedings*; 103. 2015. <https://aisel.aisnet.org/wi2015/103>.
10. Nicolau S, Soler L, Mutter D, Marescaux J. Augmented reality in laparoscopic surgical oncology. *Surgical Oncology*. 2011;20(3):189-201.
11. Hou L, Wang X, Bernold L, Love PE. Using animated augmented reality to cognitively guide assembly. *Journal of Computing in Civil Engineering*. 2013;27(5):439-451.
12. Leblanc F, Champagne BJ, Augestad KM, Neary PC, Senagore AJ, Ellis CN, et al. A comparison of human cadaver and augmented reality simulator models for straight laparoscopic colorectal skills acquisition training. *Journal of the American College of Surgeons*. 2010;211(2):250-255.
13. Martín-Gutiérrez J, Navarro RE, González MA, editors. Mixed reality for development of spatial skills of first-year engineering students. 2011 *Frontiers in Education Conference (FIE)*. IEEE; 2011.
14. Aggarwal R, Singhal A, editors. Augmented reality and its effect on our life. 2019 9th International Conference on Cloud Computing, Data Science & Engineering (Confluence). IEEE; 2019.
15. Madary M, Metzinger TK. Real virtuality: A code of ethical conduct. Recommendations for good scientific practice and the consumers of VR-technology. *Frontiers in Robotics and AI*. 2016;3:3.
16. Slater M, Gonzalez-Lienres C, Haggard P, Vinkers C, Gregory-Clarke R, Jelley S, et al. The ethics of realism in virtual and augmented reality. *Frontiers in Virtual Reality*. 2020;1:1.
17. Precedence Research RC. Augmented and virtual reality in healthcare market. 2023 [cited 31 August 2023]. <https://www.precedenceresearch.com/augmented-and-virtual-reality-in-healthcare-market>
18. Barsom EZ, Graafland M, Schijven MP. Systematic review on the effectiveness of augmented reality applications in medical training. *Surgical Endoscopy*. 2016;30:4174-4183.
19. Stolton S. The world's first augmented reality surgical operation. In Stolton SHTLGIESPL. (eds.). *How the light gets in: Europe's photonics landscape*. 2020 [cited 31 March 2023].
20. Weng M, Huang L, Feng C, Gao F, Lin H, editors. Electronic medical record system based on augmented reality. 2017 12th International Conference on Computer Science and Education (ICCSE). IEEE; 2017.

21. Barakat-Johnson M, Jones A, Burger M, Leong T, Frotjold A, Randall S, et al. Reshaping wound care: Evaluation of an artificial intelligence app to improve wound assessment and management amid the COVID-19 pandemic. *International Wound Journal*. 2022;19(6):1561–1577.
22. Kim I-C, Lee B-H. Effects of augmented reality with functional electric stimulation on muscle strength, balance and gait of stroke patients. *Journal of Physical Therapy Science*. 2012;24(8):755–762.
23. Ku J, Kim YJ, Cho S, Lim T, Lee HS, Kang YJ. Three-dimensional augmented reality system for balance and mobility rehabilitation in the elderly: A randomized controlled trial. *Cyberpsychology, Behavior, and Social Networking*. 2019;22(2):132–141.
24. Jeon S, Kim J. Effects of augmented-reality-based exercise on muscle parameters, physical performance, and exercise self-efficacy for older adults. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. 2020;17(9):3260.
25. Yoo H-n, Chung E, Lee B-H. The effects of augmented reality-based Otago exercise on balance, gait, and falls efficacy of elderly women. *Journal of Physical Therapy Science*. 2013;25(7):797–801.
26. Timmermans C, Roerdink M, van Ooijen MW, Meskers CG, Janssen TW, Beek PJ. Walking adaptability therapy after stroke: Study protocol for a randomized controlled trial. *Trials*. 2016;17(1):1–11.
27. Alliance of Advanced BioMedical Engineering. Augmented reality to revolutionize the health care. 2017 [cited 31 March 2023]. <https://aabme.asme.org/posts/novel-augmented-reality-technology-to-revolutionize-the-health-care-industry>
28. Ortiz-Catalan M, Guðmundsdóttir RA, Kristoffersen MB, Zepeda-Echavarria A, Caine-Winterberger K, Kulbacka-Ortiz K, et al. Phantom motor execution facilitated by machine learning and augmented reality as treatment for phantom limb pain: A single group, clinical trial in patients with chronic intractable phantom limb pain. *The Lancet*. 2016;388(10062):2885–2894.
29. Lendaro E, Hermansson L, Burger H, Van der Sluis CK, McGuire BE, Pilch M, et al. Phantom motor execution as a treatment for phantom limb pain: Protocol of an international, double-blind, randomised controlled clinical trial. *BMJ Open*. 2018;8(7):e021039.
30. Dragošev, G. Glasses for easier veins detection and safer installation of peripheral venous cannula. *Inspirium*. 2018; (13):41-43.
31. Ito K, Sugimoto M, Tsunoyama T, Nagao T, Kondo H, Nakazawa K, et al. A trauma patient care simulation using extended reality technology in the hybrid emergency room system. *Journal of Trauma and Acute Care Surgery*. 2021;90(5):e108–e112.
32. Madison D. The future of augmented reality in healthcare. *Health Management*. 2018;18(1).
33. Roberts P. *Voices of world war I: Contemporary accounts of daily life*. USA: Bloomsbury Publishing; 2023.
34. Kolo K, Katin, P, Lane H. Key challenges to adoption of VR/AR for healthcare. *VR/AR Association*. 2017. <https://www.thevrara.com/blog/2017/6/10/key-challenges-to-adoption-of-vr-ar-for-healthcare>
35. LeRouge C, Van Slyke C, Seale D, Wright K. Baby boomers' adoption of consumer health technologies: Survey on readiness and barriers. *Journal of Medical Internet Research*. 2014;16(9):e200.
36. Quandt M, Ait Alla A, Meyer L, Freitag M. Success factors for the development of augmented reality-based assistance systems for maintenance services. *Schmitt, RH, Schuh G (Hrsg)*. 2017;7:175–182.
37. Caricato P, Colizzi L, Gnoni MG, Grieco A, Guerrieri A, Lanzilotto A. Augmented reality applications in manufacturing: A multi-criteria decision model for performance analysis. *IFAC Proceedings Volumes*. 2014;47(3):754–759.
38. Webel S, Bockholt U, Engelke T, Gavish N, Tecchia F, editors. *Design recommendations for augmented reality based training of maintenance skills. Recent trends of mobile collaborative augmented reality systems*. Springer; 2011.
39. Ezenwa BN, Umoren R, Fajolu IB, Hippe DS, Bucher S, Purkayastha S, et al. Using mobile virtual reality simulation to prepare for in-person helping babies breathe training: Secondary analysis of a randomized controlled trial (the eHBB/mHBS trial). *JMIR Medical Education*. 2022;8(3):e37297.
40. Umoren RA, Bucher S, Purkayastha S, Ezeaka C, Esamai F, Mairami A, et al. eHBB/mHBS-DHIS2: Mobile virtual reality provider training in Helping Babies Breathe®. *Pediatrics*. 2020;146(1\_MeetingAbstract):290–292.

## ملحق 1. تطور الواقع المعزز عبر السنين

التطور	العام ميلادي
أول تناول للواقع المعزز كان في الخيال العلمي.	1956
أول مثال للواقع المعزز، طُوّر فيه مورتون هيلينج محاكاة سنسوراما.	1957
صنع إيفان ساذرلاند Ivan Sutherland آلة أطلق عليها (Sword of Damocles)، مجهزة بعدسات الواقع المعزز.	1966
تم فيه تطوير أول شاشة عرض مثبتة على الرأس من قبل إيفان ساذرلاند.	1968
تم بناء مختبر ساحة الفيديو VideoPlace وهو مختبر تفاعلي للواقع المعزز.	1974
اقترح توماس كودال Thomas Caudell أحد باحثي شركة Boeing مفهوم الواقع المعزز.	1990
طُوّر لويس لوسينبيرج Louis Rosenberg تركيبات افتراضية في قاعدة بروكس الجوية بمختبر Armstrong Labs، وهو أول عمل للواقع المعزز في القوات الجوية.	1992
ابتكرت جولي مارتن Julie Martin أول إنتاج مسرحي للواقع المعزز وهو الرقص في الفضاء السيبراني (Dancing in Cyberspace)، بتمويل من المجلس الأسترالي للفنون.	1994
أنشأت وكالة ناسا نظام رؤية اصطناعي هجين لمركبتها الفضائية X-38، واستفادت من تقنية الواقع المعزز.	1999
أنشأ هيروكازو كاتو مكتبة برامج مفتوحة، أسماها AR Toolkit.	2000
أضيفت عدة أدوات للواقع المعزز على متصفحات الويب.	2009
بدأ مصنعو السيارات في استخدام الواقع المعزز في الدعم الفني.	2013
بدأت تظهر أجهزة الواقع المعزز القابلة للارتداء، حيث أطلقت جوجل نظارتها Google Glass.	2014
أحدث الواقع المعزز ضجة كبيرة في العالم؛ بدخوله الحياة اليومية من خلال الترفيه. - أطلقت مايكروسوفت عدسة هولو HoloLens.	2016
طرح عدد شركات عدسات الواقع المعزز. - جوجل طرحت أداة الواقع المعزز AR Kit. - سناب شات طرحت عدسات الواقع المعزز AR Lenses. - طرحت أبل AR Core.	2017
دخول الواقع المعزز في ملاعب كرة القدم.	2019م

## ملحق 2. قائمة معايير تطبيق تقنية الواقع المعزز

المعيار	التوضيح	نعم	إلى حد ما	لا
(1) الضمانات المادية	تركز على تأمين الوصول المادي للأجهزة وتضع التدابير التأمينية كالضوابط والإرشادات.			
(2) الضمانات الإدارية	وضع التدابير اللازمة لإجراء تقييم للمخاطر، وتدريب للموظفين، ووضع خطة الطوارئ واختبارها، وتقييم وصول الطرف الثالث للبيانات.			
متطلبات الإعداد				
(3) وقت الإعداد	الوقت المطلوب لإنشاء تطبيقات AR في حده الأدنى، مع اشتماله للعمليات المتكررة، كالمعايرة ونحوها.			
(4) موثوقية النظام	مدى موثوقية النظام من حدوث أي انقطاع في العمليات لأنظمة التشغيل، ومن تلافي المشاكل قبل وقوعها، مع الحد الأدنى من الصيانة.			
(1) دقة العرض	الدقة في محاذاة الكائنات الحقيقية والافتراضية للحد من الأخطاء.			
(2) التمثيل والمحاكاة	تمثيل ومحاكاة معلومات العالم الحقيقي في وجود نموذج لتمثيل الأشياء المادية والافتراضية، مع محاكاة أجهزة الاستشعار في بيئات افتراضية ثلاثية الأبعاد.			
(3) إرسال البيانات	يجب أن تكون جميع المعلومات التي يتم إنشاؤها أثناء استخدام AR قادرة على الإرسال عبر بيئات وأنظمة الحوسبة غير المتجانسة، وقابلة للنقل والتبادل عبر الشبكات بطرق سلسلة على الرغم من تركيبها وكبرها.			
متطلبات العملية/ التشغيل				
(4) الأداء في الوقت الفعلي	تتبع العناصر وتصورها يكون في الوقت الفعلي لمعالجة البيانات دون تأخير بوضعها قيد الانتظار؛ من أجل سهولة التفاعل وتقليل المخاطر.			
(5) بيئة العمل	تطبيقات AR تعمل عادة على الجانب البشري من ناحية الإنسان والآلة؛ ولذا يجب مراعاة بعض العوامل البشرية عن تصميمها وتشغيلها، كإفراز الانتباه والتشتت والإجهادات المصاحبة عند العمل لفترات طويلة.			
(1) مردودية التكلفة	تبرير العائد المتوقع للمصاريف المطلوبة أثناء التطوير والتكامل.			
(2) أمن البيانات	تطبيق قوانين أو لوائح تضمن أمن البيانات وتسجيلها وتتبع مواقع العاملين.			
(3) اللوائح المعمول بها	وضع اللوائح أثناء التصميم وتكامل تطبيقات AR. كإفراز السلامة، أو مواصفات النظافة.			
التطوير والتكامل				



### ملحق 3. جدول المصطلحات

المصطلح العربي	المصطلح الإنجليزي
الواقع المعزز	Augmented Reality
إدارة المعلومات الصحية	Management Health Information
برنامج المعلومات الصحية للمناطق	(DHIS2) District Health Information Software
الواقع الافتراضي	Virtual Reality
الواقع الهجين أو المختلط	Mixed reality
الواقع الممتد	Extended Reality
مكتبة برامج مفتوحة المصدر لإنشاء تطبيقات الواقع المعزز	AR Toolkit

# المواد النانومترية المتقدمة لمعالجة المياه: أبعاد بيئية

جمعه عبد الجواد محمد علي<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup> قسم الكيمياء بكلية العلوم، جامعة الأزهر، أسيوط، مصر

Email: gomaasanad@azhar.edu.eg \*

## المخلص

باتت حاجة البشرية ملحة في الحصول على مصادر جديدة للمياه؛ للتغلب على مشكلة ندرة المياه التي تواجه معظم دول العالم. ويقوم الباحثون بدور فعال في تلك الحلول عبر تقنيات تحلية مياه البحر ومعالجة وإعادة استخدام مياه الصرف الصحي والصناعي والحصول على المياه من الهواء المشبع بالبخر وغيرها. وتقنية معالجة مياه الصرف تعد من أسهل الحلول وأقلها تكلفة؛ لسهولة تنفيذها، وأنها يمكن أن تنتج كميات كبيرة من المياه المعالجة والصالحة للاستخدام. ومن بين التقنيات الأكثر استخداماً في علاج مياه الصرف الامتزاز (امتزاز المواد الضارة الموجودة في مياه الصرف على سطح مواد نانومترية حديثة وفعالة)؛ حيث إن عملية الامتزاز تعتمد بشكل أساسي على المساحة السطحية للمواد المازة ووجود مجموعات وظيفية على سطحها تسهل من ترابط جزيئات المادة الممتزة؛ لذا فالمواد النانومترية الحديثة لها دور فعال وحيوي في هذه العملية. ومن أهم هذه المواد أكسيد الجرافين الذي له مساحة سطحية عالية جداً والذي تم تحضيره في شكل مسامي من خلال طريقة التجميد الجاف. وأظهرت التحاليل أن أكسيد الجرافين عبارة عن رقائق بها مساحة سطحية عالية وكثافة عالية من المجموعات الأكسجينية على الحواف. وتوفر هذه العملية المزيد من مواقع الامتزاز والمراكز النشطة لامتزاز أيونات المعادن الثقيلة (الحديد وغيره). وقد أثبت أكسيد الجرافين قدرته على إزالة أيونات الحديد مما يجعله مادة جيدة لإزالة أيونات المعادن الثقيلة في معالجة المياه. أيضاً المواد النانوية الأخرى مثل أكسيد الكوبالت الموزع في مصفوفة من السليكا أظهر قدرة عالية على إزالة صبغة أزرق المثلين من مياه الصرف الصناعي. وأثبتت كذلك مواد كربونية منشطة من مخلفات زراعية قدرتها على إزالة كبريتيد الهيدروجين من المياه البترولية. كما تم دراسة مواد الكربون النانوي متعدد الجدار والمطعم بمادة أكسيد الحديد المغناطيسي لإزالة أيونات الرثيق من المياه. وقد أثبتت الدراسات أن للمواد النانومترية الحديثة قدرة عالية على إزالة الملوثات (صبغات وأيونات معادن) من المياه؛ ومن ثم يمكن إعادة استخدام المياه في أغراض شتى، منها الزراعة.

**الكلمات المفتاحية:** المواد النانومترية، ملوثات المياه، البيئة، تنقية المياه.

## Title

**Advanced nanomaterials for water treatment: environmental aspects**

Gomaa A. M. Ali<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup> Chemistry Department, Faculty of Science, Al-Azhar University, Assiut, Egypt

## Abstract

With water scarcity rising as a global issue, finding solutions for new sources of water has become a pressing need. Researchers are playing an active role in finding such solutions like seawater desalination techniques, treatment and reuse of sewage and industrial wastewater, obtaining water from steamy air, and other techniques. Wastewater treatment technology is considered as one of the easiest and least expensive solutions due to its ease of implementation and its capability of producing large quantities of treated water suitable for usage. One of the techniques used for wastewater treatment, and most widely used is adsorption (adsorption of harmful substances present in wastewater on the surface of advanced nanomaterials). The adsorption process depends mainly on the surface area of the adsorbent materials and the presence of functional groups on their surfaces that facilitate the bonding of adsorbent particles, so advanced nanomaterials have an effective and vital role in this process. One of

Received 28 March 2023; accepted 27 July 2023; published 31 October 2023

© 2023 The Author(s), licensee HBKU Press. This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License CC BY 4.0 (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>), which permits unrestricted use, distribution and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

Cite this as: Ali GAM. Advanced nanomaterials for water treatment: environmental aspects. Arabian Journal of Scientific Research 2023;2.13.

<https://doi.org/10.5339/ajsr.2023.13>

the most important of these materials is graphene, which has a very high surface area, and it has been prepared in the form of a porous aerogel form through the freeze-drying method. Analysis showed that graphene oxide consists of sheets with a high surface area and a high density of oxygen groups at the edges. These sheets provide more adsorption sites and active centers for adsorption of heavy metal ions (iron and others). Graphene oxide has proved to be effective for removing heavy metal ions in water treatment. Other nanomaterials such as cobalt oxide distributed in a matrix of silica showed a high ability to remove methylene blue dye from industrial wastewater. In addition, activated carbon materials from agricultural waste, which have proven their ability to remove hydrogen sulfide from petroleum wastewater. Also, multi-walled carbon nanotubes doped with magnetic iron oxide were studied to remove mercury ions from water. In conclusion, studies have shown that the advanced nanomaterials have a high ability to remove pollutants (dyes and metal ions) from water for reuse for various purposes, including agriculture.

**Keywords:** Nanomaterials, water pollutants, environment, water treatment

## 1- مقدمة

الكيميائية ومن مختلف التيارات مثل أبراج التبريد والغلايات وخطوط الإنتاج. وتستمر هذه المواد في إحداث مشكلة كبيرة للعديد من البلدان الأقل تقدماً التي ليس لديها إمكانية الوصول إلى أنظمة تنقية المياه الفعالة. ولا تتعلق التدابير المتخذة لضمان جودة المياه بمعالجة المياه فقط، ولكن تتعلق أيضاً بنقلها وتوزيعها بعد المعالجة؛ لذلك فمن الشائع الاحتفاظ بالمطهرات المتبقية في المياه المعالجة لقتل التلوث الجرثومي أثناء التوزيع وللحفاظ على الأنابيب نظيفة. ويمكن معالجة المياه التي يتم توفيرها للممتلكات المنزلية مثل مياه الصنبور أو الاستخدامات الأخرى، قبل الاستخدام، وغالباً ما يتم ذلك باستخدام عملية معالجة مباشرة. ويمكن أن تشمل هذه المعالجات تليين الماء أو التبادل الأيوني.

يعتمد اختيار أنظمة معالجة المياه على عدد من العوامل، منها: الدرجة التي تكون فيها الطريقة ضرورية لرفع جودة المياه إلى المستوى المسموح به، ومرونة طريقة التحكم، وتكلفة العملية، والتوافق البيئي للعملية. والترشيح هو تقنية إزالة الملوثات بناءً على حجم جزيئاتها. وتسمح إزالة الملوثات من مياه الصرف بإعادة استخدام المياه لأغراض متنوعة. وتختلف أنواع المرشحات المستخدمة في الإجراء اعتماداً على الملوثات الموجودة في الماء. وترشيح الجسيمات والترشيح الغشائي هما الشكلان الرئيسيان لترشيح مياه الصرف. وتعويم الهواء المذاب هو عملية إزالة الغازات المذابة من المحلول. ومساعدات التخثر، والمعروفة أيضاً باسم الإلكتروليتات المتعددة، لتحسين التخثر وللمزيد من القوة للتكوين عادة ما تستخدم مادة تخثر أولية مثل كلوريد الفينيك أو كبريتات الحديد أو الشب. والترسيب الكيميائي هو عملية شائعة تستخدم لتقليل تركيزات المعادن الثقيلة في مياه الصرف. ويتم تحويل أيونات المعادن المذابة إلى مرحلة غير قابلة للذوبان عن طريق تفاعل كيميائي مع عامل ترسيب مثل الجير. في التطبيقات الصناعية، يمكن استخدام قلويات أقوى لإحداث ترسيب كامل. وفي معالجة مياه الشرب، غالباً ما يستخدم تأثير الأيونات الشائعة للمساعدة في تقليل عسر المياه. وحظي الترشيح الغشائي باهتمام كبير لمعالجة النفايات السائلة غير العضوية؛ لأنه لا يزيل المواد الصلبة العالقة والمكونات العضوية فقط، ولكن يزيل أيضاً الملوثات غير العضوية مثل المعادن الثقيلة. وإزالة المعادن الثقيلة، يمكن استخدام عدة أشكال من الترشيح الغشائي، مثل الترشيح الفائق، والترشيح النانوي، والتناضح العكسي، اعتماداً على حجم الجسيمات التي يمكن الحفاظ عليها. والتبادل الأيوني هو عملية تبادل أيوني عكسي؛ حيث تأخذ مادة غير قابلة للذوبان أيونات من محلول إلكتروليتي وتطلق أيونات إضافية من نفس الشحنة بكمية قابلة للمقارنة كيميائياً دون تغيير بنية الراتنج. والمعالجة الحيوية- والتي تشمل المعالجة النباتية والترشيح الجذريوالقياس الحيوي والتحفيز الحيوي- هي طريقة معالجة بيولوجية تتحلل فيها الكائنات الحية الدقيقة أو تحول الملوثات الخطرة في مياه الصرف إلى حالة أقل سمية أو غير سامة. تتغذى الكائنات غيرية التغذية على المواد العضوية القابلة للذوبان والمستحلب الموجودة في مياه الصرف لتتطور وتتكاثر.

نتيجة للتزايد السكاني العالمي المطرد والتطور الهائل في الصناعات المختلفة الذي أدى إلى زيادة استهلاك المياه، يعاني العالم أجمع الآن من مشكلة ندرة المياه. الأمر الذي يوجه أنظار الباحثين إلى إيجاد حلول ومصادر بديلة للمياه مثل محاولات تحلية مياه البحر أو تنقية المياه الجوفية أو مياه الصرف الصحي والصناعي.<sup>3-1</sup> وفي هذا الإطار نجد أن منظمة الصحة العالمية اهتمت بوضع معايير ومواصفات للمياه الصالحة لأغراض الشرب والزراعة وغيرهما.<sup>4</sup> وعلى الرغم من تغطية المياه لأكثر من 71% من سطح الأرض، إلا أن حوالي 1% فقط منها صالحة للشرب وفقاً للمعايير الدولية؛ بسبب التلوثات المختلفة. إن تصريف المياه العادمة من الصناعات، والتلوث الزراعي، ومياه الصرف الصحي، والتغيرات البيئية والعالمية هي المصادر الرئيسية لتلوث المياه. كما أن المستويات النادرة من المعادن الثقيلة والأصبغ والميكروبات تشكل خطراً على صحة الإنسان والأنظمة المائية والبيئية. ولمعالجة قضايا ندرة المياه، أصبح من المهم بشكل متزايد استعادة المياه من مياه الصرف الصحي الحالية أو تطوير مصادر مياه بديلة للاستهلاك البشري.

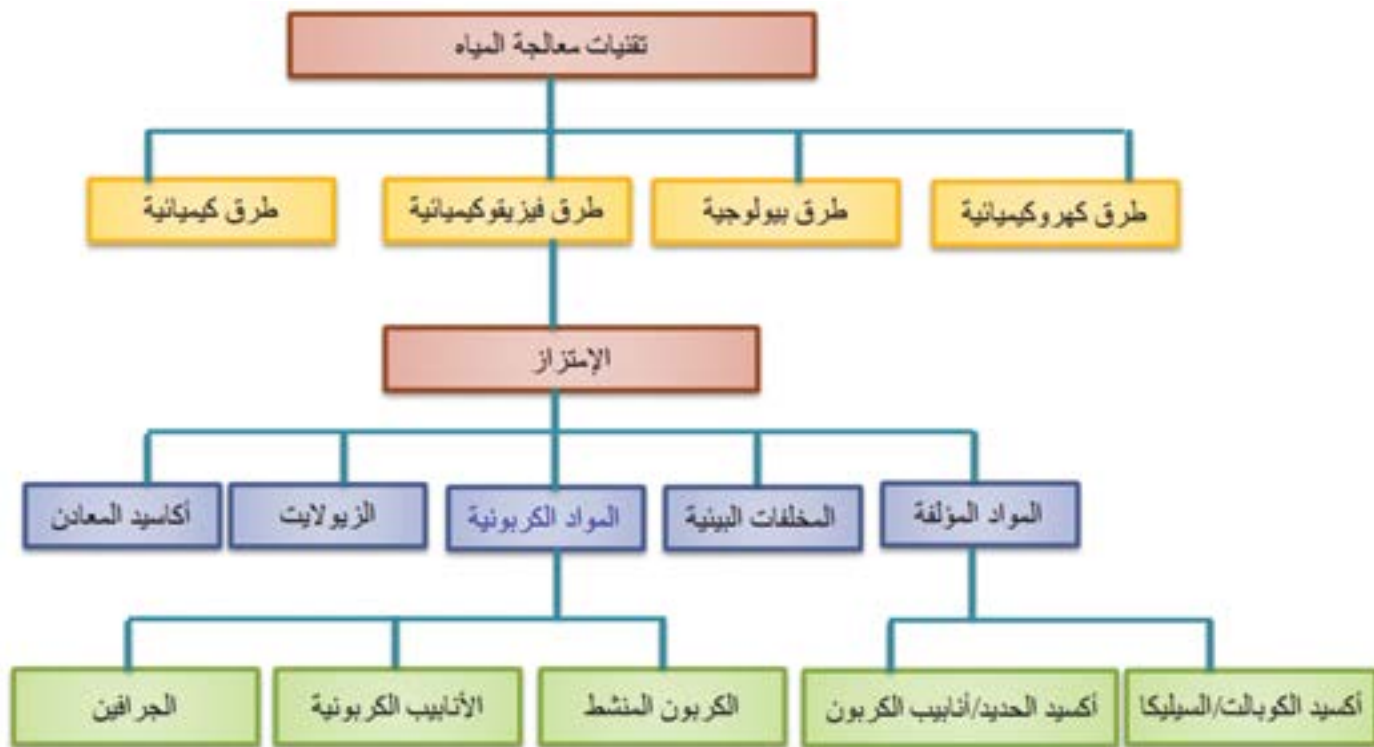
تلوث المياه يسبب العديد من الأضرار والتأثيرات السلبية على البيئة والصحة العامة. فعلى الحياة المائية: يؤدي تلوث المياه إلى تدهور وتلف النظم البيئية المائية بطرق عديدة، مثل تلوث مصادر طعامها وتكاثرها وتنفسها، وهذا يؤدي إلى تقليص أعداد الأحياء المائية، وفقدان التنوع البيولوجي وانقراض بعض الأنواع. وعلى الصحة العامة: يمكن أن يؤدي تلوث المياه إلى انتشار الأمراض وتدهور صحة الإنسان؛ فعندما يتم استخدام المياه الملوثة للشرب أو للاستخدام المنزلي، يمكن أن تنتقل البكتيريا والفيروسات والطفيليات والمواد الكيميائية الضارة إلى الأفراد؛ مما يسبب العديد من الأمراض. كما يسبب تلوث المياه خسائر اقتصادية كبيرة؛ حيث تؤثر تكاليف التنظيف وإعادة التأهيل للمياه الملوثة وتكاليف المعالجة والتنقية والتأثيرات السلبية على الصناعات التي تعتمد على المياه والسياحة المائية.

## 2- تقنيات معالجة المياه

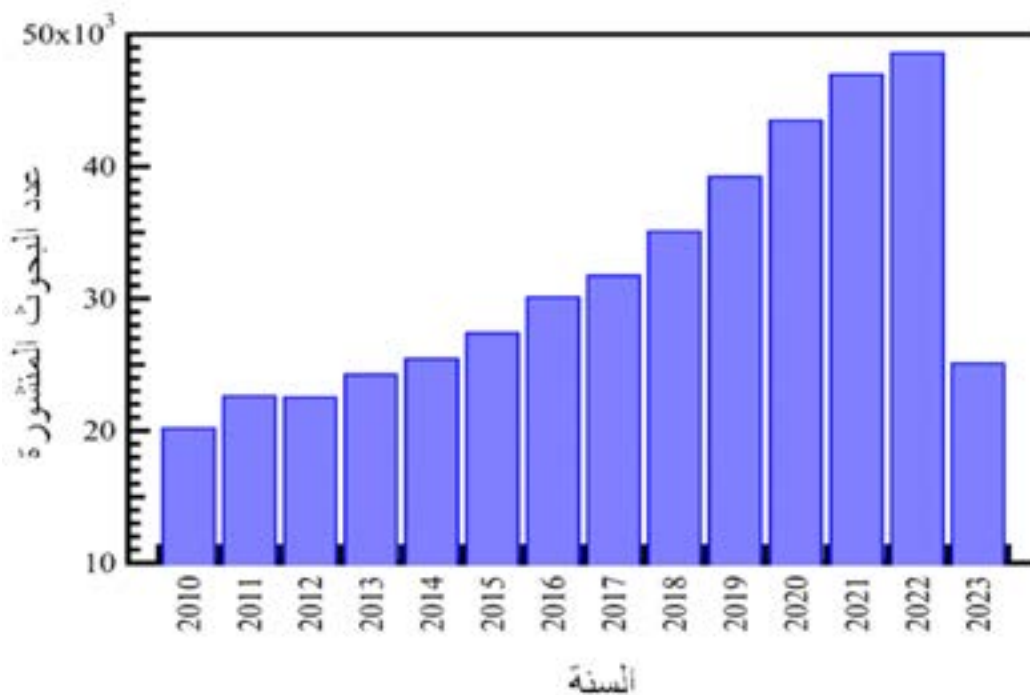
معالجة المياه هي أي عملية تعمل على تحسين جودة المياه لجعلها مناسبة للاستخدام (الشرب أو إمدادات المياه الصناعية أو الري أو العديد من الاستخدامات الأخرى). وتعمل معالجة المياه على إزالة الملوثات والمكونات غير المرغوب فيها، أو تقلل من تركيزها إلى الحد المسموح به. وينتج تلوث المياه في المقام الأول عن تصريف مياه الصرف الصحي غير المعالجة من الشركات؛ حيث يتم إلقاء النفايات السائلة من مختلف المؤسسات، والتي تحتوي على كميات مختلفة من الملوثات، في الأنهار أو موارد المياه الأخرى. وقد تحتوي المياه على نسبة عالية من الملوثات العضوية وغير العضوية عند التصريف الأولي. وتولد الصناعات مياه الصرف الصحي نتيجة لعمليات التصنيع والعمليات التي تتعامل مع الورق واللبن والمنسوجات والمواد

المستخدمة كمواد مازة الجرافين والأنابيب الكربونية والكربون المنشط.<sup>8-11</sup> ونظراً لأهمية الحصول على مياه نظيفة والوصول لحلول مبتكرة في معالجة المياه تمت العديد من الدراسات والأبحاث في هذا الصدد في العالم. شكل 2 يوضح إحصائيات لأعداد البحوث المنشورة في مجال «تنقية المياه» في الفترة من 2010 حتى 2023 تبعاً لبيانات سكوبس.

يوضح شكل 1 التقنيات المختلفة المستخدمة لمعالجة المياه، وتشمل الطرق الكيميائية والبيولوجية والكهروكيميائية والفيزيوكيميائية. وتعد تقنية الامتزاز هي الأشهر استخداماً؛ لسهولة وقلّة تكلفتها. وتشمل المواد المؤلفة من أكثر من مكون وأكاسيد المعادن والزيولايت والمواد الكربونية وحتى المواد المشتقة من المخلفات البيئية.<sup>5-7</sup> ومن أشهر المواد الكربونية



شكل 1. التقنيات المختلفة المستخدمة لمعالجة المياه والمواد الشهيرة لتقنية الامتزاز.



شكل 2. إحصائيات لأعداد البحوث المنشورة في مجال «تنقية المياه» في الفترة من 2010 حتى 2023 تبعاً لبيانات سكوبس.

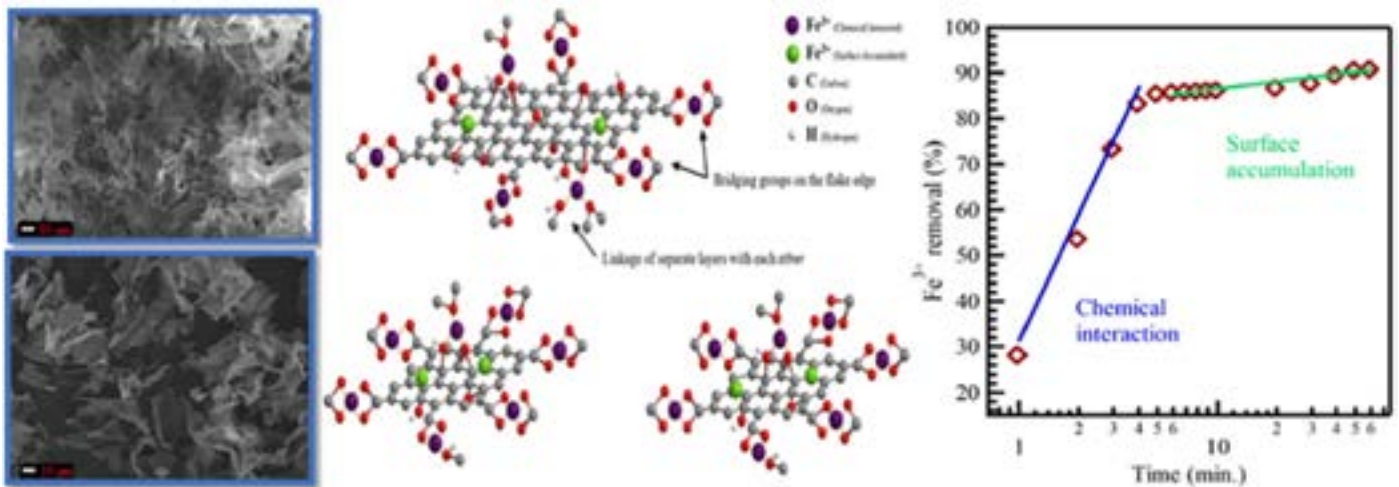
أصبحت المعادن الثقيلة في مياه الصرف الصحي مشكلة بيئية خطيرة في السنوات الأخيرة؛ بسبب الضرر الكبير الذي تسببه للنظم البيئية وصحة الإنسان حتى في التركيزات المنخفضة للغاية.<sup>12</sup> ويعد تلوث المعادن الثقيلة عبئاً بيئياً كبيراً، ونظراً لعدم قابليته للتحلل البيولوجي يمكن أن يسبب مشاكل صحية مثل القيء والإسهال وحتى السرطان. وتتسبب المعادن الثقيلة في المياه في هلاك الحياة المائية ونقص الأكسجين وتكاثر الطحالب. وعندما يتم تصريف المعادن الثقيلة في الأنهار، فإنها تتحول إلى أيونات، والتي تكون أكثر خطورة بكثير من ذرات المعادن. وتتدخل العمليات الإنزيمية بواسطة هذه الأيونات المائية، ويتم تسريع الامتصاص. نتيجة لذلك، يجب إزالة المعادن الثقيلة لتقليل المخاطر العامة.

يمكن أن تكون الأصباغ ضارة جداً بالبيئة، حيث تحتوي غالباً على مواد كيميائية يمكن أن تلوث المياه. ويمكن أن تنتهي هذه المواد الكيميائية في الأنهار وغيرها من المسطحات المائية، حيث يمكن أن تضر بالحياة البرية وتلوث مياه الشرب.<sup>13</sup> وهناك أنواع مختلفة من الأصباغ وتشمل الأصباغ الأساسية والأصباغ الحمضية. وتستخدم الأصباغ الأساسية بشكل شائع لتلوين المنسوجات، بينما تستخدم الأصباغ الحمضية في الصناعات الكيميائية لصنع منتجات بلاستيكية. ويمكن أن يسبب كلا النوعين من الأصباغ ضرراً بيئياً عند تواجدهما في البيئة. وتعتبر الأصباغ الحمضية سبباً خاصاً للقلق؛ حيث يتم إنتاجها غالباً من مواد يصعب التخلص منها بأمان بمجرد عدم الحاجة إليها. والأصباغ الحمضية هي مواد كيميائية صناعية شائعة ويتم إنتاجها بكميات كبيرة، ويتم استخدامها لتلوين العديد من المواد البلاستيكية المختلفة والمواد الأخرى المستخدمة في المنتجات اليومية. وتتضمن هذه المنتجات أشياء مثل الأقراص المضغوطة وتغليف المنتجات الغذائية والألعاب والأجهزة المنزلية. ونظراً لأن المنتجات البلاستيكية شائعة جداً هذه الأيام، فهناك طلب كبير على الأصباغ الحمضية في جميع أنحاء العالم. نتيجة لذلك، هناك كمية هائلة من النفايات الناتجة عن إنتاج الأصباغ الحمضية. في معالجة الملوثات العضوية (الصبغات)، تستخدم الطرق البيولوجية والفيزيائية والكيميائية بشكل شائع.

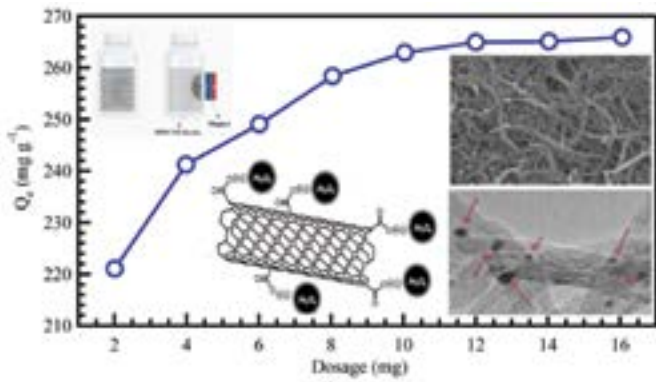
تلوث المياه بالزيوت والمشتقات البترولية يُعد أحد التحديات البيئية الخطيرة التي تواجه العالم في الوقت الحاضر. وتعتبر هذه الزيوت والمشتقات البترولية من الملوثات العضوية الثقيلة التي يتم إنتاجها واستخدامها في مجموعة واسعة من الصناعات، مثل النفط والغاز والتكرير والطيران والشحن البحري وغيرها.<sup>14-16</sup> ويتم تلويث المياه بالزيوت والمشتقات البترولية عادة نتيجة لتسربها من مصادر مختلفة، مثل التسربات من ناقلات النفط الضخمة أو منشآت النفط والغاز أو تسربات صغيرة من السيارات والقوارب والمعدات الصناعية. وعندما تدخل الزيوت والمشتقات البترولية إلى المياه، تنتشر وتشكل طبقة رقيقة على السطح، وتعيق تدفق الأكسجين إلى المياه وتؤثر سلباً على النباتات والحيوانات المائية. وعندما تتلاطم الزيوت والمشتقات البترولية بالشواطئ، تتسبب في تلوث الشواطئ والتربة القريبة من المياه؛ مما يؤثر على الحياة البرية والنباتات الساحلية. أيضاً إذا تم تلوث مصادر المياه التي يعتمد عليها الناس للاستخدام المنزلي أو الزراعي بالزيوت والمشتقات البترولية، فقد يتعرض الأفراد للتسمم عند تناول الماء الملوث أو عند استخدامه لشرب الحيوانات أو للري في المزارع.

#### 4- المواد النانومترية الحديثة ومعالجة المياه

تم تحضير رقائق من أكسيد الجرافين المسامي والذي له مساحة سطحية عالية تؤهلها لامتناز أيونات المعادن الثقيلة. وأكسيد الجرافين تم تصميمه في شكل هلامي ليكون خفيف الوزن من خلال طريقة التجميد الجاف. وتكشف الخصائص الهيكلية أن الهلام الهوائي له حجم رقائق صغير ومساحة سطح أعلى وكثافة أعلى لمجموعات الأكسجين الوظيفية التي توفر بدورها المزيد من مواقع الامتناز والمواقع النشطة. وأوضحت النتائج قدرة رقائق أكسيد الجرافين على امتزاز أيونات الحديد الثلاثي تصل إلى 133.3 مجم لكل جم؛ مما يجعلها مادة واعدة لإزالة أيونات المعادن الثقيلة في معالجة مياه الصرف الصحي.<sup>17</sup> يظهر شكل 3 التركيب المسامي لرقائق أكسيد الجرافين وكذلك ترابط المجموعات الوظيفية الموجودة على حافة الرقائق بأيونات الحديد الثلاثي. يتضح أيضاً من منحنى الإزالة أن العملية تحتوي على تفاعل كيميائي وتراكم الأيونات على سطح الرقائق.

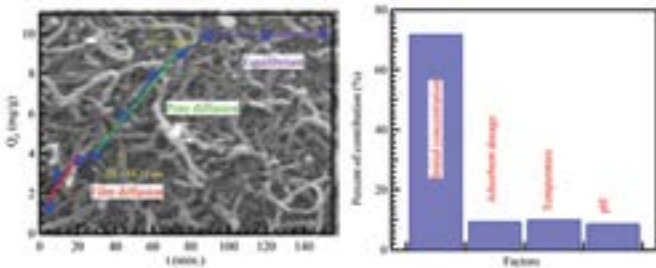


شكل 3. إزالة أيونات الحديد باستخدام الجرافين المسامي (منسوخ مع التصريح).<sup>17</sup>



شكل 6. إزالة أيونات الزئبق باستخدام أنابيب الكربون متعددة الجدار والمطعمة بأكسيد الحديد النانوي المغناطيسي (منسوخ مع التصريح).<sup>20</sup>

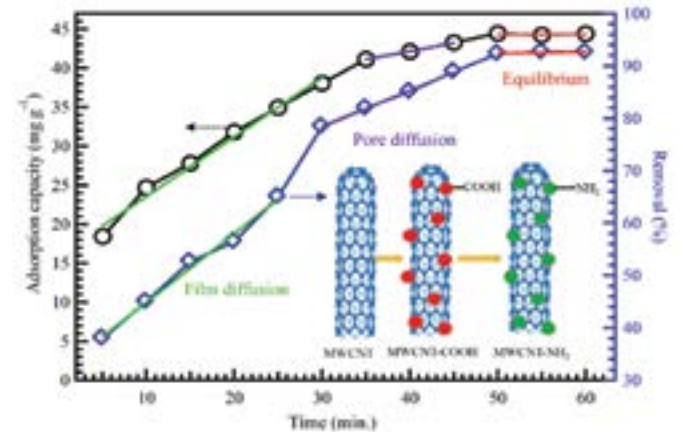
نظراً لأن العوامل التجريبية لعملية الامتزاز كثيرة ويصعب تنفيذها عملياً واختيار الظروف المثلى منها، اتجه العلماء لاستخدام تصاميم حاسوبية تدرس تداخل المتغيرات والعوامل التجريبية وتعطي معادلات رياضية تحكم هذه المتغيرات مما ينتج عنه عدد أقل من التجارب العملية المطلوبة للدراسة. من هذه التصاميم مصفوفة تاجوشي المتعامدة التي استُخدمت لتحديد الظروف المثلى لإزالة صبغة الميثيلين الزرقاء باستخدام أنابيب نانوية كربونية أحادية الجدار تعمل مع مجموعة أمين. وتمت دراسة تأثيرات المتغيرات التجريبية (التركيز الأولي، الجرعة، درجة الحرارة، درجة الحموضة، كما في شكل 7)<sup>21</sup> على كفاءة الإزالة من أجل تحسين العملية بكفاءة. وأظهرت النتائج أن التركيز الأولي له التأثير الأكثر أهمية على امتزاز صبغة الميثيلين الزرقاء على الأنابيب النانوية الكربونية، وتم قياس أفضل الظروف والتي أعطت قدرة الامتصاص 13.62 مجم لكل جم.<sup>21</sup>



شكل 7. إزالة صبغة أزرق الميثيلين باستخدام أنابيب الكربون متعددة الجدار والمطعمة بمجموعات الأمين النشطة (منسوخ مع التصريح).<sup>21</sup>

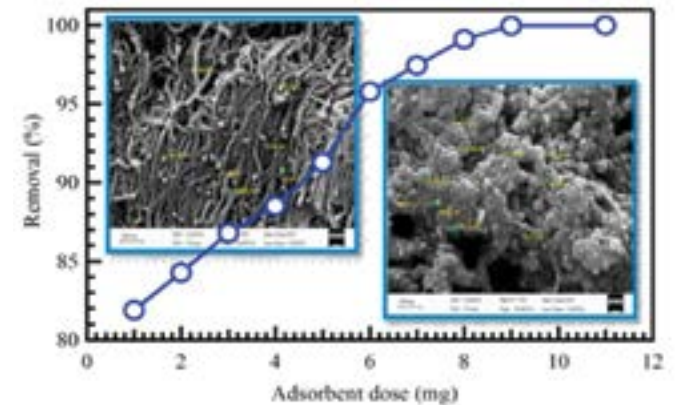
كبعد اقتصادي يمكن تحضير المواد المازة من المخلفات المتراكمة في البيئة، فعلى سبيل المثال تم تحضير جزيئات هيدروكسيبايت النانوية من نفايات قشر البيض (كما في شكل 8)<sup>10</sup> وتم استخدامها لإزالة المضادات الحيوية (سيفالكسين) من المحاليل المائية. وتمت دراسة تأثير الظروف التجريبية المختلفة على كفاءة الإزالة مثل الرقم الهيدروجيني للمحلول، ووقت التلامس، وكتلة هيدروكسيبايت، ودرجة حرارة المحلول، وتركيز سيفالكسين. أيضاً تم إثبات عملية الإزالة ديناميكياً حرارياً، وأظهرت النتائج أن الإزالة كانت تلقائية للحرارة وترتبط بزيادة العشوائية. وأكدت البيانات أن هيدروكسيبايت لها كفاءة عالية في إزالة المضادات الحيوية سيفالكسين من محلول مائي.<sup>10</sup>

أيضاً يمكن تنشيط المواد الكربونية (أنابيب الكربون النانوية) بإضافة مجموعات كيميائية وظيفية على سطحها الخارجي حتى تزيد من قدرتها على امتزاز أيونات المعادن والصبغات، ففي دراسة تم تنشيط سطح الأنابيب النانوية الكربونية متعددة الجدران بمجموعة الأمين لإزالة صبغة الميثيلين البرتقالي من المحلول المائي. وتم تحضير المادة المازة باستخدام الميكرووف لتنشيط الأنابيب النانوية الكربونية. وبلغ أداء امتزاز وقدرة الأنابيب الكربونية الموظفة 96 مجم لكل جم. وأوصت الدراسة بأن الأنابيب النانوية الكربونية متعددة الجدران مع مجموعة الأمين هو مرشح ممتاز لاستخدامه كمادة فعالة لإزالة الملوثات من البيئة المائية. شكل 4 يوضح طريقة معالجة سطح الأنابيب الكربونية بالمجموعات الوظيفية المختلفة وميكانيكية الإزالة التي تحتوي على مرحلة الانتشار على السطح والانتشار خلال المسام ومرحلة الاتزان.

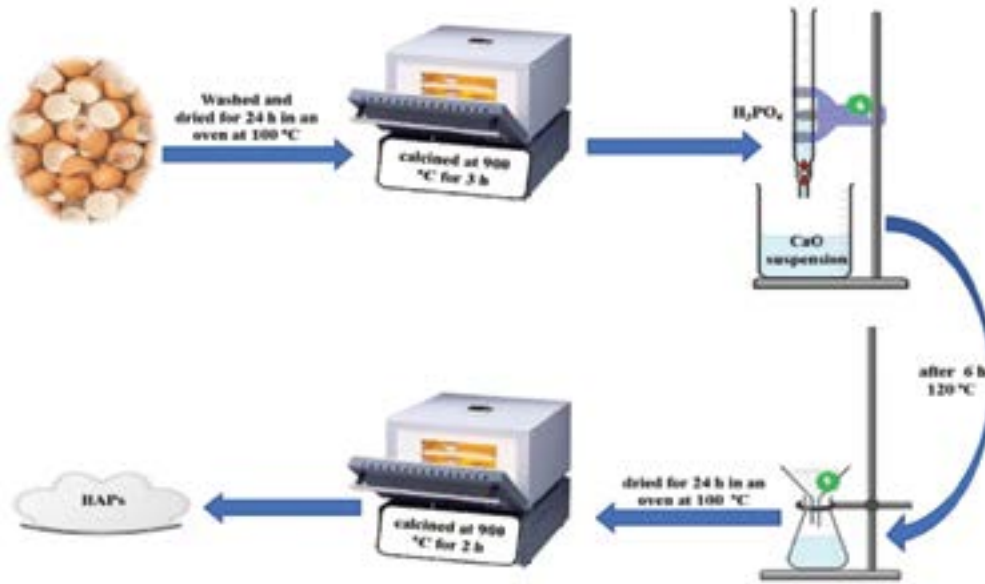


شكل 4. إزالة صبغة الميثيلين البرتقالي باستخدام أنابيب الكربون متعددة الجدار والمطعمة بمجموعات الأمين النشطة (منسوخ مع التصريح).<sup>18</sup>

إن مجال توظيف سطح الأنابيب الكربونية مجال واعد؛ فحيث تم تنشيط الأنابيب الكربونية بجسيمات نانوية من أكسيد الزنك لإزالة صبغة الكونجو الحمراء من المحاليل المائية، وتم فحص ومناقشة تأثير العوامل المختلفة مثل وقت التعرض ودرجة الحرارة وجرعة الممتزات؛ أظهرت النتائج أن ظروف الامتزاز المثلى هي وقت التعرض 50 دقيقة و55 درجة مئوية والجرعة 9 مجم. وعند هذه الظروف تصل نسبة الإزالة إلى 99.8% كما في شكل 5،<sup>19</sup> أيضاً توظيف سطح الأنابيب الكربونية بجسيمات نانوية مغناطيسية (أكسيد الحديد) يعمل على سهولة استرجاع المادة المازة وإعادة أيونات الزئبق من المحاليل المائية (شكل 6).<sup>20</sup>



شكل 5. إزالة صبغة أحمر الكونجو باستخدام أنابيب الكربون متعددة الجدار والمطعمة بأكسيد الزنك النانوي (منسوخ مع التصريح).<sup>19</sup>



شكل 8. تدوير المخلفات (قشر البيض) إلى مادة هيدروكسيباتيت النانوية (منسوخ مع التصريح).<sup>10</sup>

## 5- الاستنتاج

من خلال الدراسات العملية التي تمت في هذا الصدد يمكن تحضير مواد نانوية مختلفة التركيب (كربونية ومعدنية ومهجنة من كليهما) بتقنيات مختلفة، ومنها تقنية إعادة التدوير للمخلفات البيئية الصلبة. ويعد الحصول على مواد واعدة لتطبيقات تكنولوجية حديثة أمراً ذا جدوى اقتصادية بالغة؛ حيث إن الحصول عليها من مصادر كيميائية عالي التكلفة. بالإضافة إلى تكلفة المعالجات البيئية الناتجة عن تراكم تلك المخلفات الزراعية والصناعية. وتمكن الباحثون بتلك الدراسات العملية من تحضير مواد نانوية حديثة مثل الجرافين والأنابيب الكربونية النانوية والكربون المنشط وتطعيمها بمجموعات وظيفية ومواد أخرى بعضها بإعادة تدوير المخلفات البيئية المختلفة. وأبدت المواد المحضرة سلوكاً متميزاً في إزالة مختلف الملوثات المائية وتنقيتها. إن تقنية الامتزاز من أبسط الطرق وأكثرها انتشاراً لإزالة مختلف الملوثات المائية (أيونات المعادن الثقيلة والصبغات).

## تنويه

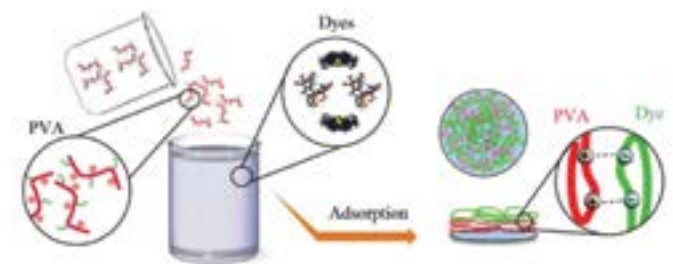
هذه الورقة تحتوي على عدة مراجع لنفس الباحث وذلك لان بعض الاشكال المستخدمة في الورقة هي من أبحاث له سابقة: الأشكال 3، 4، 5، 6، 7، 8، 9، 10، من أعمال سابقة لنفس الباحث من المراجع رقم 9، 10، 17، 18، 19، 20، 21 على الترتيب. أما الشكلان 1 و 2 هما شكلان أصليان مصممان بواسطة الباحث.

## Note:

Some sources cited in this paper are for the same author as he has re-used some illustrations/figures in this paper: figures 3, 4, 5, 6, 7, 8, and 9 are taken from his previously published papers (reference no. 9, 10, 17, 18, 19, 20, and 21. Figures 1 and 2 are original by author.

إن مشكلة مياه الصرف البترولي- والتي تكون غنية بالمواد الكبريتية- هي أشد خطراً على البيئة؛ فهي تعمل على تآكل المعدات وغيرها من الأضرار المباشرة؛ لذا فإن إزالة المركبات المحتوية على الكبريت من البيئة المائية أمر ضروري. وتم إزالة كبريتيد الهيدروجين باستخدام السيليكا ذات السطح المسامي العالي، حيث بلغت مساحة سطحها 1270 متراً مربعاً لكل جم، ومسامية عالية 69% بتقنية سول-جيل. وأظهرت السيليكا المسامية أداءً فائقاً في إزالة كبريتيد الهيدروجين من مياه الصرف بقدرة قصوى تبلغ 52.14 مجم لكل جم.<sup>8</sup> وعملية الامتزاز والإزالة تعتمد بشكل مباشر على توزيع حبيبات المادة المازة والمراكز النشطة، وتم إثبات ذلك بتوزيع حبيبات أكسيد الكوبالت داخل مصفوفة مسامية من السيليكا المسامية، فكان الحجم البلوري لأكسيد الكوبالت حوالي 13.5 نانومتر. وأظهر هذا المؤلف النانوي قدرة عالية على إزالة الميثيلين الأزرق من محلول مائي؛ حيث وصلت نسبة إزالة الميثيلين الأزرق إلى 95.7%.<sup>22</sup>

وتم إزالة صبغات البروموثيمول الأزرق وأزرق الميثيلين من مياه الصرف باستخدام كحول البولي فينيل الذي له قدرة امتصاص عالية ومواقع أكثر نشاطاً لإزالة هذه الأصباغ السامة بكفاءة عالية. وكانت قدرة الامتزاز القصوى التي تم الحصول عليها من نموذج لانجمير هي 276.2 و123.3 مجم لكل جم لكل من البروموثيمول الأزرق وأزرق الميثيلين على التوالي. أيضاً كفاءة الإزالة لكلا الممتزئين على التوالي كانت 98.65 و61.32%. يوضح شكل 9 طريقة ترابط الصبغات بكحول البولي فينيل.<sup>9</sup>



شكل 9. إزالة صبغات البروموثيمول الأزرق وأزرق الميثيلين من مياه الصرف باستخدام كحول البولي فينيل (منسوخ مع التصريح).<sup>9</sup>

1. Etale A, Onyianta AJ, Turner SR, Eichhorn SJ. Cellulose: a review of water interactions, applications in composites, and water treatment. *Chemical Reviews*. 2023; 123(5); 2016–2048.
2. Öner M, Ata O, Yapıcı S. Bipolar membrane electro dialysis for mixed salt water treatment: determination of optimum conditions by topsis-based taguchi method. *International Journal of Environmental Science and Technology*. 2023; 20(1); 587–604.
3. Yushchenko V, Velyugo E, Romanovski V. Influence of ammonium nitrogen on the treatment efficiency of underground water at iron removal stations. *Groundwater for Sustainable Development*. 2023; 22; 100943.
4. WHO. Guidelines for drinking-water quality. World Health Organization. 2011; 216; 303–304.
5. Kumar R, Sudhaik A, Raizada P, Nguyen V-H, Van Le Q, Ahamad T, et al. Integrating K and P co-doped g-C<sub>3</sub>N<sub>4</sub> with ZnFe<sub>2</sub>O<sub>4</sub> and graphene oxide for S-scheme-based enhanced adsorption coupled photocatalytic real wastewater treatment. *Chemosphere*. 2023; 337; 139267.
6. Arenas LR, Le Coustumer P, Gentile SR, Zimmermann S, Stoll S. Removal efficiency and adsorption mechanisms of CeO<sub>2</sub> nanoparticles onto granular activated carbon used in drinking water treatment plants. *Science of the Total Environment*. 2023; 856; 159261.
7. Aryee AA, Liu Y, Han R, Qu L. Bimetallic adsorbents for wastewater treatment: A review. *Environmental Chemistry Letters*. 2023; 1–25.
8. Ali GAM, Barhoum A, Gupta VK, Nada AA, El-Maghrabi H, Kanthasamy R, et al. High surface area mesoporous silica for hydrogen sulfide effective removal. *Current Nanoscience*. 2020; 16(2); 226–234.
9. Agarwal S, Sadegh H, Monajjemi Majid, Makhlof ASH, Ali GAM, Memar AOH, et al. Efficient removal of toxic bromothymol blue and methylene blue from wastewater by polyvinyl alcohol. *Journal of Molecular Liquids*. 2016; 218; 191–197.
10. Alhasan HS, Alahmadi N, Yasin SA, Khalaf MY, Ali GAM. Low-cost and eco-friendly hydroxyapatite nanoparticles derived from eggshell waste for cephalixin removal. *Separations*. 2022; 9(1); 10.
11. Rout DR, Jena HM, Baigenzhenov O, Hosseini-Bandegharai A. Graphene-based materials for effective adsorption of organic and inorganic pollutants: A critical and comprehensive review. *Science of The Total Environment*. 2023; 863; 160871.
12. Xu X, Lv H, Zhang M, Wang M, Zhou Y, Liu Y, et al. Recent progress in electrospun nanofibers and their applications in heavy metal wastewater treatment. *Frontiers of Chemical Science and Engineering*. 2023; 17(3); 249–275.
13. Khan MD, Singh A, Khan MZ, Tabraiz S, Sheikh J. Current perspectives, recent advancements, and efficiencies of various dye-containing wastewater treatment technologies. *Journal of Water Process Engineering*. 2023; 53; 103579.
14. Mfarrej MFB, Wang X, Fahid M, Saleem MH, Alatawi A, Ali S, et al. Floating treatment wetlands (FTWs) is an innovative approach for the remediation of petroleum hydrocarbons-contaminated water. *Journal of Plant Growth Regulation*. 2023; 42(3); 1402–1420.
15. Wang M. Migration rules of petroleum pollutants in water and soil: a review. *Petroleum Science and Technology*. 2023; 1–16.
16. Zhou H, Huang X, Jiang L, Shen Q, Sun H, Yi M, et al. Improved degradation of petroleum contaminants in hydraulic fracturing flowback and produced water using laccase immobilized on functionalized biochar. *Environmental Technology & Innovation*. 2023; 32; 103280.
17. Lee SP, Ali GAM, Algarni H, Chong KF. Flake size-dependent adsorption of graphene oxide aerogel. *Journal of Molecular Liquids*. 2019; 277; 175–180.
18. Sadegh H, Ali GAM, Agarwal S, Gupta VK. Surface modification of MWCNTs with carboxylic-to-amine and their superb adsorption performance. *International Journal of Environmental Research*. 2019; 13(3); 523–531.
19. Seyed Arabi SM, Lalehloo RS, Olyai MRTB, Ali GAM, Sadegh H. Removal of congo red azo dye from aqueous solution by ZnO nanoparticles loaded on multiwall carbon nanotubes. *Physica E: Low-dimensional Systems and Nanostructures*. 2019; 106; 150–155.
20. Sadegh H, Ali GAM, Makhlof ASH, Chong KF, Alharbi NS, Agarwal S, et al. MWCNTs-Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> nanocomposite for Hg(II) high adsorption efficiency. *Journal of Molecular Liquids*. 2018; 258; 345–353.
21. Maazinejad B, Mohammadnia O, Ali GAM, Makhlof ASH, Nadagouda MN, Sillanpää M, et al. Taguchi L9 (34) orthogonal array study based on methylene blue removal by single-walled carbon nanotubes-amine: Adsorption optimization using the experimental design method, kinetics, equilibrium and thermodynamics. *Journal of Molecular Liquids*. 2020; 298; 112001.
22. Abdel Ghafar HH, Ali GAM, Fouad OA, Makhlof SA. Enhancement of adsorption efficiency of methylene blue on Co<sub>3</sub>O<sub>4</sub>/SiO<sub>2</sub> nanocomposite. *Desalination and Water Treatment*. 2015; 53(11); 2980–2989.



# تقويم سلوك بعض السلالات الطافرة من الثوم البلدي *Allium sativum* L. من حيث النمو والإنتاجية خلال الجيل الخامس الخضري MV<sub>5</sub> وانتخاب المتفوقة منها

أسامة حسين العبد الله<sup>1</sup>، روعة محمد مروان الببيلي<sup>1\*</sup>، رولا غسان بطحوش<sup>1</sup>،  
لمى حسن الأحمد<sup>1</sup>

<sup>1</sup> الهيئة العامة للبحوث العلمية الزراعية، إدارة بحوث البستنة، دمشق، سوريا

Email: rawaabilie@gmail.com \*

## ملخص

نفذ البحث في محطة بحوث الطيبة، التابعة للهيئة العامة للبحوث العلمية الزراعية بدمشق، خلال خمسة مواسم زراعية (2017-2022): بهدف تقويم السلالات الطافرة من الثوم الكسواني والبيرودي خلال الجيل الخامس الخضري MV5، حيث تم تشجيع الأصيل بجرات من أشعة جاما (1، 2.5، 5، 10 غري)، وتتبع النسل الطافر خمسة أجيال، وانتخاب سلالات جديدة متفوقة كمّاً ونوعاً (9 سلالات من الصنف الكسواني، وسلالتان من الصنف البيرودي)، وصممت التجربة وفق القطاعات العشوائية الكاملة بأربعة مكررات لكل سلالة منتخبة، وتم تسجيل القراءات ومؤشرات النمو والإنتاجية. وبينت النتائج تفوق السلالات الطافرة والمنتخبة من الصنف الكسواني في الجيل الخامس (السلالة 2، 9) في أغلب مؤشرات النمو الخضري والإنتاجية، حيث بلغت النسبة المئوية للزيادة في الإنتاجية (50.60، 39.82%)، (على التوالي) مقارنةً مع الشاهد، ولم يلاحظ أية فروق معنوية بين السلالتين. كذلك بينت النتائج تفوق كل من السلالتين الطافرتين والمنتختين من الصنف البيرودي (1 و3) تفوقهما في المؤشرات المدروسة، حيث بلغت النسبة المئوية للزيادة في الإنتاجية (73.03، 58.96%) مقارنةً مع الشاهد، ولم يلاحظ أية فروق معنوية بين السلالتين، وهذا يساهم في اعتماد وتسجيل هذه السلالات الجديدة المتفوقة كمّاً ونوعاً.

الكلمات المفتاحية: الثوم الكسواني، الثوم البيرودي، إنتاجية، نمو خضري، طفرات، التحسين الوراثي.

## Title:

**The evaluation of the behavior of some mutant clones of local garlic (*Allium sativum* L.) in terms of growth and productivity during the fifth vegetative generation (MV5) and selecting the superior ones**

Osama Hussin Alabdalla,<sup>1</sup> Rawaa Mohamed Marwan Albabilie,<sup>1\*</sup> Roula Ghassan Bathoush,<sup>1</sup> Lama Hasan Al-Ahmad<sup>1</sup>

<sup>1</sup> The General Commission for Scientific Agricultural Research Administration of Horticulture Research, Damascus, Syria

## Abstract

The experiment was carried out in Taiba Research Station/General Commission for Agricultural Research, Damascus during five Agriculture seasons (2017-2022) to evaluate mutant clones of the Keswani and the Yabrodi garlic during the fifth generation, the bulb was irradiated with doses of Gamma radiation (1, 2.5, 5, 10 gray Co<sup>60</sup>), mutant offspring were followed several generations and new superior clones in quantity and quality (10 clones of the Keswani variety, 3 clones of the Yabrodi variety) were selected, the experiment design was completely randomized design for each selected clone. Growth and productivity indicators were recorded.

Received 21 December 2022; accepted 29 August 2023; published 31 October 2023

© 2023 The Author(s), licensee HBKU Press. This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License CC BY 4.0 (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>), which permits unrestricted use, distribution and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

Cite this as: Alabdalla OH, Albabilie RMM, Bathoush RG, Al-Ahmad LH. The evaluation of the behavior of some mutant clones of local garlic (*Allium sativum* L.) in terms of growth and productivity during the fifth vegetative generation (MV5) and selecting the superior ones. *Arabian Journal of Scientific Research* 2023;2.14. <https://doi.org/10.5339/ajsr.2023.14>

The results showed that the mutant clones selected from the Keswani cultivar were superior in the fifth generation (clone 2 and 9) in most indicators of vegetative growth and productivity, The percentage for increase in productivity was (50.60 and 39.82%, respectively) compared with the control and no significant differences were observed between the two clones. The results also showed the superiority of both mutant and selected clones over the Yabrodi variety (1 and 3) in the studied indicators, the percentage of increase in productivity was (73.03 and 58.96%, respectively) compared with the control and no significant differences were observed between the two clones. This contributes to the adoption and registration of these new clones that are superior in quantity and quality.

**Keywords:** Keswani variety, Yabrodi variety, Productivity, Vegetative growth, Mutations, Genetic improvement

## 1- مقدمة

بينما استنتج Al-Safadi وآخرون<sup>10</sup> نتيجة لتعرض فصوص صنف الثوم البيرودي والكسواني قبل زراعتها لجرعات مختلفة من أشعة جاما (4, 5, 6, 7 Gray)، أن الصنف البيرودي أكثر استجابة لهذه الأشعة من الصنف الكسواني، وقد تجلى تأثير الأشعة على نحو واضح في خفض عدد النباتات المتبقية على قيد الحياة، والحد من النمو الخضري، وتقليل وزن البصلة. كما انخفضت نسبة الفقد في الوزن خلال فترة التخزين من 8.25% إلى 4% عند بعض السلالات المنتخبة من الصنف الكسواني، ومن 10% إلى 3% عند بعض السلالات المنتخبة من الصنف البيرودي، وترافق ذلك مع انخفاض نسبة الإصابة بمرض العفن الأبيض، كما ترافق ازدياد معدل ظهور الطفرات الشكلية مع زيادة جرعة التشعيع.

وأوضح Park وآخرون<sup>11</sup> عند دراسة أثر تعرض فصوص الثوم قبل زراعتها لجرعات مختلفة من أشعة جاما في النمو وكفاءة مضادات الأكسدة مثل البيروكسيداز، أن الجرعة (10 Gray) أدت إلى تأخر الإنبات، وإلى خفض نسبة النباتات المتبقية على قيد الحياة، وقد ترافق انخفاض هذه النسبة مع زيادة جرعة التشعيع، كما حصل، Kirtane<sup>12</sup> على زيادة معنوية في وزن البصلة مع زيادة جرعات أشعة جاما حتى Gray 100، حيث بلغ متوسط وزن البصلة عند هذه الجرعة 81.04 غ.

ودرس Chenta<sup>13</sup> تأثير جرعات من أشعة جاما (5، 7.5، 10، 12.5، 15 Gray) وEMS (0.1، 0.4، 0.8، 1.2، 1.6%) في إحداث الطفرات على نبات الثوم، وبيّن أن تأثير المطفرات يزداد مع زيادة الجرعة المطبقة، وكان تأثير الجرعات المنخفضة أفضل لإنتاج طفرات جسمية مرغوبة لتحسين الثوم. وتوصل Sinuraya وآخرون<sup>14</sup> عند دراسة تأثير معاملة أبصال الشالوت بجرعات مختلفة من أشعة جاما (من 0.1 إلى 20 GY) بفارق Gray 1 بين الجرعة والأخرى، إلى أن أشعة جاما لها تأثير معنوي في نمو النباتات والإنتاجية، ولوحظ وجود اختلافات معنوية بين النباتات المعاملة والشاهد غير المعامل، حيث انخفض ارتفاع النبات وعدد الأوراق والإنتاجية مع زيادة جرعة التشعيع.

ونظراً لأهمية البحوث العلمية الزراعية ودورها الهام في حصر وتوصيف أهم المشاكل والعقبات التي تعترض تقدم القطاع الزراعي والعمل على إيجاد الحلول المناسبة لها من خلال العمل على الأبحاث اللازمة لتحسين محاصيل الخضار المحلية والمحافظة على أنواعها وأصنافها والاستفادة منها في إنتاج أصناف جديدة، إضافة إلى ندرة الأبحاث المحلية المتعلقة بالتحسين الوراثي لأصناف الثوم البلدية (الكسواني، البيرودي) والتي تعد متأقلمة مع الظروف البيئية السائدة في مناطق زراعتها، ومقاومة للكثير من مسببات المرضية والآفات التي تنتشر في هذه المناطق، إضافة إلى قدرتها التخزينية العالية، وتمتلك كملاً وراثياً محدداً فهي أصناف مميزة مورفولوجياً وإنتاجياً، وقد أُطلق عليها المزارعون تسميات بحسب المناطق الرئيسة لنجاح وانتشار زراعتها؛ لذا كان لا بد من اللجوء إلى استحداث اختلافات وراثية للصنفين المدروسين باستخدام المطفرات الفيزيائية بغية توسيع القاعدة الوراثية والمساهمة ليس فقط في سد الحاجة وتحقيق الاكتفاء من الثوم محلياً بل وتصدير الفائض، مما ينعكس إيجاباً على الاقتصاد الوطني.

الثوم *Allium sativum* L. نبات عشبي معمر، زراعته تتجدد سنوياً، وقد فقد قدرته على التكاثر الجنسي ويتكاثر خضرياً فقط بواسطة الفصوص،<sup>1</sup> ويعتقد استناداً إلى نظرية أصل ومنشأ الأنواع النباتية التي وضعها العالم الروسي الشهير فافيلوف أن الموطن الأصلي للثوم هو آسيا الوسطى، كما تعد منطقة حوض البحر الأبيض المتوسط موطناً ثانوياً له.<sup>3</sup> يزرع الثوم بهدف الحصول على نباتاته الفتية (الثوم الأخضر)، أو أبصاله الناضجة التي يتم تخزينها لاستخدامها في التغذية على مدار العام، وتستخدم فصوصه (طازجة، أو مسلوقة، أو مقلية) كإنبال لا يمكن الاستغناء عنها عند تحضير مختلف أطباق المقبلات أو الأطعمة في المطبخ، كما تستخدم أيضاً في صناعة التخليل وحفظ الأسماك واللحوم.<sup>4</sup> وبلغت المساحة المزروعة بالثوم بسوريا خلال الموسم 2020 (3844 هكتاراً) وبمتوسط غلة 7794 كغ/هـ.<sup>5</sup>

بالرغم من أهمية محصول الثوم في سوريا إلا أن إنتاجيته ما تزال متدنية مقارنة مع الإنتاجية العالمية؛ وذلك نظراً لندرة الأبحاث المحلية المتعلقة بالتحسين الوراثي لأصنافه المنتشرة في الزراعة من جهة، وعدم اهتمام الهيئات العلمية المختصة بإنتاج بذارها وتوزيعه على المزارعين من جهة أخرى، الأمر الذي انعكس سلبياً على إنتاجيتها.<sup>6</sup>

إن تحسين أصناف الثوم باتباع طرائق التحسين الوراثي التقليدية (انتخاب السلالات) يُعد أمراً صعباً؛ لهذا كان لا بد من اللجوء إلى استخدام المطفرات التي يمكن أن تؤثر على نحو إيجابي (محفز) في نمو نباتاته وفي إنتاجيتها، أو تؤدي إلى إحداث الطفرات وتوسيع قاعدة الاختلافات الوراثية التي يمكن استغلالها في استنباط سلالات متفوقة. وتُعرف الطفرات بأنها تبدلات مفاجئة تطرأ على المادة الوراثية، فتغير في خصائصها وصفات الكائن الحي وتورث في أنساله، ويتم اللجوء إلى أسلوب التطفير عادة كوسيلة سريعة، وقد تكون فعالة في حل بعض المشاكل التي تواجه علماء التحسين الوراثي؛ لأنه يُحدث تبايناً وراثياً يتيح للمحسن الوراثي فرصة انتخاب التراكيب الوراثية المفيدة، هذا وتحدث الطفرات في النباتات إما على نحو طبيعي تلقائي، إلا أنها نادرة جداً، وغالباً ما تكون ضارة ولا يُعوّل عليها كثيراً في عملية التربية والتحسين الوراثي، أو تكون اصطناعية تحدث نتيجة لتعرض النباتات لتأثير المطفرات الفيزيائية أو الكيميائية.<sup>7</sup>

هذا وتعد أشعة جاما (Gamma rays) من أهم المؤثرات الفيزيائية المستخدمة في عصرنا الراهن على نطاق واسع في إحداث التأثير الإيجابي والتغيرات الوراثية في نباتات الخضار، ولها تطبيقات كثيرة في مجال التحسين الوراثي للثوم فقد تمكن Dnyansagar و Choudhary<sup>8</sup> نتيجة لتعرض فصوص الثوم قبل الزراعة لجرعات مختلفة من أشعة جاما، وتراكيز مختلفة من المطفرين الكيميائيين (EMS, DES)، من انتخاب 16 سلالة متفوقة في الجيل الثاني والثالث، ولاحظ أن أشعة جاما أكثر فعالية بالمقارنة مع المطفرين المستخدمين. وبيّن Pellegrini وآخرون<sup>9</sup> أن تعرض فصوص الثوم بعد اجتيازها لطور السكون لجرعة عالية من أشعة جاما (10 Gray)، أدى إلى تثبيط الانقسام الميتوزي، وإلى انخفاض نسبة إنبات الفصوص.

لذا هدف البحث إلى ما يلي:

- تقويم الاختلافات الناتجة عن إحداث الطفرات بأشعة جاما وتتبع نسل النباتات الطافرة (حتى الجيل الخامس الخضري  $MV_5$ )؛ بهدف عزل السلالات الطافرة المتفوقة اقتصادياً والمرغوبة.
- تقويم السلالات المتميزة مقارنةً مع المادة النباتية الأم (الشاهد) ضمن تجارب حقلية لمعرفة التغيرات المستحدثة باستخدام أشعة جاما في الجيل الخامس.

## 2- مواد البحث وطرقه

### 1-2 موقع التنفيذ

نفذت التجربة خلال الأعوام (2017 إلى 2022) في محطة بحوث الطيبة (منطقة الكسوة) التابعة للهيئة العامة للبحوث العلمية الزراعية، وتبعد نحو 35 كم عن مدينة دمشق من جهة الجنوب، وتقع على ارتفاع 670 م فوق سطح البحر، تربة المحطة رملية طينية، قاعدية، ذات محتوى جيد من المادة العضوية والآزوت الكلي، غير متأثرة بالملوحة، ومحتوى جيد من الفوسفور والبوتاسيوم. هذا ومن الجدير ذكره هنا أن هذه المنطقة تعد من أهم المناطق المنتجة للثوم في سوريا (جدول 1).

### جدول 1: الخصائص الفيزيائية والكيميائية للتربة

التحليل الميكانيكي %	K المتاح mg/kg	P المتاح mg/kg	N الكلي %	مادة عضوية %	Ec	pH
	765	29.69	0.07	1.34	0.35	7.84

### جدول 3: السلالات الناتجة من التشعيع

رقم السلالة	الجرعة/Gray	الصف
1	1	
2	5	
5	2.5	
6	1	
7	5	الكسواني
8	10	
9	10	
10	5	
11	5	
1	5	البيرودي
3	5	

### 2-3 تحضير الأرض للزراعة

تم اختيار تربة متجانسة، جيدة الصرف، خالية من الأعشاب، وتمت حرثها عدة مرات بصورة متعامدة خلال فصل الصيف؛ بهدف القضاء على الأعشاب النامية، قبل حلول موعد الزراعة، وأجريت الفلاحة الأخيرة على نحو متعامد مع الفلاحة السابقة.

### 2-4 موعد الزراعة

تمت الزراعة بتاريخ 27 أيلول، وهو الموعد الأمثل لزراعة الثوم في منطقة إجراء البحث.<sup>15</sup>

### 2-2 المادة النباتية

استُخدم في التجربة صنفان من الثوم البلدي (الكسواني، البيرودي)، مصدرها الهيئة العامة للبحوث العلمية الزراعية، حيث انتُخبت الفصوص السليمة المتماثلة في الحجم من الصنفين، وتم تشعيها في محطة التشعيع في قسم تكنولوجيا الإشعاع في الهيئة العامة للطاقة الذرية بدمشق، باستخدام منبع  $^{60}Co$ ، حيث وضعت الفصوص على بعد 18 سم من المنبع، وعند معدل جرعة 16.4 ميلي غري/ثا، وفقاً للأزمة الموضحة في جدول 2.

جدول 2: الزمن المستخدم عند تشعيع فصوص صنف الثوم المدروسين بجرعات مختلفة من أشعة جاما.

الجرعة (Gray)	الزمن (دقيقة)
1	1.37
2.5	4.04
5	8.08
10	16.16

(تم تشعيع العينات في خلية جاما من منبع  $^{60}Co$  عند معدل الجرعة 1.06 Gy/sec بعد معايرتها بمحلول فريكي كمقياس جرعة (Fricke Dosimeter) وفقاً للمواصفة العالمية (ASRMS 1026-15) والمتبعة في الهيئة العامة للطاقة الذرية/ قسم تكنولوجيا الأشعة، دمشق/ سوريا).

وتم زراعة الفصوص المشععة، ولوحظ نسبة موت كبيرة في النباتات، وخاصة عند الجرعة 10 Gray، وتمت عملية المراقبة الدورية لنباتات الصنفين وتتبع الطفرات الناتجة وانتخاب أفضلها إنتاجية كمّاً ونوعاً، ولمدة ثلاث سنوات، حيث تم انتخاب 9 سلالات من الثوم الكسواني وسلالتين من الصنف البيرودي (جدول 3)، وأدخلت بعدها في عملية إكثار عدة أجيال وصولاً إلى الجيل الخامس  $MV_5$ ، حيث تم تقويم السلالات الطافرة الجديدة ومقارنتها مع النباتات الأم.

اتبع في التجربة تصميم القطاعات العشوائية الكاملة Completely Randomized Design. وذلك ب 4 مكررات للسلاطة الواحدة (9 سلاطات منتخبة من الصنف الكسواني، سلاتان من الصنف البيرودي) بالإضافة إلى الشاهد، وتم تحليل النتائج للحصول على كل من قيمة أقل فرق معنوي (L.S.D) عند مستوى ثقة 5%، وقيمة معامل التباين (C.V) بين المعاملات، باستخدام برنامج التحليل الإحصائي GenStat 12<sup>th</sup>.

### 5- النتائج والمناقشة

#### 5-1 تأثير أشعة جاما في مؤشرات النمو الخضري والإنتاجية لسلاطات

##### طافرة من صنف الثوم البلدي خلال الجيل الخامس الخصري MV<sub>5</sub>

##### 5-1-1 السلاطات الطافرة المنتخبة للصنف الكسواني

توضح النتائج في جدول 4 تباين صفات المجموع الخضري لسلاطات الثوم الكسواني الطافرة والمنتخبة خلال الجيل الخامس MV<sub>5</sub>:

- ارتفاع النبات (سم): تبين النتائج الواردة في جدول 4 تفوق السلاطة 9 بأعلى ارتفاع لنباتاتها (80.25 سم) وبفروق معنوية على جميع السلاطات والشاهد (71.97 سم)، باستثناء السلاتين 2 و6 (79.71، 77.80 سم، على التوالي)، حيث لم تكن الفروق معنوية، ولوحظ أيضاً عدم وجود فروق معنوية بين السلاطة 2 والسلاطات 10، 11، 5، 6.
- عرض الورقة (سم): لوحظ أن هناك 7 سلاطات (1، 2، 3، 4، 6، 8، 9) تساوى غالباً عرض الورقة فيها مع الشاهد وبدون فروق معنوية، لكن هناك 4 سلاطات (5، 7، 10، 11) كان عرض الورقة أقل وبفروق معنوي عن السبع سلاطات والشاهد.
- عدد الأوراق/النبات: تفوقت السلاطة 6 بمتوسط عدد الأوراق على النبات (6.78 ورقة/النبات) على جميع السلاطات العشرة وأيضاً الشاهد وبفروق معنوية.

جدول 4: تأثير أشعة جاما في صفات المجموع الخضري والإنتاج لسلاطات الطافرة والمنتخبة من الثوم الكسواني/الجيل الخامس MV<sub>5</sub>

السلاطة	ارتفاع نبات (سم)	عرض ورقة (سم)	عدد أوراق/ النبات
1	75.84 <sup>cd</sup>	2.07 <sup>b</sup>	6.63 <sup>ab</sup>
2	79.71 <sup>ab</sup>	2.52 <sup>a</sup>	6.55 <sup>ab</sup>
5	77.07 <sup>bcd</sup>	2.33 <sup>ab</sup>	6.43 <sup>ab</sup>
6	77.80 <sup>abc</sup>	2.47 <sup>a</sup>	6.78 <sup>a</sup>
7	74.48 <sup>de</sup>	2.25 <sup>ab</sup>	6.63 <sup>ab</sup>
8	76.63 <sup>cd</sup>	2.37 <sup>a</sup>	6.50 <sup>ab</sup>
9	80.25 <sup>a</sup>	2.36 <sup>a</sup>	6.75 <sup>ab</sup>
10	77.02 <sup>bcd</sup>	2.31 <sup>ab</sup>	6.55 <sup>ab</sup>
11	77.07 <sup>bcd</sup>	2.32 <sup>ab</sup>	6.66 <sup>ab</sup>
شاهد	71.97 <sup>e</sup>	2.44 <sup>a</sup>	6.48 <sup>ab</sup>
L.S.D <sub>5%</sub>	2.986	0.278	0.35

تشير الأحرف الصغيرة المتشابهة لصفات السلاطات المختلفة إلى أن القيم المختلفة داخل العمود الواحد لا تختلف معنوياً والعكس صحيح (p > 0.05)

قسمت الأرض إلى مصاطب (1×1م<sup>2</sup>)، ثم زرعت الفصوص في سطور البعد بينها 20 سم، وبعمق 4-5 سم، وكانت المسافة بين الفص والآخر 10 سم، ووضعت الفصوص في السطور مع مراعاة أن تكون قمتها متجهة نحو الأعلى، ثم تمت تغطيتها بالتربة، واستخدمت طريقة الري بالراحة، وأجريت الري الأولى عقب الزراعة مباشرة، ثم توالى الريات بعد تكامل الإنبات على نحو دوري، وبمعدل رية كل 6-7 أيام، وتم فطام النباتات عند ظهور مؤشرات النضج، واقتصرت التسميد على السماد الأزوتي بمعدل 35 كغ من نترات الأمونيوم للدونم الواحد، وأضيف على ثلاث دفعات؛ إذ تمت إضافة الدفعة الأولى بعد العزقة الأولى، والدفعة الثانية بعد شهر من إضافة الدفعة الأولى، والدفعة الثالثة بعد شهر من إضافة الدفعة الثانية.

### 6-2 النضج والحصاد

استدل على النضج من المؤشرات التالية:  
- اصفرار الأنصال الخضراء وجفاف قمتها.  
- انحناء النباتات نحو الأرض.  
- بدء جفاف الحراشف الخارجية للأبصال.  
وتم الحصاد في بداية شهر حزيران بفاصل أسبوع بين الصنف والآخر؛ فقد نضجت سلاطات الصنف الكسواني أولاً ثم سلاطات الصنف البيرودي.

### 7-2 التجفيف

جمعت نباتات كل معاملة من معاملات التجربة بعد القلع، ولكل من الصنفين المزروعين في حزمة مستقلة، ووضعت على هذه الحزم بطاقات تعريف. وأجريت عملية العلاج التجفيفي للنباتات بعد قلعها في مكان ظليل مَهْوِي لا تصله أشعة الشمس المباشرة، واستمرت لمدة 3-4 أسابيع حتى الجفاف التام للمجموع الخضري، وللحراشف الخارجية المغلفة للأبصال.

### 3- القراءات والقياسات

#### مؤشرات المجموع الخضري:

- تم حسابها عند اكتمال نمو المجموع الخضري بعد 150 يوماً من الزراعة:
- ارتفاع النبات (سم): حدد بقياس المسافة بدءاً من سطح التربة، وحتى قمة النبات.
- عدد الأوراق عند النبات الواحد (ورقة/ نبات).
- عرض نصل الورقة (سم): قيس عند عرض منطقة من نصل الورقة المكتملة النمو، ولورقتين على النبات الواحد.
- مؤشرات الإنتاجية:
- وزن البصلة (غ): وزنت الأبصال بدون عروشها بعد الانتهاء من عملية العلاج التجفيفي.
- قطر البصلة (سم): تم قياس أكبر قطر للبصلة.
- عدد الفصوص (فص/ بصلة).
- وزن الفص (غ).
- الإنتاجية (غ/ م<sup>2</sup>): حسب إنتاجية القطعة التجريبية من الأبصال مع عروشها بعد الانتهاء من عملية العلاج التجفيفي.
- الزيادة في الإنتاجية (%): حسب وفق العلاقة:  
= (إنتاجية السلاطة المنتخبة - إنتاجية الشاهد) × 100 ÷ (إنتاجية الشاهد)

- تشير النتائج في جدول 5 إلى تباين مؤشرات الإنتاجية والإنتاج لسلاطات الثوم الكسواني الطافرة والمنتخبة خلال الجيل الخامس الخضري MV<sub>5</sub>:
- **وزن البصلة الجافة (غ):** تفوقت جميع سلالات الصنف الكسواني بمتوسط وزن البصلة الجافة معنوياً على الشاهد الذي حقق وزن البصلة الأقل (37.67 غ).
- **قطر البصلة الجافة (سم):** تفوقت السلالة 9 بقطر البصلة الجافة (5.75 سم) على جميع السلالات الأخرى وحتى الشاهد (4.79 سم)، وبفروق معنوية واضحة.
- **عدد الفصوص/ البصلة:** تفوقت السلالة 11 بعدد الفصوص/البصلة (30.08) وبفروق معنوية على جميع السلالات الأخرى وأيضاً الشاهد. كذا تفوقت السلالتان 7، 10 على جميع السلالات الأخرى والشاهد عدا السلالة 11. كذلك لوحظ أن أقل السلالات هما السلالتان 2، 8 واللتان تفوقتا فقط على الشاهد.
- **وزن الفص (غ/ م<sup>2</sup>):** أعطت السلالة 2 أكبر إنتاجية (1369 غ/م<sup>2</sup>) وبفروق معنوية عن باقي السلالات والشاهد الذي حقق الإنتاجية الأقل (909 غ/م<sup>2</sup>)، بينما احتلت السلالة 9 المرتبة الثانية (1271 غ/م<sup>2</sup>)، وتلتها السلالة 8 (1211 غ/م<sup>2</sup>)، وكانت الفروق بينهما معنوية أيضاً، وتلتها السلالات الأخرى، وأيضاً بينها فروق معنوية، وجميعها تفوقت معنوياً على الشاهد.
- **الزيادة في الإنتاجية (%):** أظهر جدول 5 أن جميع سلالات الكسواني الطافرة سجلت زيادة واضحة في الإنتاجية مقارنة بالشاهد، وبمعدل تراوح بين (5.39%) للسلالة 7 و(50.60%) للسلالة 2.

جدول 5: تأثير أشعة جاما في مؤشرات الإنتاجية والإنتاج للسلالات الطافرة والمنتخبة من الثوم الكسواني/ الجيل الخامس.

السلالة	وزن البصلة الجافة (غ)	قطر البصلة الجافة (سم)	عدد الفصوص	وزن الفص (غ)	الإنتاجية (غ/ م <sup>2</sup> )	الزيادة في الإنتاجية (%)
1	54.94 <sup>a</sup>	5.53 <sup>ab</sup>	26.33 <sup>abc</sup>	2.01 <sup>a</sup>	1115 <sup>bcd</sup>	66.22
2	49.88 <sup>a</sup>	5.41 <sup>ab</sup>	25.75 <sup>bc</sup>	1.87 <sup>a</sup>	1369 <sup>a</sup>	50.60
5	49.33 <sup>a</sup>	5.36 <sup>b</sup>	26.17 <sup>abc</sup>	1.93 <sup>a</sup>	1079 <sup>bcd</sup>	18.70
6	48.67 <sup>a</sup>	5.37 <sup>b</sup>	26.50 <sup>abc</sup>	2.00 <sup>a</sup>	1043 <sup>cde</sup>	14.74
7	53.89 <sup>a</sup>	5.47 <sup>ab</sup>	28.11 <sup>ab</sup>	1.65 <sup>b</sup>	958 <sup>de</sup>	5.39
8	50.17 <sup>a</sup>	5.38 <sup>b</sup>	25.83 <sup>bc</sup>	2.01 <sup>a</sup>	1211 <sup>abc</sup>	33.22
9	57.17 <sup>a</sup>	5.75 <sup>a</sup>	26.25 <sup>abc</sup>	1.87 <sup>a</sup>	1271 <sup>ab</sup>	39.82
10	52.00 <sup>a</sup>	5.43 <sup>ab</sup>	29.00 <sup>ab</sup>	1.93 <sup>a</sup>	1080 <sup>bcd</sup>	18.81
11	51.42 <sup>a</sup>	5.44 <sup>ab</sup>	30.08 <sup>a</sup>	2.01 <sup>a</sup>	1013 <sup>cde</sup>	11.44
شاهد	37.67 <sup>b</sup>	4.79 <sup>c</sup>	23.92 <sup>c</sup>	1.65 <sup>b</sup>	909 <sup>e</sup>	-
L.S.D <sub>5%</sub>	8.962	0.342	4.020	0.199	201.9	-

#### 2-1-5 الجيل الخامس يبرودي

توضح المعطيات الواردة في جدول 6 تباين صفات المجموع الخضري لسلاطات الثوم اليبرودي المنتخبة خلال الجيل الخامس:

- **ارتفاع النبات (سم):** تفوقت السلالتين يبرودي 1 و3 بارتفاع النبات (72.93، 70.46 سم، على التوالي) وبفروق معنوية على الشاهد الأقل طولاً (63.67 سم).
- **عرض الورقة (سم):** تبين النتائج أن السلالة 3 حققت أكبر عرض للورقة (3.78 سم) وبدون فروق معنوية مع السلالة 1 (3.09 سم) والشاهد (2.82 سم).
- **عدد الأوراق/ النبات:** لم تكن الفروق معنوية بين السلالتين (1، 3) والشاهد بمتوسط عدد الأوراق على النبات (7.83، 6.94، 7.67، على التوالي).

جدول 6: تأثير أشعة جاما في صفات المجموع الخضري للسلاسل الطافرة والمنتخبة من الثوم البيروودي/الجيل الخامس.

السلاسل	ارتفاع نبات (سم)	عرض ورقة (سم)	عدد أوراق/ النبات
1	72.93 <sup>a</sup>	3.09 <sup>a</sup>	7.83 <sup>a</sup>
3	70.46 <sup>a</sup>	3.78 <sup>a</sup>	6.94 <sup>a</sup>
شاهد	63.67 <sup>b</sup>	2.82 <sup>a</sup>	7.67 <sup>a</sup>
L.S.D <sub>5%</sub>	6.28	1.028	1.885

تشير النتائج في جدول 7 إلى تباين مؤشرات الإنتاجية والإنتاج لسلاسل الثوم البيروودي المنتخبة خلال الجيل الخامس:

● وزن البصلة الجافة (غ): تفوقت السلالتان 1 و3 بمتوسط وزن البصلة الجافة (63.89، 65.39، غ، على التوالي) وبفروق معنوية على الشاهد

جدول 7: تأثير أشعة جاما في مؤشرات الإنتاجية والإنتاج للسلاسل الطافرة والمنتخبة من الثوم البيروودي/الجيل الخامس.

السلاسل	وزن البصلة الجافة (غ)	قطر البصلة الجافة (سم)	عدد الفصوص/البصلة	وزن الفص (غ)	الإنتاجية (غ/م <sup>2</sup> )	الزيادة في الإنتاجية (%)
1	65.39 <sup>a</sup>	5.84 <sup>a</sup>	11.67 <sup>a</sup>	5.63 <sup>a</sup>	1540 <sup>a</sup>	73.03
3	63.89 <sup>a</sup>	5.70 <sup>a</sup>	11.56 <sup>a</sup>	5.07 <sup>a</sup>	1415 <sup>a</sup>	58.98
شاهد	46.78 <sup>b</sup>	4.83 <sup>b</sup>	12.78 <sup>a</sup>	4.06 <sup>a</sup>	890 <sup>b</sup>	-
L.S.D <sub>5%</sub>	2.505	0.5437	6.87	1.781	386.6	-

## 6- المناقشة

نستنتج مما سبق إمكانية استخدام الجرعتين 5 و10 Gray بتشجيع أبحاث الثوم الكسواني والبيروودي؛ لأن ذلك يفسح المجال للحصول على نسبة جيدة من الطفرات الجيدة المحتملة (جدول 8، شكل 1)، ويتفق ذلك مع ما بينه كل من Kuckuck وآخرون،<sup>16</sup> Khan و Tyagi،<sup>17</sup> Prem وآخرون،<sup>18</sup> Croci وآخرون<sup>19</sup> عندما تتأين أشعة جاما تُمتص من قبل المادة الحية، وتنتقل إلى أجزاء الخلية الحساسة إما على نحو مباشر أو غير مباشر أثناء عمليات البناء والهدم؛ مما يساهم في تعديل مكونات الخلية الهامة.

وتؤثر الأشعة المؤينة في بعض جزيئات الـ DNA مؤدياً إلى تغيير بنائها الكيميائي؛ إذ إن لها تأثيراً بيولوجياً مباشراً وغير مباشر، ويقصد بالتأثير المباشر الضرر الذي يلحق بالجزيئات المهمة في الخلية الحية، والتي تتأين مباشرة أو تصبح بحالة تهيج، والذي قد يؤدي إلى تلف جزيئات الحامض النووي، أما التأثير غير المباشر فإنه يحدث ضرراً في جزيئات الخلية بفعل الشوارد الحرة (Free radicals)، التي تنشأ من تأين جزيئات الماء، ويؤدي إلى نشوء أيونات وجزيئات مختلفة مثل (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>، H<sup>+</sup>، O<sup>2-</sup>، OH<sup>-</sup>)، وتتفاعل مع نواة الخلية والسيتوبلازم مؤدياً إلى تفكك الرابطة الكيميائية لذرات الكربون بسهولة؛ فجرعة صغيرة من الأشعة الأيونية تؤدي إلى حدوث تغييرات كبيرة في جزيئة الـ DNA، أو تؤدي إلى حصول ضرر بالغ في بنية الكروموزوم.<sup>21،20</sup>

وقد أظهرت الجرعات المنخفضة المطبقة أن لها تأثيراً محفزاً في صفات النمو الخضري مقارنة مع الشاهد غير المعامل؛ حيث إن لها تأثيراً منبهاً في تمثيل الأحماض النووية في النباتات؛ فقد أدت إلى زيادة المحتوى من الـ RNA وDNA، بالإضافة إلى تنشيط العمليات الفيزيولوجية والبيوكيميائية (زيادة نفاذية الأغشية السيتوبلازمية، سرعة تحول المدخرات الغذائية من الحالة المعقدة إلى البسيطة التي يسهل استعمالها من قبل النيمات الحديثة)، والذي أدى إلى تنشيط الإنبات وتسريعه، وظهور البادرات بوقت مبكر، ومن ثم إلى زيادة طول مرحلة النمو الخضري، وحجم المسطح الورقي الأخضر الفعال في عملية التمثيل الضوئي، وتصنيع المادة الجافة،<sup>22،23</sup> والذي انعكس إيجاباً في زيادة مؤشرات الإنتاج والإنتاجية في الأجيال المنتخبة، في حين عزاه باحثون آخرون،<sup>24،20</sup> إلى قتل الأشعة المطبقة للمسببات المرضية مثل البكتريا والفطور.

وقد لخص Grodzinski<sup>22</sup> جوهر تحفيز أشعة جاما للإنبات، بأن التحريض الإشعاعي يساعد على تسريع معدل تحول المدخرات الغذائية من الحالة المعقدة إلى الحالة البسيطة التي يسهل استعمالها من قبل الجنين النامي نتيجة تنشيطه للإنزيمات الحائلة، أو قد يكون نتيجة زيادة معدل تركيب محفزات النمو حمض الجبريليك، الأوكسينات)، ومن ثم يحدث الإنبات نتيجة زيادة نسبة محفزات النمو إلى مثبطاته (ABA، المركبات الفينولية)، إضافة إلى تنشيط العمليات الفيزيولوجية التي تزيد من نمو وسرعة المجموع الخضري.

جدول 8: صفات السلالات المتفوقة من الصنفين الكسواني والبيرودي ومقارنتهم بالشاهد.

السلالة	لون الأوراق	وزن البصلة الجاف	شكل البصلة	عدد الحراشف المغلفة للبصلة	لون الحراشف الخارجية	عدد الفصوص	لون غلاف الفص	طعم الفصوص	القدرة التخزينية
2 كسواني	أخضر مصفر	49.88 غ	قلبي	4-5	أبيض	25.75 فص	أبيض	حريف	متحمل
9 كسواني	أخضر	57.17 غ	قلبي	5-6	أبيض	26.25 فص	أبيض	حريف	متحمل
شاهد كسواني	أخضر	37.67 غ	قلبي	4-5	أبيض مع لون بنفسجي فاتح	23.92 فص	أبيض	حريف	منحمل
1 بيرودي	أخضر رمادي	65.39 غ	كروي	3-4	كريمي	11.67 فص	أصفر مائل للأسمر الفاتح	حريف	متوسط
3 بيرودي	أخضر رمادي	63.89 غ	كروي	3-4	كريمي	11.56 فص	أصفر مائل للبنفسجي	حريف	متوسط
شاهد بيرودي	أخضر	46.89 غ	كروي	3-4	كريمي	12.78 فص	أصفر مائل للبنفسجي	حريف	متوسط



شكل 1. المجموع الخضري لأهم السلالات المنتخبة

- تبين أن أشعة جاما (الجرعات 5، 10 غري) كانت فعالة في إحداث الطفرات المتفوقة الإيجابية؛ مما أمكن انتخاب عدد من السلالات متميزة بصفات الكمية والنوعية (الجيل الخامس الخضري)، وسيتم المحافظة على هذه السلالات ليُصار إلى اعتمادها من قبل اللجنة الوطنية لاعتماد البذار؛ ومن ثم إكثارها وبيع بذارها لمزارعي الثوم في سوريا.

- أدى الاختلاف في التركيب الوراثي لسنفي الثوم المدروسين (الكسواني والبيرودي) إلى تباين استجابتهما لتأثير كلٍّ من الجرعات المختلفة من أشعة جاما المطبقة.
- أمكن تحديد جرعة جاما الأفضل؛ مما يفسح المجال أمام إمكانية تعميم استخدامها في الحصول على طفرات.

## المراجع

1. Etoh T, Simon PW. Diversity, fertility and seed production of garlic. In: Rabinovitch HD, Currah L, editors. Allium crop science: Recent advances [Internet]. Wallingford, UK: CABI Publishing; 2002. pp. 101-117. Available from: <https://doi.org/10.1079/9780851995106.0101>
2. Ipek M, Ipek A, Almquist SG, Simon PW. Demonstration of linkage and development of the first low-density genetic map of garlic, based on AFLP markers. Theoretical and Applied Genetics [Internet]. 2005;110:228-236. Available from: <https://link.springer.com/article/10.1007/s00122-004-1815-5>
3. Vavilov NI. Studies on the origin cultivated plants. Bulletin of Applied Botany, of Genetics and Plant Breeding, Leningrad. Russian. 1956;5:296-368.
4. Al-Ayoubi MN, Al-Muhamed K. Vegetable production. Aleppo University Publication; 1997. p. 281.
5. 281 ص؛ 1997 الأيوبي، محمد نبيل؛ خالد المحمد. إنتاج خضار خاص. منشورات جامعة حلب.
5. Annual Agricultural Statistical Group. The Publications of the Ministry of Agriculture and Agricultural Reform, Directorate of Statistics and Planning, Statistics section, Syrian Arab Republic; 2020. <http://moaar.gov.sy/category/statistical-group-2020>
6. Al-Abdallah O. Response of some cultivated garlic cultivars in Syria for micropropagation using tissue culture techniques and mutagenesis treatments for improvement [PhD Thesis on the Internet]. Syria: Al-Baath University; 2013. p. 223. Available from: <http://gcsar.gov.sy/elibrary/phd-msc/phd/osamah-phd-2013/>
7. العبد الله، أسامة. استجابة بعض أصناف الثوم المزروعة في سوريا للإكثار الدقيق باستخدام تقانات زراعة الأنسجة والمعاملة بالمطفرات بهدف تحسينها. رسالة دكتوراه. كلية الزراعة. جامعة البعث. 2013؛ 223 ص.
7. Al-Muhamed K, Al-Ayoubi MN, Hassani Z, Zain A. Genetic improvement of vegetables and fruits. Aleppo University Publication; 2003. p. 262.
8. المحمد، خالد؛ الأيوبي، محمد نبيل؛ حساني، زكريا؛ زين، أميرة. التحسين الوراثي للخضار والفاكهة. منشورات جامعة حلب، 2003، ص 262.
8. Choudhary AD, Dnyansagar VR. Exposed to various doses of X-rayon cloves of garlic and a range of concentrations of ethyl methane sulfonate (EMS). Journal of Indian Botanical Society [Internet]. 1982;61:85-90. Available from: [https://inis.iaea.org/search/search.aspx?orig\\_q=RN:16063860](https://inis.iaea.org/search/search.aspx?orig_q=RN:16063860)
9. Pellegrini CN, Croci CA, Orioli GA. Morphological changes induced by different doses of gamma irradiation in garlic sprouts. Radiation Physics and Chemistry [Internet]. 2000;57(3-6):315-318. Available from: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0969806X99003977>
10. Al-Safadi B, Mir AN, Arabi MIE. Improvement of garlic (*Allium sativum* L.) resistance to white rot and storability using gamma irradiation-induced mutations. Journal of Genetics & Breeding [Internet]. 2000;54(3):175-181. <https://inis.iaea.org/search/searchsinglerecord.aspx?recordsFor=SingleRecord&RN=32025693>
11. Park SJ, Kwun IS, Hwang JM, Kwon ST, Kim JS. Effect of gamma radiation treatment on growth and antioxidative capacity in garlic (*Allium sativum* L.). Korean Journal of Horticultural Science and Technology. 2004;22(4):407-410. [cited 2 October 2023]. <https://www.kci.go.kr/kciportal/ci/sereArticleSearch/ciSereArtiView.kci?sereArticleSearchBean.artiId=ART000929840>
12. Kirtane S. Cytophysiological studies in onion (*Allium cepa* L.) with reference to mutagenesis [PhD Thesis]. India: Pune University; 2002.
13. Chenta B. Induction of mutation through physical and chemical mutagens and characterization of mutant lines in garlic (*Allium sativum* L.). [PhD Thesis on the Internet]. Doctor of Philosophy in Agriculture (Horticulture) Submitted to the Indira Gandhi Krishi Vishwavidyalaya, Raipur; 2017.155. <https://www.semanticscholar.org/paper/INDUCTION-OF-MUTATION-THROUGH-PHYSICAL-AND-CHEMICAL-Banjare/9917e37d42ed1f208055522076f2c3ec2272e086>
14. Sinuraya M, Hasanuddin R, Hanafiah DS. The effect of gamma rays irradiation to morphological and agronomical character of local Samosir shallot (*Allium cepa* var. *ascalonicum*). International Journal of Biosciences [Internet]. 2017;10(1):126-134. Available from: <https://innspub.net/the-effect-of-gamma-rays-irradiation-to-morphological-and-agronomical-character-of-local-samosir-shallot-allium-cepa-var-ascalonicum/>
15. Al-Abdallah O. Characterization of the most important garlic varieties planted (*Allium sativum* L.) in Syria and their improvement by segregation of superior genotypes [Master Thesis]. Syria: Aleppo University; 2007. p. 170. Available <http://gcsar.gov.sy/elibrary/phd-msc/masters/master-26>
16. العبد الله، أسامة. توصيف أهم أصناف الثوم المزروعة (*Allium sativum* L.) في سوريا وتحسينها بعزل السلالات المتفوقة. رسالة ماجستير. كلية الزراعة. جامعة حلب. 2007؛ 170 ص.
16. Kuckuck H, Kobabe G, Wenzel G. Special breeding and selection techniques, production and use of mutants. Fundamentals of plant breeding [Internet]. Springer-Verlag; 1991. pp. 81-86. Available from: [https://books.google.com/books/about/Fundamentals\\_of\\_Plant\\_Breeding.html?id=BLV2MAEACAAJ](https://books.google.com/books/about/Fundamentals_of_Plant_Breeding.html?id=BLV2MAEACAAJ)



17. Khan MH, Tyagi SD. Induced variation in quantitative traits due to physical (gamma rays), chemical (EMS) and combined mutagen treatments in soybean [*Glycine max* L. Merrill]. Soybean Genetics Newsletter. 2005; (36):1-10. <https://www.soybase.org/sgn/articleFiles/64Khan120509.pdf>
18. Prem D, Gupta K, Agnihotri A. Can we predict mutagen-induced damage in plant systems mathematically: Insights from zygotic embryo and haploid mutagenesis in Indian mustard (*Brassica juncea*). Botanica Serbica. 2011;35(2):137-143. [https://botanicaserbica.bio.bg.ac.rs/arhiva/pdf/2011\\_35\\_2\\_543\\_full.pdf](https://botanicaserbica.bio.bg.ac.rs/arhiva/pdf/2011_35_2_543_full.pdf)
19. Croci C, Arguello J, Curvetto N, Orioli G. Changes in peroxidases associated with radiation-induced sprout inhibition in garlic (*Allium sativum* L.). International Journal of Radiation Biology [Internet]. 1991;59:551-557. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/1671702/>
20. Piri I, Mehdi B, Abolfazl T, Mehdi J, Javaheri M. The use of gamma irradiation in agriculture. African Journal of Microbiology Research [Internet]. 2011; 5(32):5806-5811. <https://doi.org/10.5897/AJMR11.949>
21. Lee S, Lee M, Song K. Effect of gamma-irradiation on the physicochemical properties of gluten films. Food Chemistry [Internet]. 2005;92:621-925. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2004.08.023>
22. Grodzinski DM. Plant radiobiology. Ukrainian. Kiev: Press "Naukova - Domka"; 1989.
23. Kuzin AM. Non seen rays around US. Moscow, Russia: Press "Nauka"; 1980.
24. Gruner MM, Horvatic D, Kujundzic MB. Effect of gamma irradiation on the lipid components of soy protein products. Nahrung-Food. 1992;36:443-450.

# تقييم فاعلية أربعة نباتات طبية وعطرية كمواد تدخين لمكافحة طفيل الفاروا (*Varroa destructor*) على طوائف نحل العسل *Apis mellifera jemenitica*

جمال عبده أحمد الشرعبي<sup>1\*</sup>، محمد محسن الشرحي<sup>2</sup>، عصمان ناصر الجلال<sup>3</sup>

<sup>1</sup> كلية الزراعة وعلوم الأغذية، جامعة إب، الجمهورية اليمنية

<sup>2</sup> كلية الزراعة والطب البيطري، جامعة ذمار، الجمهورية اليمنية

<sup>3</sup> مؤسسة عين اليمن للتصدير والخدمات الاستشارية، صنعاء، الجمهورية اليمنية

Email: gamalbee@yahoo.com \*

## الملخص

حشرة نحل العسل من الحشرات الهامة اقتصادياً، سواء في تلقيح المحاصيل الزراعية أو إنتاج العسل والشمع والغذاء الملكي وحبوب اللقاح والبروبوليس وسم النحل. تتعرض هذه الحشرة للعديد من الأمراض والآفات الطفيلية، ويعتبر طفيل الفاروا *Varroa destructor* من أخطر الآفات ضرراً على نحل العسل في العالم أجمع، ولأن طفيل الفاروا أصبح لديه مقاومة للعلاجات الكيماوية هدفت هذه الدراسة إلى اختبار كفاءة أربعة نباتات هي نبات الحدق *Solanum incanum*، وإكليل الجبل *Rosmarinus officinalis*، والبردقوش *Origanum majorana*، والعُشار *Calotropis procera* كمدخات طبيعية لمكافحة الفاروا. تم إجراء الدراسة في محافظة إب بالجمهورية اليمنية، خلال الفترة من 15 مارس إلى 25 إبريل 2022، على خلايا نحل قياسية نوع (لانجستروث) بها طوائف من النحل اليمني *Apis mellifera jemenitica* تحتوي كل خلية من 6-7 إطارات (براوين) مغطاة بالنحل، وتم أخذ قراءة التساقط الطبيعي للفاروا لكل المعاملات بما فيها الشاهد قبل التطبيق بعد 3 أيام من وضع قواعد عد الفاروا، ثم بعد 6 و9 أيام على التوالي دون استخدام أي نوع من التدخين؛ وذلك من أجل حساب متوسط التساقط الطبيعي للفاروا. عوملت كل معاملة حسب المادة النباتية المستخدمة تدخيناً من خلال أبواب الخلايا، وأخذت القراءات بعد 3 و6 و9 أيام على التوالي، وأظهرت النتائج أن استخدام النباتات السابقة تدخيناً لمكافحة حلم الفاروا *Varroa destructor* أعطت جميعها نتائج جيدة في تساقط حلم الفاروا؛ حيث بلغ أعلى معدل للتساقط بعد المعالجة بنبات الحدق *S. incanum* (T1) بمتوسط 144 حلماً/خلية، بينما كانت أقل نسبة تساقط في معاملة نبات *O. majorana* (T3) بمتوسط 122.33 حلم/خلية، وأظهرت النتائج أن معدل تساقط حلم الفاروا الميت بعد المعالجة كان كبيراً خلال الـ 3 أيام الأولى للمعاملات باستثناء الشاهد بمتوسط عام بلغ 83.57% حلم/معاملة، بينما كانت أقل أعداد الحلم المتساقط عند القراءة بعد 6 أيام من المعالجة بمتوسط عام 66.57% حلم/معاملة، وأظهرت النتائج انخفاض معدل تساقط حلم الفاروا الميت بعد 9 أيام إلى أقل من النصف تقريباً مقارنة بالثلاثة أيام الأولى بمتوسط عام بلغ 36.50% حلم/معاملة. وبالنسبة لمتوسط عدد حلم الفاروا داخل أعين الحضنة المغلقة للشغالات قبل وبعد المعالجة أظهرت النتائج أن نسبة إصابة حضنة الشغالات المغلقة بحلم الفاروا كانت مرتفعة قبل المعالجة لكل المعاملات بما فيها الشاهد بلغ 60%، وبعد المعالجة انخفضت بدرجة كبيرة في جميع المعاملات باستثناء (الشاهد)، وكانت أقل نسبة إصابة تم تسجيلها في معاملة نبات الحدق (T1) *S. incanum* بنسبة 8.33%.

الكلمات المفتاحية: نحل العسل، *Apis mellifera*، فاروا النحل المدمر، مكافحة الطفيلية، نباتات طبية وعطرية.

## Title

# Evaluation of the efficacy of four medical and aromatic plants, as smoking materials, to control *Varroa destructor*, on honeybee colonies (*Apis mellifera jemenitica*)

Gamal Abdu Ahmed Al-sharabi,<sup>1\*</sup> M. M. Al sharhi,<sup>2</sup> Osman Nasser Al-jalal<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Plant Production Department, College of Agriculture, Ibb University, Yemen

<sup>2</sup> College of Agriculture and Veterinary Medicine, Dhamar University, Yemen

<sup>3</sup> Eye of Yemen Corporation for Export and Consulting Services, Sana'a, Yemen

## Abstract

The honeybee is an economically important insect, whether for pollinating agricultural crops, or for producing honey, wax, royal jelly, pollen, propolis, and bee venom. However, this insect is exposed to various diseases and parasitic pests, whereas the *Varroa destructor* parasite is considered as one of the most dangerous pests harmful to honeybees in the whole world. As the *Varroa* parasite has become resistant to chemical treatments, this study aimed to test the efficiency of four plants: *Solanum incanum*, *Rosmarinus officinalis* (Rosemary), *Origanum majorana*, and *Calotropis Procera* as natural fumigants for *Varroa* control. The study was conducted in Ibb Governorate in Yemen (during the period March 15<sup>th</sup> to April 25<sup>th</sup>, 2022) on standard beehives (Langstroth) with colonies of Yemeni bees *Apis mellifera jemenitica*. Each cell contained 6-7 frames covered with bees. Readings of the natural precipitation of *Varroa* were taken for all treatments, including the control, before application, after 3 days of installing the *Varroa* count rules, then after 6 and 9 days respectively, without using any kind of smoking in order to calculate the average natural precipitation of *Varroa*. Each treatment was made according to the plant material used for smoking through the doors of the hives and readings were taken after 3, 6 and 9 days, respectively. The results showed that the use of the previous plants by smoking to combat *Varroa destructor* gave good results in the shedding of *Varroa* mites, as it reached the highest rate of *Varroa* mites after treatment with *S. incanum* (T1) with an average of 144 mites. While the lowest precipitation rate was in treatment *O. majorana* (T3), with an average of 122.33 mites/cell. The results also showed that the rate of shedding of dead *Varroa* mites after treatment was significant during the first 3 days of the treatments, with the exception of the control, with an overall average of 83.57% mites/treatment. While the lowest numbers of fallen mites were when the reading was taken after 6 days of treatment, with an overall average of 66.57% mites/treatment. In addition, it was noticed a decrease in the rate of shedding of dead *Varroa* mites after 9 days to approximately less than half compared to the first three days, with an overall average of 36.50% mites/treatment. As for the average number of *Varroa* mites inside the eyes of the closed brood of the workers before and after treatment, the results showed that the rate of infection of the closed brood of the workers with *Varroa* mites was high before treatment for all treatments, including the control, reaching 60%. After treatment, it decreased significantly in all treatments except (the control), and the lowest infection rate was recorded in the *S. incanum* (T1) treatment, at 8.33%.

**Keywords:** honeybee, *Apis mellifera*, *Varroa destructor*, natural control, medicinal and aromatic plants

إلى خلايا الحضنة قبل تغطية يرقات نحل العسل والشرانق والتطفل عليها، ويصبح من الصعب السيطرة عليه؛ لأن غالبية الحلم تبقى في الحضنة المغلقة للتكاثر، وتتم حمايتها جيداً من العلاجات الكيميائية.<sup>7</sup> إلى جانب الخسارة الاقتصادية للنحل وإنتاج العسل، قد تموت الخلية المصابة أو تهجر،<sup>8</sup> هذا الطفيل يدمر الحواجز الميكانيكية الواقية للأغشية ويضعف الجهاز المناعي للنحل.<sup>9</sup> ومن المحتمل أن يتم نقل مسببات الأمراض المختلفة مثل فيروس شلل النحل الحاد وفيروس الجناح المشوه والفطريات إلى النحل بواسطة الفاروا.<sup>10</sup> في الآونة الأخيرة، تم اكتشاف ستة فيروسات في النحل المصاب بالفاروا؛ لذلك من المتوقع تفاقم الحالات المرضية في نحل العسل.<sup>11</sup>

استُخدمت العديد من المواد الكيميائية بنجاح للسيطرة على الحلم، وكانت مجموعة واسعة من المواد الكيميائية فعالة للغاية؛ حيث قتلت أكثر من 99% من الحلم الموجود في الطوائف المصابة.<sup>12</sup> وفي السنوات الأخيرة تطورت مشكلة مقاومة المبيدات الأكاروسية بسرعة ولوحظ زيادة تحمل الفاروا لأكثر المبيدات الأكاروسية الاصطناعية استخداماً، بالإضافة إلى ذلك، تم الإبلاغ أيضاً عن تلوث منتجات الخلية بمخلفات المبيدات، خاصة في شمع نحل العسل.<sup>13-14</sup> وأدى هذا الوضع إلى زيادة القلق بشأن تلوث منتجات النحل بالمواد التركيبية المستخدمة ضد الفاروا.<sup>15</sup> أيضاً يجب التقليل من استخدام المبيدات الأكاروسية في تربية النحل؛ بسبب تحليل مخلفاتها وتلوث منتجات العسل والشمع.<sup>16</sup>

وأثبتت المشاكل المرتبطة باستخدام المبيدات الأكاروسية حافزاً كبيراً لتطوير إستراتيجيات علاجات جديدة وفحص المبيدات الأكاروسية المحتملة التي تقلل من هذه المشاكل، وتوفر المنتجات الطبيعية التي تحتوي على

## 1- المقدمة

يعتبر نحل العسل من أهم الحشرات التي أفادت البشرية للأغراض الطبية والغذائية لآلاف السنين، ونحل العسل له أهمية اقتصادية كبيرة للزراعة، ليس فقط لإنتاج العسل، ولكن أيضاً لتلقيح المحاصيل.<sup>1</sup> ويلعب نحل العسل أيضاً دوراً مهماً في التنوع البيولوجي، ومن المعروف أنها تزيد من غلة المحاصيل الملقحة بالحشرات إلى حد 10 إلى 20 مرة أكثر من قيمة إنتاجها عندما لا تلقح بالحشرات، ويعمل تلقيح النحل على تحسين حجم وشكل ولون ومذاق الثمار.<sup>2</sup>

تعرضت حشرات النحل كغيرها من الكائنات الحية للعديد من الآفات والأمراض خلال حياتها، ومن أكثر الآفات شيوعاً وخطورة والتي تؤثر بشدة على تعداد وأداء طوائف النحل هو حلم الفاروا *Varroa destructor*، وينتمي هذا الحلم إلى عائلة *Varroidae* وجنس *Varroa*، ويتغذى على الهيموليمف والأجسام الدهنية لليرقات والشرانق والنحل البالغ في جميع مراحل الحياة وتتسبب العدوى بحلم الفاروا في فقدان النحل لوزنه أو تشوّهه أو فقدان أطرافه، وفي بعض الأحيان يموت النحل الصغير، ويعتبر حلم الفاروا من أهم الآفات المدمرة لخلايا النحل والتي تسبب أضراراً لصناعة تربية النحل لا يمكن إصلاحها.<sup>3-4</sup>

اكتُشِفَ حلم الفاروا متطفلاً على نحل العسل الهندي (*Apis cerana*) عام 1904 في جزيرة جاوا بإندونيسيا، وكان أول تسجيل لحلم الفاروا في الوطن العربي في تونس عام 1975.<sup>5</sup> واكتُشِفَ في اليمن لأول مرة بمحافظة المحويت في أغسطس عام 1990.<sup>6</sup> ويصيب الحلم النحل عن طريق الدخول

وحيوب لقاح ومغطة بالنحل من الجهتين، ووفقاً لطريقة التقدير الخاصة بتغطية الأقراص بواسطة النحل المدروسة سابقاً<sup>19</sup> تم اختيار 15 خلية قُسمت بطريقة عشوائية إلى 5 معاملات بما فيها الشاهد، كل معاملة تتكون من 3 خلايا (مكررات).

### 3- طرق العمل

#### 1-3 طرق الكشف عن الإصابة بالفاروا

##### 1-1-3 طريقة السكر البودرة

تم جمع 200 نحلة بالغة عشوائياً من كل طائفة من طوائف التجربة، وذلك باستخدام فرشاة نحل ناعمة، وضعت في برطمان زجاجي ذو فوهة واسعة ومزود بغطاء شبكي من السلك قُطر فتحاته 2 ملم، وتم إضافة 3 ملاعق كبيرة من السكر البودرة من خلال الغطاء الشبكي، بعدها تم رج البرطمان لمدة 10 دقائق تقريباً في وضع عمودي، حيث تم تغطية النحل تماماً بالسكر البودرة لضمان تساقط حلم الفاروا العالق بأجسامها، بعدها تم قلب البرطمان على صحن أبيض حتى أُفرغ تماماً من السكر ومعه الفاروا، بينما ظل النحل في البرطمان، كُريت العملية مرة أخرى؛ لضمان تساقط كل أفراد الفاروا العالقة بالنحل، بعدها تم حصر وتسجيل عدد الفاروا المختلط بمسحوق السكر البودرة، وأعيدت النحل إلى خلاياها من خلال وضعها على قطعة قماش أمام الخلايا<sup>20</sup>.

##### 2-1-3 التساقط الطبيعي للفاروا

بعد التأكد من وجود الإصابة، زودت الخلايا بقواعد خاصة لعد الفاروا المتساقطة screened bottom board، وضُعت أسفل الإطارات ودُهنت بطبقة خفيفة من دهان الفازلين (الشحم)؛ وذلك بهدف التصاق حلم الفاروا المتساقطة من النحل بعد عملية المعالجة بالتدخين، هذه القواعد مغطاة بشبك من السلك قُطر فتحاته تقريباً 2 ملم؛ لمنع النحل من ملامسة السطح المُعامل بالفازلين، بينما فتحات السلك تسمح بمرور حلم الفاروا من خلاله (شكل 2).

مكونات ذات أنماط عمل مختلفة حلاً فعلاً لمشكلة حلم الفاروا<sup>17</sup> ويعد الفاروا مصدر قلق النّحالة المرتحلة التي تعتمد على حركة التنقل الواسعة لخلايا النحل من منطقة إلى أخرى سعياً وراء مصادر الرحيق وحبوب اللقاح. وتمثل الخلايا التقليدية المنتشرة في اليمن أحد العوامل التي تساعد في انتشار الإصابة، إضافة إلى صعوبة إجراء طرق المكافحة باستخدام التقنيات الحيوية والحديثة<sup>18</sup>. إن مكافحة حلم الفاروا *V. destructor* تدخيناً بمواد طبيعية هي أسهل وأبسط الطرق للنحالين اليمنيين؛ نظراً لأن غالبيتهم من فئة محدودى التعليم، إضافة إلى تربيتهم لطوائف النحل في خلايا تقليدية (بلدية) يصعب عليهم عمل مستخلصات نباتية ورشها في خلاياهم.

#### 1-1 هدف البحث

اختبار كفاءة كل من نباتات الحَدَق (*Solanum incanum*)، وإكليل الجبل (*Rosmarinus officinalis*)، والبردقوش (*Origanum majorana*)، والعُشَار (*Calotropis procera*)، وهي نباتات تنتشر في البيئة اليمنية وذلك كمدخات طبيعية لمكافحة طفيل الفاروا *V. destructor* في طوائف نحل العسل، وفي حال أعطت نتائج جيدة يمكن توصية النحالين باستخدامها في مكافحة طفيل الفاروا للحصول على منتجات نحلية طبيعية خالية من الآثار المتبقية للمبيدات الكيميائية والمواد الصناعية الضارة بالإنسان والبيئة.

#### 2- مواد وطرائق البحث

تم إجراء الدراسة في محافظة إب بالجمهورية اليمنية، خلال الفترة من 15 مارس إلى 25 إبريل 2022 وهو موعد نشاط النحل خلال تلك الفترة، ونفذت التجربة في المنحل الخاص بالباحث (شكل 1)، وهو المنحل الوحيد المتاح لإجراء الدراسة، وذلك على خلايا نحل قياسية حديثة نوع (لانجستروث)، بها طوائف من النحل اليمني *Apis mellifera jemenitica*، تحتوي كل خلية من 7-6 إطارات (براوين) مملوطة الشمع وبها حضانة مفتوحة ومقفلة وعسل



شكل 3. التدخين على خلايا المعاملات.



شكل 2. قواعد خاصة لعد الفاروا المتساقطة.



شكل 1. منحل تنفيذ الدراسة.

#### 3-1-3 النباتات الطبيعية المستخدمة في المكافحة

تم اختيار نباتات الحَدَق (*Solanum incanum*)، وإكليل الجبل (*Rosmarinus officinalis L.*)، والبردقوش (*Origanum majorana*)، والعُشَار (*Calotropis procera*)؛ لاحتوائها على مواد ومركبات عطرية قد تكون قاتلة أو طاردة لحلم الفاروا كما هو مبين في جدول 1.

تم أخذ قراءة التساقط الطبيعي للفاروا لكل المعاملات- بما فيها الشاهد- قبل التطبيق بعد 3 أيام من وضع قواعد عد الفاروا، ثم بعد 6 أيام و9 أيام على التوالي، وذلك بحصر أفراد حلم الفاروا على القواعد المعاملة بالفازلين؛ من أجل حساب متوسط التساقط الطبيعي للفاروا قبل التطبيق، وبعدها تم تنظيف قواعد عد الفاروا، ثم دُهنت بالفازلين مرة أخرى وتمت إعادتها لخلايا التجربة دون استخدام أي نوع من التدخين.

المعاملة Treatment	مواد التدخين Smoking materials	عدد المكررات Number of replications	الكمية بالوزن (جرام) 20 جراماً/ خلية Quantity weight/gm
T1	الحدق <i>Solanum incanum</i> L	3	60
T2	إكليل الجبل <i>Rosmarinus officinalis</i> L	3	60
T3	البردقوش <i>Origanum majorana</i>	3	60
T4	العُشار <i>Calotropis procera</i>	3	60
T5	الشاهد Control	3	0

بطريقة عشوائية من 3 إطارات حضنة من الإطارات الوسطى في الخلية بمعدل 20 عين حضنة لكل خلية (مكرر)، ولأن كل معاملة تتكون من 3 مكررات (خلايا) كان إجمالي عيون الحضنة التي تم فحصها 60 عيناً سداسية للمعاملة الواحدة؛ (300 عين سداسية) لكل المعاملات بما فيها الشاهد، وذلك قبل المعالجة بيوم واحد، ثم كُررت العملية بعد 22 يوماً من بدء تطبيق المعالجة، وهي الفترة التي تتطلبها حضنة الشغالات من وضع البيض إلى خروج الحشرة الكاملة (21 يوماً)، وذلك باستخدام لوحة بلاستيكية مقسمة إلى بوصة مربعة، محولة إلى (سم<sup>2</sup>) عند ضرب 2.54 حسب اسماعيل وآخرون.<sup>23</sup> وقد تم حساب النسبة المئوية لإصابة الحضنة بالمعادلة التالية وفقاً لمراجع رقم 8 إلى 24.<sup>8-24</sup>

% لانتشار الحلم بالحضنة = عدد خلايا الحضنة المصابة بحلم الفاروا/

العدد الإجمالي لخلايا الحضنة التي تمت ملاحظتها وضرب الناتج في 100.

مع ملاحظة أنه تم حساب عدد عيون حضنة الشغالات المصابة بالحلم، وليس عدد الحلم في كل عين سداسية مصابة، كما تمت مراقبة وتقدير كمية نحل العسل الذي يغطي الإطارات خلال التجربة نظرياً على النحو الذي اقترحه Delaplane et al.<sup>24</sup> وتم حساب النسبة المئوية للانخفاض في الشاهد باستخدام المعادلة التالية وفقاً ل Pawar.<sup>25</sup>

النسبة المئوية للانخفاض في الشاهد = عدد الحلم الميت في المعاملة

- عدد الحلم الميت في الشاهد/ عدد الحلم الميت في المعاملة وضرب الناتج في 100.

#### 4- مواد العمل

استُعملت بعض الأدوات في التجربة مثل: المدخن - ميزان حساس - قطع من الشوال - عدسات تكبير يدوية - قواعد خاصة بعدّ الفاروا - دهان الفازلين - خلاط كهربائي - معايير خاصة لتقدير التغطية النحلية والحضنة.

#### 4-1 التحليل الإحصائي

لمعرفة فعالية التدخين بالنباتات العطرية المختلفة، تم تحليل البيانات التي تم جمعها من التجارب إحصائياً باستخدام تحليل التباين F (Factorial ANOVA) بتصميم القطاعات العشوائية، كما حُللت البيانات قبل وبعد المعالجة باستخدام اختبار T (Two Sample Paired t-test). وتمت مقارنة المتوسطات بإجراء اختبار أقل فرق معنوي L.S.D على مستوى احتمالية  $P = 0.01$ ,  $P = 0.05$ .<sup>26</sup>

تم جمع نباتات (*S. incanum*)، (*R. officinalis*)، (*O. majorana*) من ريف محافظة إب (198.9 كم) جنوب العاصمة صنعاء، بينما جُمع نبات (*C. procera*) من ريف محافظة تعز (262.8 كم) جنوب العاصمة صنعاء، حيث تم جمع أجزاء من النباتات شملت الأوراق والأزهار والثمار والسيقان الرطبة أو الغضة، أما ثمار نبات الحدق (*Solanum incanum* L.) فجمعت قبل 60 يوماً من التجربة؛ لأنها تحتاج إلى وقت أطول للتجفيف، كذلك نبات العُشار (*Calotropis procera*) تم جمعه بعناية خاصة؛ نظراً لسميته للإنسان من خلال لبس قفازات (كفوف) لليدين ونظارات واقية للعينين، وتم تجفيف النباتات كل على حدة طبيعياً داخل غرفة مهواة درجة الحرارة فيها 26<sup>0</sup>م والرطوبة 60%، حيث استغرقت عملية التجفيف (4-5) أيام، وبعد جفافها تم تجزئتها إلى قطع صغيرة، ووضعت كل عينة منها في الخلاط لطحنها بدرجة خفيفة، ثم وضعت في أوعية خاصة عبارة عن جرادل صغيرة محكمة الأغشية إلى حين الاستخدام.

عوملت المجموعة الأولى بنبات (*S. incanum*) المجفف بمقدار 60 جراماً (بمعدل 20 جراماً/خلية) تدخيناً داخل قطعة من الخيش (المصنوع من نبات الجوت) وزنها (60 جراماً) لمعاملة ثلاث خلايا، وتم التدخين بواسطة المدخن على الخلايا بعد العصر عند عودة غالبية العلامات من الحقل (شكل 3)، وعوملت بقية المعاملات بنفس الطريقة كحل حسب المادة النباتية المستخدمة من خلال أبواب الخلايا، بعد سد كل الفتحات الأخرى فيها، وذلك بمعدل 10 دفعات من نفث الدخان بواسطة المدخن ثم الانتقال للخلية الأخرى وهكذا، مع إغلاق أبواب الخلايا لمدة 10 دقائق؛ لمنع تسرب الدخان؛ حتى ينتشر بين إطارات الخلايا كما ذكر Eischen & Wilsdon.<sup>21</sup> ثم أخذت القراءة الأولى للفاروا المتساقطة لجميع المعاملات بما فيها الشاهد بعد 3 أيام من المعالجة، بعدها تم تغيير صواني عد الفاروا بأخرى جديدة، وعند الغروب تمت عملية المعالجة بالتدخين بنفس الأسلوب السابق، وفي اليوم السادس كُررت نفس العملية، حيث جُمعت صواني عد الفاروا المتساقطة في كل مرحلة حتى اليوم التاسع من بدء المعالجة، وسُجلت أعداد الفاروا الميتة والمتساقطة لكل فترة؛ وذلك من أجل حساب متوسط التساقط لكل 3 أيام بعد المعالجة. وتم حساب نسبة موت الحلم في طوائف نحل العسل باستخدام المعادلة التالية وفقاً لجوسورمي وآخرون.<sup>22</sup>

معدل وفيات الحلم = معدل موت الحلم في المعاملة/ معدل موت الحلم في المعاملة + معدل موت الحلم في الشاهد وضرب الناتج في 100.

#### 4-1-3 تقدير إصابة حضنة الشغالات بالفاروا

تم تسجيل مناطق حضنة الشغالات المختومة لكل المعاملات بما فيها الشاهد

## 1-5 تأثير التدخين بالنباتات الطبية على معدل تساقط حلم الفاروا

## V. destructor/خلية

أظهرت نتائج التحليل الإحصائي لمتوسط مجموع تساقط حلم الفاروا قبل المعالجة وبعد المعالجة أن هناك فروقاً معنوية عند مستوى 5%، كذلك وجود فروق معنوية إحصائية بين معاملات التجربة المختلفة، حيث تشير النتائج الواردة بجدول 2 إلى أن متوسط تساقط حلم الفاروا طبيعياً قبل المعالجة لجميع المعاملات - بما فيها الشاهد - كان بدرجات متقاربة بمتوسط 56.00 حلماً للمعاملة T4 (*C. procera*) كأعلى نسبة و50.67 للمعاملة T2 (*R. officinalis*) كأقل نسبة، بينما بقية المعاملات T1 (*S. incanum*) + (الشاهد) كانت بين 52.00 لكل منهما، و54.33 للمعاملة T3 (*O. majorana*)، حيث لا توجد فروق معنوية فيما بينها، بينما تشير النتائج إلى أن متوسط تساقط حلم الفاروا بعد المعالجة بلغ أعلى معدل له خلال الأيام الثلاثة الأولى، وخصوصاً في المعاملة T1 (*S. incanum*) بمتوسط 93.33 حلم/خلية، تلتها المعاملة T2 (*R. officinalis*) بمتوسط 85.67 حلم/خلية، بينما كان متوسط تساقط الحلم لكل من المعاملة T3 (*O. majorana*) والمعاملة T4 (*C. procera*) هو 81.00 و82.66 على التوالي، وبلغ متوسط تساقط حلم الفاروا في الشاهد 17.55، ويرجع سبب زيادة معدلات التساقط تلك إلى الإصابة الشديدة في خلايا التجربة، حيث أظهرت نتائج التحليل الإحصائي تفوقاً للمعاملة T1 (*S. incanum*) عن بقية المعاملات الأخرى عند

مستوى  $P = 0.05$ . كما أوضحت النتائج تناقص أعداد حلم الفاروا المتساقطة بعد 6 أيام لكل المعاملات إلى أقل من النصف تقريباً، حيث تفوقت المعاملة T1 (*S. incanum*) أيضاً عن بقية المعاملات عند مستوى  $P = 0.05$  بنسبة تساقط بلغت 41.33 حلم/خلية كحد أعلى، بينما بلغ 29.33 حلم/خلية في المعاملة T4 (*C. procera*) كحد أدنى، واستمر معدل تساقط حلم الفاروا في T5 (الشاهد) على نفس المستوى تقريباً بمتوسط 15.00 حلماً/خلية. وبيّنت النتائج أن أدنى مستوى لتساقط حلم الفاروا كان بعد 9 أيام من التطبيق، حيث بلغ أعلى متوسط للتساقط 11.00 حلماً/خلية للمعاملة T3 (*O. majorana*)، وبلغ أقل متوسط 9.33 حلم/خلية للمعاملة T1 (*S. incanum*)، حيث لا توجد فروق معنوية بينهما؛ نظراً لتأثير المعالجة بالتدخين على موت حلم الفاروا، بينما استمر التساقط الطبيعي لحلم الفاروا للمعاملة T5 (الشاهد) غير المعالجة بنفس المستوى أيضاً بمتوسط 16.00 حلماً/خلية. وأشارت النتائج إلى أن المتوسط العام لكل المعاملات T1، T2، T3، T4 هو 144، 130.33، 122.33، 122.66 على التوالي، بينما بلغ متوسط التساقط للحلم في معاملة T5 (الشاهد) 48.00 حلماً/خلية، ويعود سبب ارتفاع نسبة تساقط حلم الفاروا في الشاهد عن بقية المعاملات بعد 9 أيام من المعالجة إلى انخفاض الإصابة بالفاروا بين مكررات التجربة نتيجة التدخين بنباتات المعالجة. وأظهرت نتائج التحليل الإحصائي تفوقاً معنوياً للمعاملة T1 (*S. incanum*) على بقية المعاملات عند مستوى  $P = 0.05$ ، بينما لا توجد فروق معنوية للمعاملات T2، T3، T4، لكن توجد هناك فروق معنوية بين تلك المعاملات وبين الشاهد عند مستوى  $P = 0.05$ .

جدول 2: تأثير التدخين بالنباتات الطبية على معدل موت حلم V. destructor/خلية من طوائف النحل A. mellifera

L.S.D	متوسط عدد الحلم الميت (المتساقط)/الخلية				مواد التدخين	Treatment
	Average number of dead and fallen mite / hive					
0.05	بعد المعالجة			قبل المعالجة	smoking materials	المعاملات
17.845	المجموع	بعد 9 أيام 9 days later	بعد 6 أيام 6 days later	بعد 3 أيام 3 days later		
**	144±2.66 <sup>a</sup>	9.33 ± 1.5 <sup>b</sup>	41.33 ± 3.5 <sup>a</sup>	93.33 ± 4.7 <sup>a</sup>	52.00 ± 2.64 <sup>a</sup>	<i>S. incanum</i> T1
N.S	130.33 ± 10.11 <sup>b</sup>	10.00 ± 2.0 <sup>b</sup>	34.67 ± 4.7 <sup>b</sup>	85.67 ± 4.0 <sup>b</sup>	50.67 ± 6.50 <sup>a</sup>	<i>R. officinalis</i> T2
N.S	122.33 ± 8.02 <sup>b</sup>	11.00 ± 2.0 <sup>b</sup>	30.33 ± 1.5 <sup>b</sup>	81.00 ± 5.5 <sup>b</sup>	54.33 ± 2.08 <sup>a</sup>	<i>O. majorana</i> T3
N.S	122.66 ± 4.93 <sup>b</sup>	10.66 ± 2.5 <sup>b</sup>	29.33 ± 2.5 <sup>b</sup>	82.66 ± 3.5 <sup>b</sup>	56.00 ± 5.56 <sup>a</sup>	<i>C. procera</i> T4
-	48.00 ± 3.60 <sup>c</sup>	16.00 ± 1.0 <sup>a</sup>	15.00 ± 2.0 <sup>c</sup>	17.00 ± 2.0 <sup>c</sup>	52.67 ± 2.88 <sup>a</sup>	الشاهد Control T5

الأرقام التي تحمل أحرفاً متشابهة في الأعمدة لا تختلف إحصائياً عند مستوى معنوية 5%.

تفوق المعاملة T1 (*S. incanum*) عن بقية المعاملات بمتوسط 70.61%، تلتها المعاملة T2 (*R. officinalis*) بمتوسط 64.12%، ثم المعاملة T3 (*O. majorana*) بمتوسط 63.43%، بينما كانت أقل نسبة تساقط في المعاملة T4 (*C. procera*) بمتوسط تساقط بلغ 59.69%. أما النسبة المئوية للتخفيض في الشاهد فأظهرت نتائج جدول 3 أن هناك فروقاً معنوية عند مستوى  $P = 0.05$  بين معاملات التجربة المختلفة، حيث تفوقت المعاملة T1 عن بقية المعاملات بنسبة تخفيض في الشاهد بلغ 88.89%، بينما بلغت النسبة لبقية المعاملات 64.35%، 60.79%، 60.89% على التوالي، حيث لا يوجد بينها فروق معنوية عند مستوى  $P = 0.05$ .

## 2-5 تأثير التدخين بالنباتات الطبية على معدل موت حلم الفاروا V.

## destructor/معاملة و% نسبة التخفيض في الشاهد

تشير بيانات جدول 3 إلى أن معدل تساقط حلم الفاروا الميت بعد المعالجة كان كبيراً خلال الـ 3 أيام الأولى للمعاملات، باستثناء الشاهد بمتوسط عام فقد بلغ 83.57% حلم/معاملة، بينما قل عدد الحلم المتساقط عند قراءته بعد 6 أيام بمتوسط عام 66.57% حلم/معاملة، وأظهرت النتائج انخفاض معدل تساقط حلم الفاروا الميت بعد 9 أيام إلى أقل من النصف تقريباً مقارنة بالثلاثة أيام الأولى بمتوسط عام بلغ 36.50% حلم/معاملة، وعند حساب متوسط التساقط لكل معاملة بعد 3، 6، 9 أيام، أظهرت النتائج

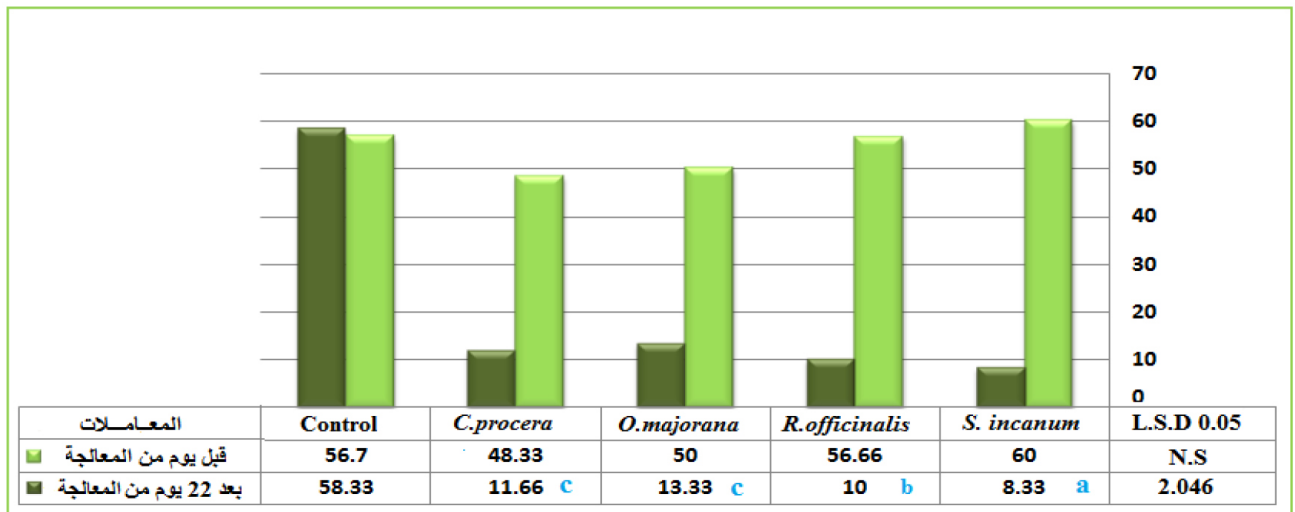
L.S.D 0.05 17.845	% نسبة التخفيض في الشاهد Percentage of reduction than the control	% الحلم الميت بعد المعالجة Dead mites after treatment				مواد التدخين Smoking materials	المعاملات Treatment
		المتوسط Mean	بعد 9 أيام days later 9	بعد 6 أيام days later 6	بعد 3 أيام days later 3		
**	88.89 a	70.61	36.83	63.41	84.59	<i>S. incanum</i>	T1
N.S	64.35 b	64.12	38.46	69.79	84.11	<i>R. officinalis</i>	T2
N.S	60.79 b	63.43	40.74	66.91	82.65	<i>O. majorana</i>	T3
N.S	60.89 b	59.69	29.98	66.16	82.94	<i>C. procerca</i>	T4
-	00.00 c	00.00	00.00	00.00	00.00	الشاهد Control	T5
-	-	-	36.50	66.57	83.57	-	متوسط عام

الأرقام التي تحمل أحرفاً متشابهة لا تختلف إحصائياً عند مستوى معنوية 5%.

50%، 48.33% على التوالي، ولا يوجد بينها أي فروق معنوية عند مستوى  $P = 0.05$ ، ومن الشكل نلاحظ أن نسبة إصابة حضنة الشغالات المغلقة بحلم الفاروا بعد المعالجة انخفضت بدرجة كبيرة في جميع المعاملات، باستثناء معاملة (الشاهد)، وكان تسجيل أقل نسبة إصابة في المعاملة T1 (*S. incanum*) بنسبة 8.33%، حيث تفوقت معنوياً عن بقية المعاملات الأخرى والتي كانت على النحو التالي T2 (*R. officinalis*) 10% و T3 (*O. majorana*) 13.33% و T4 (*C. procerca*) 11.33% على التوالي، ولا يوجد بينها أي فروق معنوية عند مستوى  $P = 0.05$ .

### 3-5 متوسط عدد حلم الفاروا داخل خلايا الحضنة المغلقة للشغالات قبل وبعد المعالجة

أظهرت النتائج الواردة في شكل 4 أن نسبة إصابة حضنة الشغالات المغلقة بحلم الفاروا كانت مرتفعة قبل المعالجة لكل المعاملات بما فيها الشاهد، وكان أعلى معدل للإصابة في المعاملة T1 (*S. incanum*)، حيث بلغت عدد خلايا (عيون) الحضنة المصابة 60%، تلتها المعاملة T5 (الشاهد) بمعدل إصابة 56.7%، بينما كانت نسبة الإصابة للمعاملات T2، T3، T4 هي 56.66%،



شكل 4. % لانتشار حلم الفاروا داخل خلايا الحضنة المغلقة للشغالات قبل وبعد المعالجة.

أعراض جانبية تُذكر، وننصح بإجراء دراسات أكثر على هذا النبات؛ للتأكد من عدم وجود أي متبقيات من محتوياته السامة في العسل أو الشمع أو خبز النحل، وأيضاً تأثيره السام على الحضنة والحشرات البالغة. ● من خلال نتائج هذه الدراسة اتضح أنه يمكن للنحالين استخدام هذه النباتات وخصوصاً نبات الحدق (*S. incanum*) تدخيناً على طوائف النحل لمكافحة طفيل الفاروا، والحد بقدر الإمكان من استخدام المنتجات والعلاجات الكيماوية التي تترك أثراً ساماً على العسل ومكونات الخلية الأخرى؛ من أجل الحفاظ على صحة البيئة والإنسان وسمعة وجودة العسل اليمني.

### 6- الاستنتاجات والتوصيات

أظهرت نتائج الدراسة فعالية ممتازة للنباتات المستخدمة من خلال النسبة العالية لتساقط الفاروا خلال فترة تطبيق الدراسة مقارنة بالشاهد الغير معاملة بها. ● لم يظهر على طوائف النحل المعاملة بتلك النباتات أي آثار جانبية ضارة خلال مرحلة التطبيق وما بعدها. ● برغمسمية الأجزاء الخضريه لنبات العُشار (*Calotropis procerca*)، إلا أن استخدامه في التجربة تدخيناً لم تظهر على النحل والقائم بالتدخين أي

1. Anderson DL, Trueman JWH. *Varroa jacobsoni* (Acari: Varroidae) is more than one species. *Experimental and Applied Acarology*. 2000;24:165–189.
2. Atwal AS, Goyal NP. Infestation of honeybee colonies with *Tropilaelaps*, and its control. *Journal of Apicultural Research*. 1971;10(3):137–142.
3. Khan KA, Ghramh HA. An investigation of the efficacy of hygienic behavior of various honey bee (*Apis mellifera*) races toward *Varroa destructor* (Acari: Varroidae) mite infestation. *Journal of King Saud University-Science*. 2021;33(3):101393.
4. Sajid ZN, Aziz M, Bodlah I, Rana RM, Ghramh HA, Khan KA. Efficacy assessment of soft and hard acaricides against *Varroa destructor* mite infesting honey bee (*Apis mellifera*) colonies, through sugar roll method. *Saudi Journal of Biological Sciences*. 2020;27(1):53–59.
5. Al-Ansari AM. Bees in honey production and crop pollination. Alexandria Egypt: Delta Typing Center; 1998. p. 1392.
6. Banawas SA, Khanbash MS. Studying the Grooming Behavior of Yemeni Honeybee *Apis mellifera jemenitica* to Control *Varroa destructor* Mite in Doan Valley, Hadhramout, Yemen. *Arabian Journal of Scientific Research*. 2020;2020(2). <https://doi.org/10.5339/ajsr.2020.8>
7. Harold H, Wolfgang R, Stephen EWC. The control of parasitic bee mites: *Varroa jacobsoni*, *Acarapis woodi* and *Tropilaelaps clareae* with formic acid. *American Bee Journal*. 1989;129(11):739–742.
8. Needham GR. Status report on *Varroa jacobsoni*. *American Bee Journal*. 1988;128(2):106–110.
9. Glinski Z. The effect of *V. jacobsoni* Oud. on the incidence and cause of chalkbrood disease in *Apis mellifera* L. colonies. *Review of Agricultural Entomology*. 1991;79–97.
10. Allen MF, Ball BV. The incidence and world distribution of honeybee viruses. *Bee World*. 1996;77(3):141–162.
11. Tentcheva D, Gauthier L, Zappulla N, Dainat B, Cousserans F, Colin ME, et al. Prevalence and seasonal variations of six bee viruses in *Apis mellifera* L. and *Varroa destructor* mite populations in France. *Applied and Environmental Microbiology*. 2004;70(12):7185–7191.
12. Ferrer-Dufol M, Martinez-Vinuales AI, Sanchez-Acedo C. Comparative tests of fluvalinate and flumethrin to control *Varroa jacobsoni* Oudemans. *Journal of Apicultural Research*. 1991;30(2):103–106.
13. Ariana A, Ebadi R, Tahmasebi G. Laboratory evaluation of some plant essences to control *Varroa destructor* (Acari: Varroidae). *Experimental and Applied Acarology*. 2002;27:319–327.
14. Blasco C, Fernandez M, Pena A, Lino C, Silveira MI, Front G. Assessment of pesticide residues in honey samples from Portugal and Spain. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 2003;51(27):8132–8138.
15. Howis M, Nowakowski P. *Varroa destructor* removal efficiency using beevital hive clean preparation. *Journal of Apicultural Science*. 2009;53(2):15–20.
16. Wallner K. Varroacides and their residues in bee products. *Apidologie*. 1999;30(2–3):235–248.
17. Imdorf A, Bogdanov SO, Choa RI, Calderone NW. Use of essential oils for the control of *Varroa jacobsoni* Oud. in honey bee colonies. *Apidologie*, 1999;30(2–3):209–228.
18. Khanbash MS, Obbad AS. Survey of *Varroa* mites infestations in honey bee colonies in the southern and eastern governorates of Yemen. *Journal of Aden University of Natural and Applied Sciences*. 1996;11–20.
19. Jeffrey EP. A photographic presentation of estimated numbers of honeybees (*Apis Mellifera* L.) on combs in 14×81/2 inch frames. *Bee World*. 1951;32(12):89–91. doi:10.1080/0005772x.1951.11094703.
20. Macedo PA, Wu J, Ellis MD. Using inert dusts to detect and assess *Varroa* infestations in honey bee colonies. *Journal of Apicultural Research*. 2002;40(1–2):3–7.
21. Eischen FA, Wilson WT. The effects of natural products smoke on *Varroa jacobsoni*. *American Bee Journal*. 1997;137:222–223.
22. Goswami V, Srivastava P, Khan MS. Efficacy of essential oils against *Varroa destructor* infesting *Apis mellifera* Linn. colonies and their impact on brood development *Journal of Applied and Natural Science*. 2014;6(1):27–30.
23. Ismail AE-HM, Ghoniemy HA, Owayss AA. Combatting honeybee varroa mites by plant oils alone or in an IPM program. The 2<sup>nd</sup> Conference of Farm Integrated Pest Management, 16–18 January 2006. Faculty of Agriculture – Fayoum University; 2006. p. 172–185.
24. Delaplane KS, Van der Steen J, Guzman NE. Standard methods for estimating strength parameters of *Apis mellifera* colonies. *Journal of Apicultural Research*. 2013;52(1):1–12.
25. Pawar SB. Efficacy and persistence of some plant products and chemicals against *Varroa jacobsoni* (Oudemans) in *Apis mellifera* L. colonies and their impact on brood development and honey production [M.Sc thesis]. Pantnagar: G. B. Pant University of Agriculture and Technology; 2008.
26. Daher-Hjajj N, Alburaki A. Control of *Varroa jacobsoni* Oud. by fumigation with natural plant substances. *Arab Journal of Plant Protection*. 2006;24(2):93–97.



# التقييم الكمي للتعرية المائية بحوض واد محاصر بالاعتماد على المعادلة العالمية لفقدان التربة: الأطلس الكبير-المغرب

عبد اللطيف السنبري،<sup>1\*</sup> جواد الهواري،<sup>1</sup> الحسين شطار<sup>2</sup>

<sup>1</sup> طالب باحث، جامعة السلطان مولاي سليمان، بني ملال، المغرب

<sup>2</sup> طالب باحث، جامعة الحسن الثاني، المحمدية، المغرب

Email: [essanbri.abdellatif@gmail.com](mailto:essanbri.abdellatif@gmail.com) \*

## الملخص

تشكل التعرية المائية أحد التحديات الطبيعية التي يصعب معالجتها على المدى القصير؛ فقد أكدت العديد من الدراسات التي قام بها عدد من الباحثين المغاربة حول التعرية أن الوسط الطبيعي في تدهور مستمر؛ مما يهدد مستقبل التوازن البيئي. ويهدف هذا العمل إلى تقدير كمية الأتربة المفقودة بحوض واد محاصر بالأطلس الكبير الأوسط، من خلال توظيف نظم المعلومات الجغرافية، لنمذجة مختلف عوامل التعرية اعتماداً على المعادلة العالمية لفقدان التربة (USLE). ويمتد حوض واد محاصر على مساحة تقدر بـ 214 كم<sup>2</sup>. ويتميز بوجود فوارق ارتفاعية وانحدارات مهمة، كما يتسم مناخه بشدة التساقطات وشبكة مائية تعرف بكتافتها، بالإضافة إلى صخور متنوعة المقاومة. والغطاء النباتي هو الآخر يتميز بطابع الانفتاح. بجانب ذلك نجد التدخلات السلبية للإنسان التي تساهم بشكل كبير في تدهور الوسط نتيجة استعماله المختلف للمجال الطبيعي. لقد أظهرت نتائج تطبيق المعادلة العالمية للتربة أن الحوض يعرف فقدان التربة بشكل مهم، وبلغت أعلى النسب بالمنطقة العليا من الحوض، حيث سجلت أكثر من 20 طن/هـ/السنة، كما سجلت أخفض القيم بسافلة الحوض أقل من 5 طن/هـ/السنة. هذا الاختلاف ناتج عن استعمالات التربة وطبيعة الانحدار داخل الحوض، بالإضافة إلى طبيعة الصخور. من خلال هذه النتائج، نأمل في أن يقدم هذا العمل الأفكار الأولى حول انجراف التربة في مناطق الأطلس الكبير. لذلك، هناك حاجة ملحة لبلورة إستراتيجيات الحفاظ على التربة في المناطق الزراعية؛ للحد من التعرية.

الكلمات المفتاحية: التعرية المائية، USLE، حوض واد محاصر، الأطلس الكبير الأوسط.

## Title

Soil loss assessment in the Mhasser Watershed using the Universal Soil Loss Equation: High Atlas–Morocco

Abdellatif Essanbri,<sup>1\*</sup> Jawad Elhwari,<sup>1</sup> El Houcine Chettar<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Ph.D. Student, Sultan Moulay Slimane University, Beni Mellal, Morocco

<sup>2</sup> Ph.D. Student, University Hassan II, El Mohamadia, Morocco

Received 08 June 2023; accepted 09 October 2023; published 21 November 2023

© 2023 The Author(s), licensee HBKU Press. This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License CC BY 4.0 (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>), which permits unrestricted use, distribution and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

Cite this as: Essanbri A, Elhwari J, Chettar E. Soil loss assessment in the Mhasser Watershed using the Universal Soil Loss Equation: High Atlas – Morocco. *Arabian Journal of Scientific Research* 2023;2:16. <https://doi.org/10.5339/ajsr.2023.16>

## Abstract:

Water erosion constitutes one of the natural constraints that are difficult to address in the near term. All studies and research conducted by several Moroccan researchers on erosion have confirmed that the natural environment in Morocco is constantly deteriorating, which threatens the future of environmental balances. The aim of this work is to estimate the amount of soil lost in the Mhasser Watershed in the High Central Atlas in Morocco, by using the Universal Soil Loss Equation (USLE) integrated with the Geographic Information System (GIS). The Mhasser watershed covers an area of 214 km<sup>2</sup>. It is characterized by a varying altitude and the appearance of regressions, a climate characterized by aggressive and violent rainfall, and a variety of rock resistance. The vegetation cover is also characterized by openness. Adding to these factors, the negative human interventions. The results of applying the Universal Soil Loss Equation showed that the basin experienced higher soil losses with varying quantities of soil. The highest rates were in the upstream part of the basin, where they were recorded at more than 20 tons/ha/year, whereas the lowest values were found in the lower part of the basin, at less than 5 tons/ha/year. This difference results from soil erosion due to land use and the slope within the basin, in addition to the nature of the rocks. These results elucidated an urgent need to implement soil conservation strategies in the agricultural areas of this region to reduce soil erosion.

**Keywords:** water erosion, USLE, Catchment Oued Mhasser, Central High Atlas

## 1- المقدمة

تشكل التعرية المائية أحد مصادر تدهور الموارد الطبيعية داخل المجالات المتوسطة وهي نتيجة لمجموعة من العوامل المعقدة التي تتفاعل فيما بينها<sup>1</sup>. حسب الدراسات الحديثة وخاصة تقرير المنظمة العالمية للتغذية والزراعة، فإن 12.5 مليون هكتار من الأراضي الصالحة للزراعة والمراعي في المغرب مهددة بالتعرية المائية، وثلاثي الأراضى المحروقة تتطلب إجراءات حمايية مستعجلة<sup>2</sup> كما تعرف الطاقة التخزينية للسدود تراجعاً يتراوح بين 50 و60 مليون متر مكعب سنوياً، نتيجة الرواسب المتراكمة. وتوافق الطاقة المفقودة سنوياً بفعل التوحد حجم الماء الضروري لسقي ما بين 5000 و6000 هكتار سنوياً<sup>3</sup>.

الصخور الصلبة- خاصة الكلس والدولومي- تشكل السفوح المشرفة للمجالات المرتفعة، وينعكس هذا التوزيع الصخري على مستوى النفاذية داخل الحوض، حيث هي الأخرى تتميز بالتباين لمعظم المناطق المنبسطة داخل الحوض تتكون من صخور غير نفوذة، الأمر الذي يسمح بوجود شبكة مائية سطحية مهمة. أما الغطاء النباتي فيتميز بطابع التراجع، خصوصاً بالمنطقة العليا داخل الحوض. كما أن التدخل السلبي للعنصر البشري عمل على تغيير المشاهد الطبيعية، من خلال مساهمته في تسريع وتيرة التدهور<sup>6</sup>.

### 1-1 مشكلة الدراسة

لقد أصبحت مجموعة من المخاطر (التعرية المائية، امتطاحات، اجتثاث الغابة...) تهدد حوض «واد محاصر»؛ نتيجة لمجموعة من الأنشطة البشرية وكذلك العوامل الطبيعية. واستمرار الوضع على ما هو عليه، سينتج عنه تأثيرات على المستوى البيئي؛ حيث سيرتفع معدل اجتثاث الغابة الذي سيؤدي بدوره إلى انجراف التربة؛ وبالتالي ازدياد نسبة التوحد بسد سيدي إدريس. وانطلاقاً مما ورد يتبادر للذهن عدة تساؤلات لتشخيص مشكلة التعرية المائية بحوض «واد محاصر»:

1- ما العوامل المتحكمة في ظاهرة التعرية المائية؟

2- ما كمية الأتربة المفقودة داخل الحوض؟

3- ما أهم المخاطر الناجمة عن التعرية؟

### 1-2 فرضيات الدراسة

سنعمل على صياغة مجموعة من الفرضيات، كمحاولة للاقتراب من عناصر الإجابة، علماً أن قياس مدى صحتها سيتم عبر فقرات البحث، وتتحدد هذه الفرضيات فيما يلي:

وتشهد العديد من الأحواض النهرية بالمغرب تعرية مهمة، حيث قدر حجم فقدان التربة بالريف الغربي بـ2000 طن/كم<sup>2</sup>/السنة، في حين يفوق ضياع رصيد التربة 2000 طن/كم<sup>2</sup>/السنة بمنطقة الريف الأوسط والشرقي، أما بالأطلس المتوسط والكبير يتراوح ما بين 500 و1000 طن/كم<sup>2</sup>/السنة، في حين أن بقية المناطق يقل الإلتاف النوعي للتربة بها عن 500 طن/كم<sup>2</sup>/السنة<sup>4</sup>. تعد التعرية المائية من أهم التحديات البيئية التي تعاني منها كل مناطق البلاد، ويزيد من حدتها، هشاشة الركيزة الصخرية وضعف سمك التربة وقوة الانحدارات وتدهور الغطاء النباتي وقساوة المناخ، بالإضافة إلى ذلك الاستعمال غير المعقلن للتربة من طرف الإنسان، كلها عوامل تساهم بشكل أو بآخر في انجراف التربة. وتعد الأوساط الجبلية من أكثر المجالات المغربية عرضة للتعرية المائية، بحكم توفرها على بيئة مناسبة تيسر من نشاطها<sup>5</sup>. في هذا السياق فإن منطقة الأطلس الكبير الأوسط تعاني بشكل كبير من هذه الظاهرة، بحيث تعتبر من بين أهم مناطق بروز الترياس بالمغرب، وتتمثل صخور هذه الحقبة في الأفيان والتدفقات البازلتية المتفسخة... وما يميز هذه الصخور هو الهشاشة وضعف النفاذية.

يقع حوض «واد محاصر» بالأطلس الكبير الأوسط، ويشكل مجالاً خصباً لتطور التعرية بمختلف أنواعها، ومكاناً طبيعياً لنشاط أشكال التعرية المائية التي يمكن تتبعها بشكل منتظم وعلى مقاييس مختلفة. ويتشكل الحوض من وحدات تضاريسية متباينة؛ فهي تتميز بالتنوع والتدرج في الارتفاع كلما اتجهنا من الجنوب نحو الشمال. فإذا كانت سافلة الحوض تتسم بأراضٍ منبسطة من بها ارتفاعات ضعيفة، فإن المنطقة الوسطى والعليا تكسوها مجموعة من الأعراف والتلال. وهذه الأشكال توفر لها ارتفاعاتها أهمية قصوى، وتأثرها بالعوامل المناخية بتلك المنطقة تصيح الظروف ملائمة لنشاط التعرية. وإن أهم ما يتسم به الحوض من الناحية المناخية أن التساقطات المطرية تكون فجائية وشديدة، خاصة في فصل الصيف والخريف، وتتميز بتوزيع سنوي وشهري ومجالي غير منتظم، كذلك يوجد تباين في درجة الحرارة على المستوى الشهري، كما يسجل الحوض مدى حرارياً مهماً. أما فيما يتعلق بالصخور المكونة للحوض فجلها تتكون من صخور هشة تتمثل في الأفيان والتدفقات البازلتية المتفسخة، وتوجد على مستوى الأراضي المنخفضة، في حين تبقى

- منهجية التحليل: تحليل وتأويل صور الأقمار الاصطناعية بهدف تحديد مختلف أشكال التعرية وخريطة 3 التربة داخل الحوض، وكذلك التحليل والتأويل الخرائطي اعتماداً على نظم المعلومات الجغرافية.
- مصادر البيانات: العمل الميداني لتصحيح والتأكد من المعطيات المستخرجة من صور الأقمار الاصطناعية، وتتبع أساليب وأشكال التعرية، ومعاينة طرق التدخل، واستبيان السكان في المنطقة حول وضعية الأراضي بصفة عامة والمجالات الفلاحية بصفة خاصة.

### 1-5 موقع الدراسة

يقع حوض «واد محاصر» بالأطلس الكبير الأوسط، ويتجه مجراه من الجنوب نحو الشمال، ويشكل «واد محاصر»، «وأسييف برنات»، «وأسييف غزاف»، أهم روافد «واد لخضر»، الذي يعتبر بدوره أهم رافد «واد تساوت»، والكل يشكل جزءاً من الحوض الهيدرولوجي له أم الربيع. ويحده من الشرق حوض «أسييف غزاف» ومن الجهة الشمالية حوض «تعينيت»، أما في الجهة الجنوبية والغربية يحده حوض واد تساوت الذي ينبع من سلسلة جبال الأطلس الكبير الأوسط ويصب في واد أم الربيع، كما هو موضح في شكل 1. ينتمي الحوض إدارياً إلى جهة بني ملال خنيفرة، وبالتحديد إلى إقليم أزيلال. ويمتد على تراب ثلاث جماعات؛ جماعة حضرية (دمنات) وجماعتين قرويتين (إمليل وتيفني).

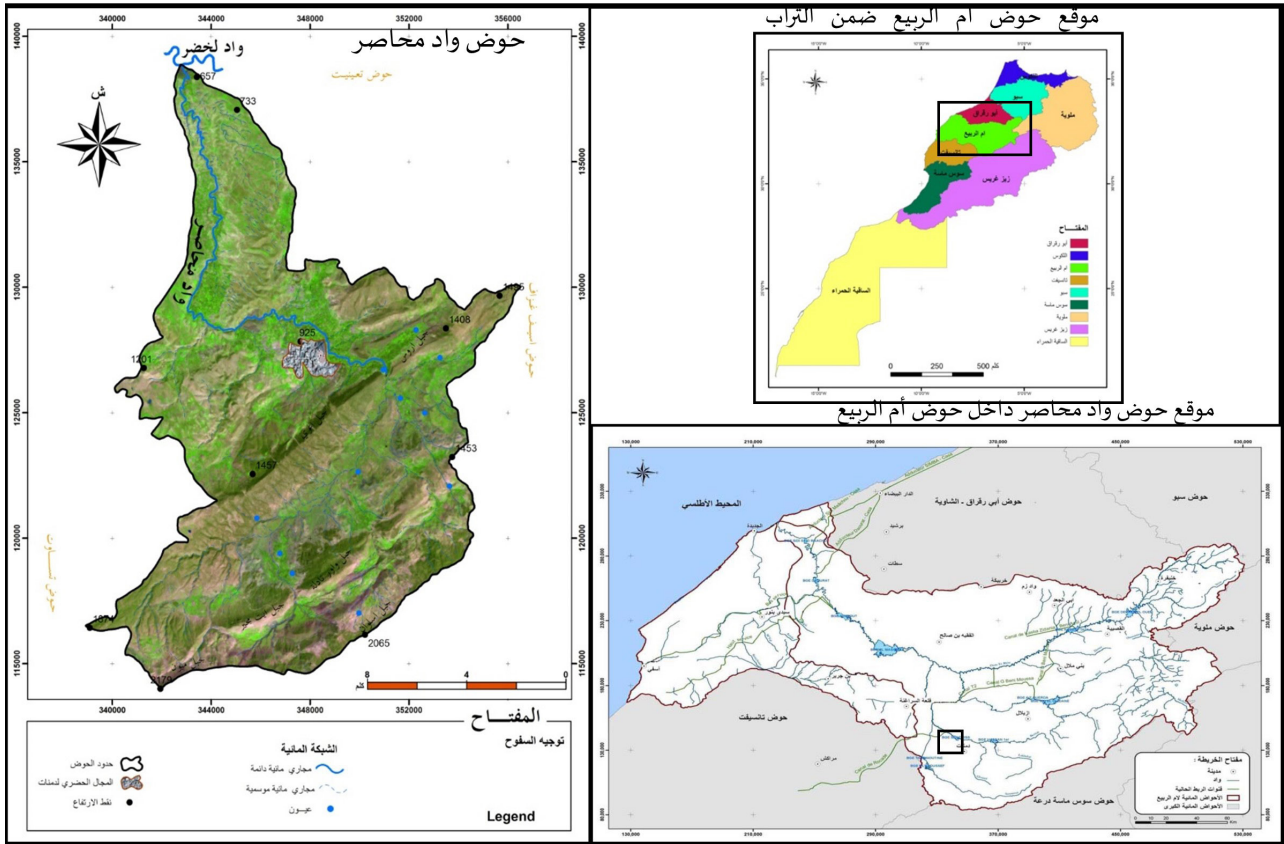
- الفرضية الأولى: نشاط التعرية داخل الحوض يتعلق بالمؤشرات الهندسية للحوض: مساحة، ومحيط، ومؤشر التراص. وتعمل هذه العوامل على تسريع نظام الجريان السطحي داخل الحوض.
- الفرضية الثانية: دينامية التعرية بحوض «واد محاصر» له ارتباط وثيق بمختلف المعطيات الطبيعية، حيث تساهم في دينامية السيل، وتشكيل مجالات خصبة لانطلاق مسلسل التعرية.
- الفرضية الثالثة: مشكلة التعرية داخل الحوض مرتبط بارتفاع عدد السكان والتطور التقني الحاصل مما دفع بالسكان إلى زيادة استغلال الموارد الطبيعية بصورة مكثفة.

### 1-3 أهمية الدراسة

تتمثل الأهمية العلمية للدراسة في كون ظاهرة التعرية أصبحت تهدد المجال المغربي<sup>7</sup> كما أنها تزايدت حدتها خلال السنوات الأخيرة؛ بفعل تضايف مجموعة من العوامل سواء كانت طبيعية (الانحدارات، طبيعة الريزة الصخرية، التساقطات...)، أو بشرية (الاجتثاث، الرعي الجائر...)،<sup>8</sup> ومن الاعتبارات التي دفعتنا إلى مقاربة هذا الموضوع محاولة إيجاد بعض الحلول للتخفيف من آثار وانعكاس هذه الظاهرة داخل الحوض، وكذلك الرغبة في إعطاء دينامية جديدة والمساهمة في تنمية المناطق الجبلية، حيث لا زال يُنظر إليها نظرة غير ذات أهمية، رغم ما توفره من ثروات طبيعية هائلة.

### 1-4 منهجية الدراسة

لتحقيق الأهداف المتوخاة من هذا العمل والإجابة عن الإشكالية المطروحة سنتبع المنهجية التالية:



شكل 1. موقع مجال الدراسة.

المصدر: صور الأقمار الاصطناعية Landsat Oli وبرنامج (ArcGIS 10.5).

LS = معامل طول الانحدار ودرجته.  
 C = معامل استعمالات التربة.  
 P = معامل تقنيات المحافظة على التربة من التعرية.

1-2 معامل قابلية التساقط على إحداث التعرية

من أجل إنجاز خريطة معامل قابلية التساقط على إحداث التعرية بحوض واد محاصر، اعتمدنا على خريطة تساوي التهاطل، وعلى معطيات المحطات الخمس كما يوضح شكل 2. (دمنات، أيت سكمين، إسكا، سد مولاي يوسف). ولاستخراج قيمة المعامل R؛ طبقت المعادلة التالية:

$$\text{Log R} = 1,74. \log \Sigma (\text{Pi}^2/\text{P}) + 1,29$$

Pi = معدل التساقط الشهري.  
 P = معدل التساقط السنوي.

لتحديد التقدير الكمي للتعرية المائية بالحوض تم الاعتماد على المعادلة العالمية لفقدان التربة<sup>9</sup> التي هي عبارة عن معادلة رياضية لتقدير التربة المفقودة، في علاقة مع المؤشرات التي تحكم هذه الظاهرة Wischmeier and Smith 1965.

وتعتمد هذه المعادلة على تنضيد خمسة عوامل تحكم التعرية المائية وهي: قابلية التساقط على إحداث التعرية، وقابلية التربة للتعرية، ودرجة وطول الانحدار، واستعمالات التربة<sup>10</sup> وطرق حماية السطح من التعرية. وقد تم ذلك من خلال برنامج نظم المعلومات الجغرافية ARC GIS 10.5؛ من أجل تحديد مدى تأثير كل عامل وتحديد فئات خطر فقدان التربة المحتمل داخل الحوض:

$$\text{حيث: } A = R. K. LS. C. P$$

A = القيمة السنوية لفقد التربة بطن/الهكتار/السنة.

R = معامل قابلية التساقط على إحداث التعرية.

k = معامل قابلية التربة للتعرية.

جدول 1: نطاقات معامل قابلية التساقط على إحداث التعرية بحوض واد محاصر.

R	النطاقات
100	نطاق قابلية التساقط على إحداث التعرية جد مرتفع
90	نطاق قابلية التساقط على إحداث التعرية مرتفع
80	نطاق قابلية التساقط على إحداث التعرية متوسط
70	نطاق قابلية التساقط على إحداث التعرية ضعيف

المصدر: وكالة الحوض المائي لأم الربيع ببني ملال

2-2 معامل قابلية التربة للتعرية (K)

لحساب مؤشر قابلية التربة للتعرية بحوض واد محاصر اعتمدنا على الدراسات البيولوجرافية في ظل غياب المعلومات المتعلقة بالتربة، لذلك تم تحديد قيمة K باستعمال الخريطة الجيولوجية لدمنات 1/50000، اعتماداً على نوع الصخور الأم على نوع التربة انطلاقاً من التصنيف الذي وضعه Manrique<sup>11</sup>.

جدول 2: مؤشر قابلية التربة للتعرية بحوض «واد محاصر».

أنواع الصخور	معامل قابلية التربة للتعرية	المرجع	مستويات القابلية	المساحة بالهكتار
• الدولومي الرمادي • الرصصة	K < 0.2	Diallo (2000)	قابلية ضعيفة جداً	4837
• الصلصال والدولومي • الحث والصلصال • الكلس والصلصال • الحث والرصيص • الصخور الطينية	0.2 < K < 0.3	Diallo (2000) Abdelkader El Garouani (1978)	قابلية ضعيفة	1180
• توضعات دقيقة	K < 0.4 > 0.3	Bollinne et Rosseau (1978)	قابلية متوسطة	3044

7165	قابلية متوسطة	Ouattara (2006)	0.4 < K < 0.5	• تدفقات بازلتية
5080	قابلية مرتفعة جداً	Bollinne et Rosseau (1978)	0.5 < K	• دقة وردية والرصاص الأحمر

المصدر: تصنيف Manrique 1988 وخريطة أنواع الصخور

#### 4-2 معامل الغطاء النبات (C)

يلعب الغطاء النباتي دوراً مهماً في التقليل من حدة التعرية عن طريق حماية التربة من التأثيرات المباشرة للتساقطات المطرية، وذلك عبر اعتراض أوراق الأشجار لقطرات المطر وتقليلها من حدة اقتلاع جزيئات التربة،<sup>13</sup> ويرتبط مؤشر التغطية النباتية في المجالات الغابوية بصنف الأشجار ونوعية الحشائش والأعشاب، بالإضافة إلى علوها وكثافتها.

انطلاقاً من خريطة استعمال التربة بحوض واد محاصر التي تم إنجازها اعتماداً على صور الأقمار الاصطناعية Landsat Oli والعمل الميداني، تم استخراج معامل التغطية النباتية كما يبين جدول 3.

#### 3-2 العامل الطبوغرافي طول ودرجة الانحدار (LS)

عملنا على حساب معامل طول ودرجة الانحدار من خلال النموذج الرقمي للأراضي MNT: 15 m، باستعمال برنامج نظم المعلومات الجغرافية ArcGIS 10.1 استناداً إلى خاصية Raster Calculator، ويرتكز هذا المعامل على تحديد:<sup>12</sup>

أ- انحدار السفوح S.

ب- معامل طول الانحدار L.

لحساب معامل طول ودرجة الإنحدار اعتماداً على المعادلة التالية:

$$LS = \left( \frac{(Flowacc + Resolution)}{22,13} \right)^m \left( (0,0065 * 0^2) + (0,045 * 0) + 0,0065 \right)$$

جدول 3: معامل التغطية النباتية (C) حسب استعمالات التربة.

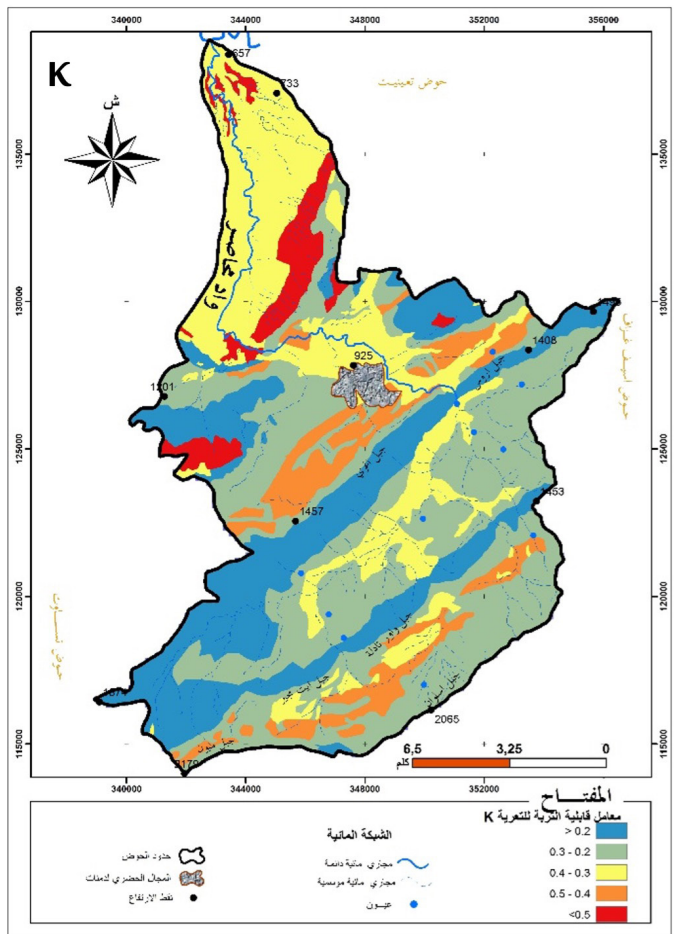
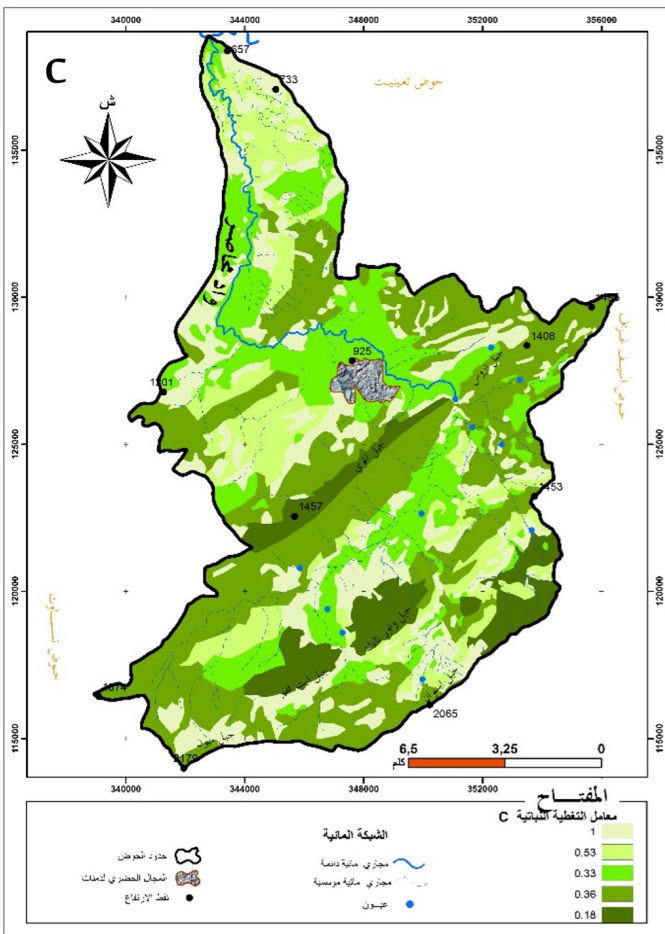
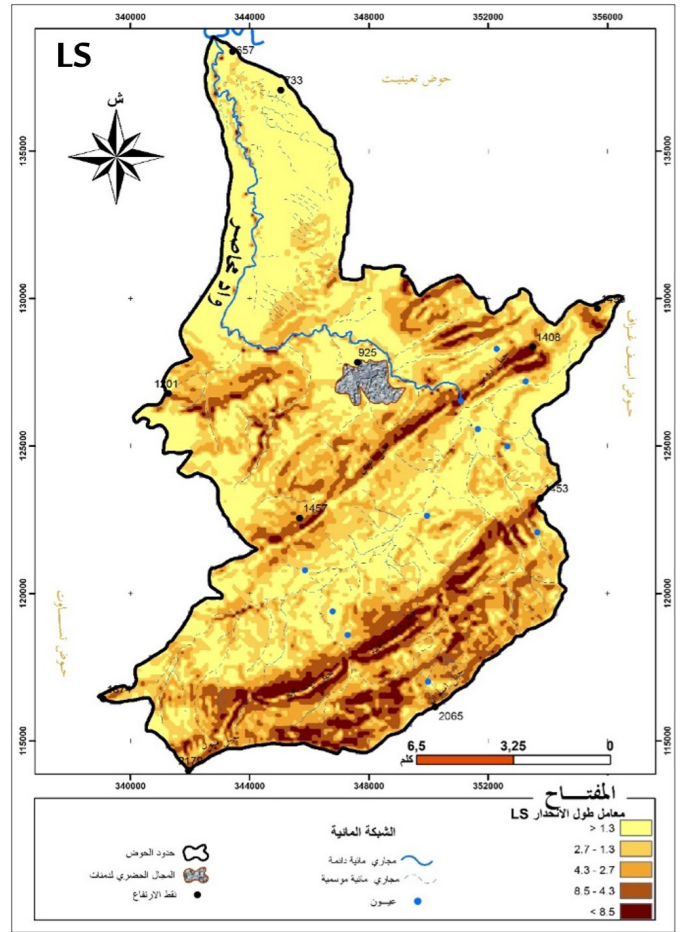
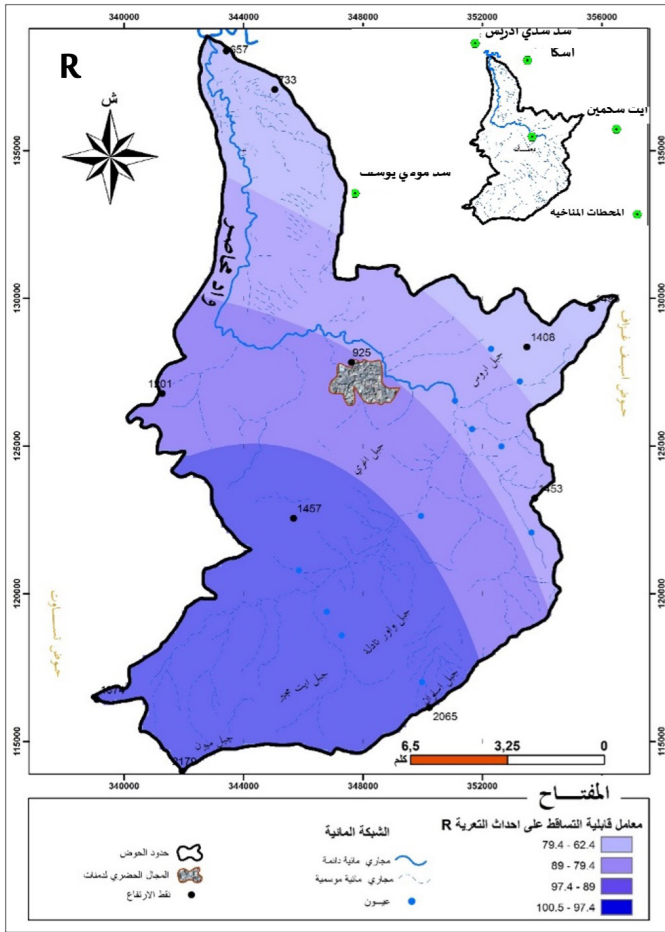
معامل التغطية	نوع استعمالات التربة
1	الأراضي غير الصالحة للزراعة
0.53	زراعات سنوية
0.33	مجال مشجر
0.25	أشجار الزيتون
0.36	ماطورال مفتوح
0.18	ماطورال كثيف

المصدر: Stone Et Hilborn 2000

#### 5-2 مؤشر حماية التربة من التعرية (P)

الأقمار الاصطناعية والزيارات الميدانية والاستعانة كذلك بالدراسات التي تتعلق بكيفية تحديد معامل حماية التربة من التعرية. حيث يتم تحديد كل شكل موقعياً وإعطاؤه قيمة تصل أو تقل عن 1.

يتجلى دور هذا العامل في إبراز مختلف التدخلات البشرية لحماية السطح من التعرية. لقد عرف حوض واد محاصر عمليات تشجير في إطار مشروع التهيئة ضد التعرية Projct d'Aménagement anti-érosif داخل الحوض التجميعي لسد سيدي إدريس، بالإضافة إلى مجموعة من التدخلات التي همت تهيئة ضفاف الأودية، وإنشاء حواجز وقائية داخل السفوح من أجل التقليل من نشاط التعرية. وقمنا باستخراج هذا المعامل انطلاقاً من صورة

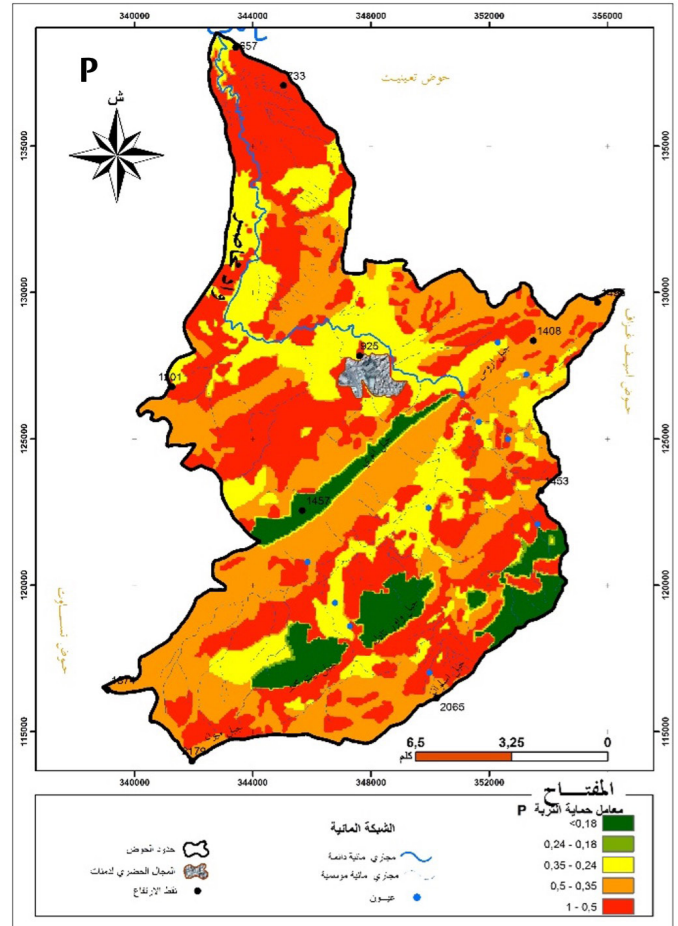


يتضح من خلال شكل 3 و4 أن فئات فقدان التربة الشديد أكثر من 20 طنًا/هـ/السنة، تمثل نسبة 23% من مساحة الحوض. ويتوزع هذا الفقد موقعيًا بالمنطقة الوسطى والعلية من الحوض، مع تركيزها في أقصى المنطقة الجنوبية للحوض، خاصة عند السفوح الشمالية لجبل ميون وأسلوان والسفوح الجنوبية لجبل واور تادلة. وقد تتجاوز قيم التعرية داخل هذه المجالات 35 طنًا/هـ/السنة. وتعرف هذه المناطق سيادة مختلف أشكال التخديد، كما توضح الصورتان رقم 1، 2.

يعزى ذلك إلى تواجد انحدارات قوية جدًا وسفوح تتميز بطول الانحدار (شكل 2)، كما تصادف داخل هذه المناطق صخوراً ضعيفة المقاومة تتمثل في الصخور الطينية التي تشكل سفوح هذه الأعراف، وكذلك التوضعات الرباعية التي توجد على طول المجاري المائية. كما أن هذه المناطق تتميز بحماية ضعيفة للسطح، وجل المساحات المتواجدة بها هي عبارة عن أراضٍ غير صالحة للزراعة، يضاف إلى ذلك عامل التساقط أن هذه القمم الارتفافية تستقبل أعلى كميات التساقط داخل الحوض، كما توضح خريطة قابلية التساقط على إحداث التعرية (شكل 2) دون إغفال العامل البشري، بحكم أن هذه المجالات تقع بعيدة عن أنظار السلطات الأمر الذي يسمح بنشاط كل أشكال التدهور؛ اجتثاث الغابة، والرعي الجائر... كما أنها تبقى بعيدة عن أشكال التدخل.

ويمثل نطاق التعرية المتوسطة ما بين 5 إلى 20 طنًا/هـ/السنة، حيث تمثل 20% من مساحة الحوض، وتنتشر موقعيًا بكل أجزاء الحوض، ويرجع ذلك إلى كون هذه المواقع تتميز بوجود انحدارات متوسطة إلى ضعيفة وغطاء نباتي يتمثل في أشجار الزيتون وتواجد ركيزة صخرية متوسطة المقاومة. داخل هذا النطاق تنتشر أشكال التعرية الضعيفة المتمثلة في التعرية الغشائية والتخديد الأولي.

وينتشر نطاق التعرية الضعيفة أقل من 5 أطنان/هـ/السنة فوق مساحة تقدر بـ 57% من مساحة الحوض. تسود داخل هذا النطاق أشكال التعرية غير المرئية، وتنتشر بالمنطقة السفلى من الحوض حيث تصادف داخل هذه المجالات غراسة أشجار الزيتون وأراضي تعرف عمليات تهيئة جيدة تتمثل في عملية الحرث بشكل مواز لخطوط التسوية ووجود حواجز وقائية لمنع انجراف التربة. كما تتواجد هذه الفئة بالسفوح المشرفة لمنخفض تزكي. تشهد هذه المواقع فقدان للتربة بشكل ضعيف نتيجة سيادة صخور صلبة (شكل 2)، تتمثل في الدولومي بكل السفوح الجنوبية لجبل إغري مع تواجد غطاء نباتي كثيف بالسفوح المقابلة. هذا من جهة ومن جهة أخرى قلب المنخفض توافقه انحدارات ضعيفة، ومعظم هذا المجال خضع لمشروع التشجير الذي عرفه الحوض التجمعي لسد سيدي إدريس.

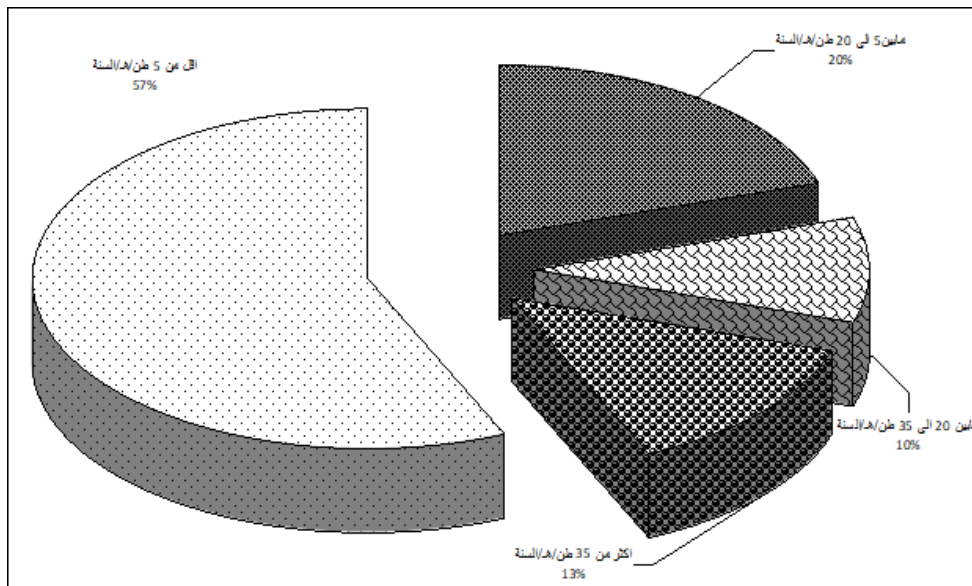


شكل 2. خرائط معاملات التعرية بحوض واد محاصر.

المصدر: المعطيات الخاصة بالحوض وبرنامج (ArcGIS 10.5).

### 3- النتائج والمناقشة

تختلف قيم فقدان التربة المحتملة داخل حوض «واد محاصر» من مجال لآخر، حيث تسجل المجالات التي تعرف انحدارات قوية وتكوينات صخرية هشة أعلى كميات فقدان التربة، بينما تسجل المجالات التي تتميز بوجود صخور صلبة وانحدارات ضعيفة أقل الكميات.



شكل 3. نسب فقدان التربة المحتملة.

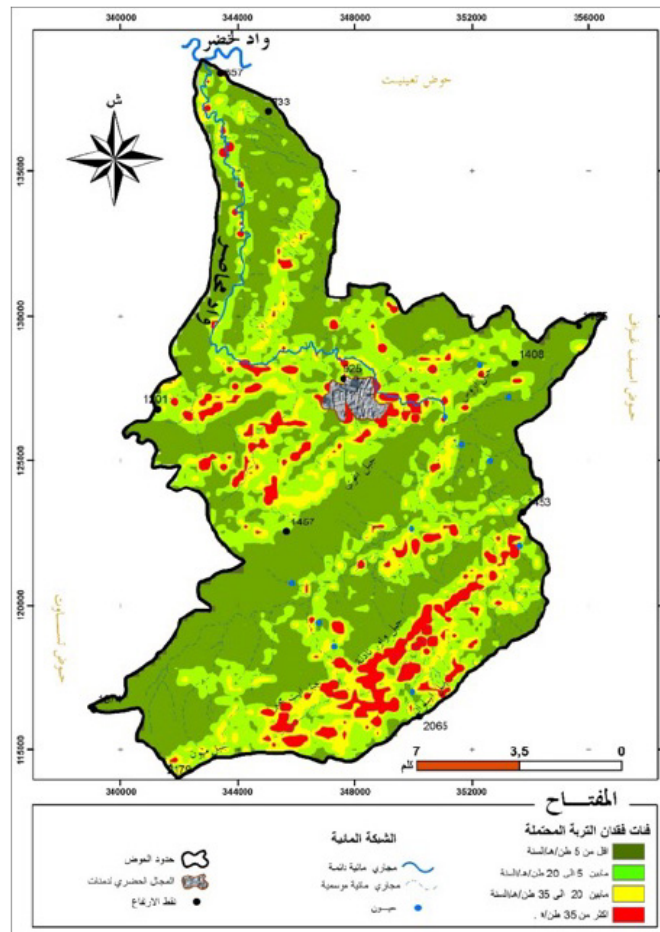
الوقت المحافظة على النظم البيئية المتوازنة؛ حتى لا تتحول مستقبلاً إلى أنظمة بيئية مختلة وهشة؛ وبالتالي تكون لها عواقب سلبية على التنمية بجميع مكوناتها. وسعيًا منا للمساهمة في الحد من مخاطر انجراف التربة والتوحد، نورد- فيما يلي- مجموعة من الاقتراحات التي من شأنها المساهمة في المحافظة على استقرار المشهد الطبيعي داخل الحوض:

- توعية السكان وإحساسهم بالأخطار المترتبة عن خطر التعرية.
- إحساس المجتمع القروي بأهمية تشجير الأراضي غير الزراعية والمراعي وفق تهيئة شمولية وتحميلهم مسؤولية تدبير المجال المستغل من أجل تنمية تشاركية ومستدامة.
- خلق مشاريع مدرة للدخل تسمح بتنوع مداخيل الفلاحين، وتقليل الاعتماد على الأنشطة الزراعية والغابوية.
- تحويل المجاري المائية وضبطها وتقويمها؛ للحد من قوة سرعة الجريان السطحي للمياه.
- تثبيت التربة ميكانيكياً، وذلك عن طريق ترميم الحافات وتثبيتها وبناء مدرجات.
- إنجاز سدود صغيرة في أعالي الحوض.
- تعميم الحرث حسب التدرجات المستوية.
- وضع حواجز وسدود على مستوى الأودية الصغرى.

## 5- خاتمة

تبين لنا من خلال التقييم الكمي لظاهرة التعرية المائية بحوض واد محاصر، أن هذا المجال يتميز بفقدان كبير للتربة، نتيجة تفاعل عدة عوامل طبيعية وبشرية. ويتشكل الحوض من طوبوغرافية غير متجانسة تتمثل في تواجد مجموعة من الأشكال التضاريسية، كما أن مناخ الحوض يتميز بعدم انتظام التساقطات المطرية، إلى جانب ذلك فمعدلات الحرارة تتميز بالتباين الكبير للمدى الحراري الشهري؛ ما يساعد على تفكيك الصخور. أما درجة حماية السطح داخل الحوض تتفاوت من منطقة إلى أخرى، فجل الأراضي المحمية تنتشر بالمناطق المرتفعة من الحوض وعلى طول المجرى الرئيسي لـ«واد محاصر»، في حين توجد المجالات غير المحمية بالمنطقة الوسطى والسفلى من الحوض، وبذلك يكون السطح أكثر عرضة لانجراف التربة. أهم ما يميز التركيبة الصخرية للحوض هو سيادة الصخور الهشة والمتوسطة الصلابة بنسبة الطينية والتوضعات الدقيقة، ودقة وردية والرصاص الأحمر. إضافة إلى ما سبق هناك العنصر البشري الذي يساهم في تسريع وتيرة التعرية والرفع من تدهور المجال من خلال الأنشطة التي يقوم بها السكان. كل هذه الظروف جعلت المجال يعرف دينامية قوية للتعرية المائية مع تباين أشكالها داخل الحوض.

وتتخذ انعكاسات التدهور أوجهاً متعددة، ويعرف المجال تدهوراً للبنية التحتية وارتفاع نسبة التوحد داخل سد سيدي إدريس. وجل أشكال التهيئة التي عرفها الحوض سواء تعلق الأمر بالتدخلات المحلية أو من طرف الدولة تبقى قاصرة أمام حجم الظاهرة. أمام هذا الوضع الذي بات يهدد السكان والأرض على حد سواء داخل حوض واد محاصر، ويجب التفكير في حلول بديلة تساهم في استيفاح الظاهرة وتطور التعرية المائية بالمنطقة.



شكل 4. فقدان التربة المحتملة بحوض «واد محاصر».

من خلال مقارنة هذه النتائج مع الدراسات السابقة التي تم التوصل إليها من طرف العديد من الباحثين حول انجراف التربة داخل مناطق مختلفة من التراب المغربي، يتضح أن متوسط فقدان التربة الذي بلغ 20 طنًا/هـ/ السنة داخل الحوض يتوافق مع النتائج المسجلة بباقي الأحواض. وبين هذا الأمر خطورة الظاهرة داخل الحوض، فحسب دراسة أجريت من طرف Cheggour<sup>14</sup> حول قياس انجراف التربة بالحوض المائي لغيغاية بالأطلس الكبير، فقد سجلت قيمة فقدان التربة 20.57 طن/هـ/السنة، أما بالأطلس المتوسط فقد حددت في 32.07 طن/هـ/السنة،<sup>15</sup> كما بلغت بالريف الغربي 37.77 طن/هـ/السنة.<sup>16</sup>

توضح الأرقام التي تم التوصل إليها من خلال تطبيق المعادلة العالمية لفقدان التربة شدة التعرية داخل حوض "واد محاصر"، حيث أصبحت هذه الأخيرة تهدد مناطق واسعة داخل الحوض، خاصة مناطق غراسة أشجار الزيتون ومجالات الزراعات السنوية. وتطور هذه الأشكال وعدم التدخل للحد من خطورتها أدى إلى تدهور لا رجعي؛ فأصبح استغلال هذه المجالات مستحيلًا، ومن الصعب جدًا التدخل لاستصلاحها.

## 4- التوصيات

بهدف المحافظة على البيئة ونشر الوعي بخطورة التعرية المائية، علينا اقتراح بعض الحلول التي تسير مع نفس توجهات التقدم والتطور العلمي، وفي نفس





صورة 2. تدهور الشبكة الطرقية بسبب انجراف التربة



صورة 1. انجراف التربة بالسفوح المطلة على مركز تزكي



صورة 4. نشاط مختلف أشكال التعرية بعالية الحوض



صورة 3. نشاط الأساحل بالقرب من المركز الحضري دمنات

## المراجع

1. Elaloui A, Khalki EM, Namous M, Ziadi K, Eloudi H, Faouzi E, et al. Soil erosion under future climate change scenarios in a semi-arid region. *Water*. 2022;15(1):146. Published online 2023.
2. FAO. La gestion durable des sols: clé pour la sécurité alimentaire et la nutrition en Afrique Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture; Published online 1990. <http://www.fao.org/africa/resources/nature-faune/fr/> [Accessed 14th July 2021].
3. Ali F. Qualitative and quantitative assessment of soil erosion in the central countryside of the Aknol Basin as a model. Publications of the Tetouan Asmir Association; 2010: p. 183.
4. Lahlou A. Envasement des barrages au Maroc. Wallada; 1994.
5. Sabahi M. Water erosion and muddy dams in Morocco, In: Ecosystems and Prediction- Comparisons and Samples, Fez, Morocco. University of Sidi Mohamed Ben Abdellah. Faculty of Arts and Humanities; 2013. p. 229-242. <https://search.mandumah.com/Record/594359>
- صباحي، محمد. التعرية المائية وتوحد السدود بالمغرب : جهة طنجة ، تطوان كنموذج. أعمال الندوة : المنظومات البيئية والتنبؤ : مقاربات ونماذج، فاس: جامعة سيدي محمد بن عبدالله، كلية الآداب و العلوم الانسانية، مختبر الدراسات الجيوبئية و التهئية، 2022-2023.
6. Ahmed M. The urban landscape of the city of Demnat: Components, challenges, and development stakes. Research to obtain a master's degree from the Faculty of Arts and Human Sciences, Beni Mellal; 2011. p. 157.
7. Rashida N. River basins in Morocco and the problem of preparation. Publications of the Faculty of Arts and Human Sciences, Hassan II University of Mohammedia – Seminar Series No. 15; 1998. p. 204.
8. Mohammad R. The current dynamics of the forest area and foothills in the Middle High Atlas, the case of the Taklaft Basin (a study employing geographic information systems and remote sensing). Doctoral Thesis. Faculty of Arts and Human.
9. Wischmeier WH, Smith DD. Predicting rainfall erosion losses: A guide to conservation planning. Department of Agriculture, Science and Education Administration; 1978.
10. Sheikh AH, Palria S, Alam A. Integration of GIS and universal soil loss equation (USLE) for soil loss estimation in a Himalayan watershed. *Recent Research in Science and Technology*. 2011;3(3):51–57.
11. Manrique LA. Land erodibility assessment methodology (LEAM): Using soil survey data based on soil taxonomy. Editorial and Publication Shop; 1988.

12. Orellana JA, Velasquez S, Williams DW, Saez JC, Berman JW, Eugenin EA. Pannexin1 hemichannels are critical for HIV infection of human primary CD4+ T lymphocytes. *Journal of Leukocyte Biology*. 2013;94(3):399–407.
13. Mohamed A. Contribution to the quantitative assessment of water erosion in the eastern countryside (Oued Atolata basin model). Dissertation for a doctoral degree in geography. Sidi Mohammed Ben Abdellah University; 2009. p. 210.
14. Cheggour A. Mesures de l'érosion hydrique à différentes échelles spatiales dans un bassin versant montagneux semi-aride et spatialisation par des S.I.G. Application au bassin versant de la Rhéraya, Haut Atlas M ; Published online 2008. p. 231.
15. El Jazouli A, Barakat A, Ghafiri A, El Moutaki S, Ettaqy A, Khellouk R. Soil erosion modeled with USLE, GIS, and remote sensing: A case study of Ikkour watershed in Middle Atlas (Morocco). *Geoscience Letters*. 2017;4(1):1–12. doi:10.1186/S40562-017-0091-6.
16. Ouallali A, Moukhchane M, Aassoumi H, Berrad F, Dakir I. Evaluation and mapping of water erosion rates in the watershed of the Arbaa Ayacha River (Western Rif, Northern Morocco). *Bulletin de l'Institut Scientifique, Rabat, Section Sciences de la Terre*. 2016;38:65–79.





IPPNW

