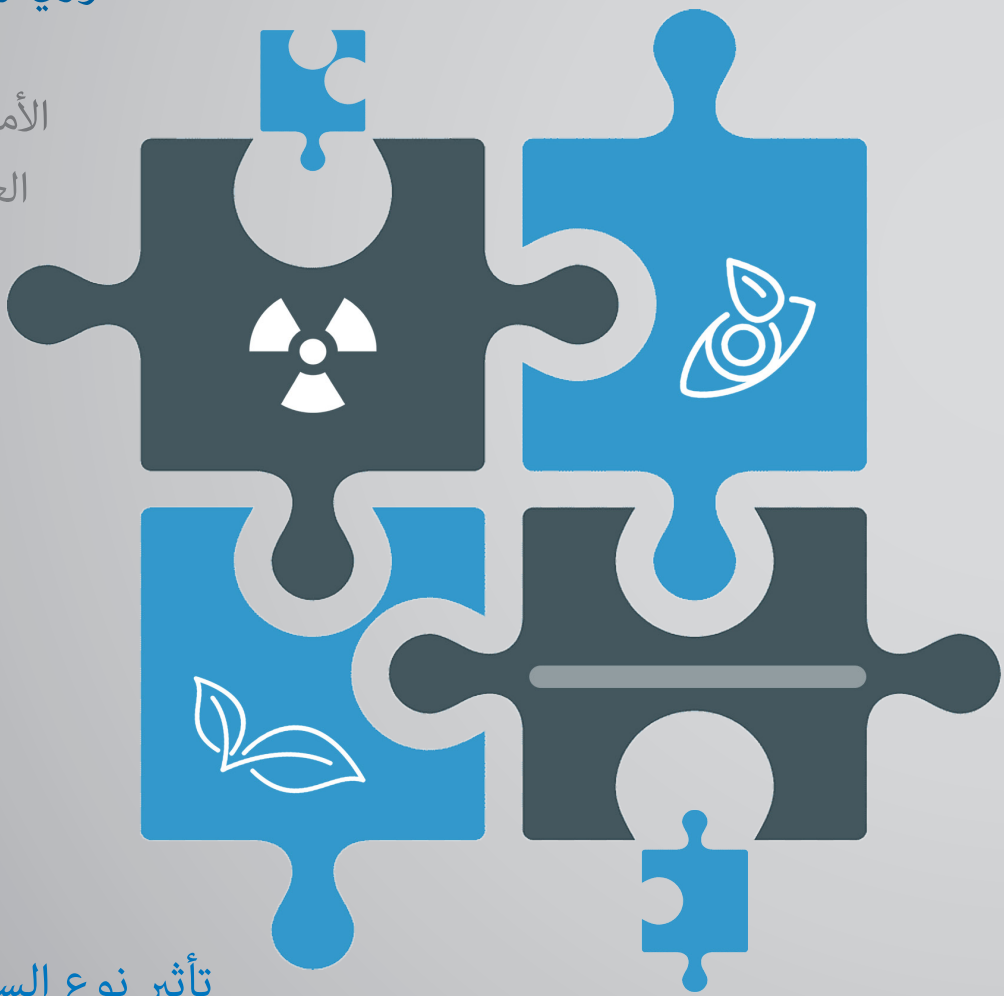
المجلة العربية للبحث العلمي
Arabian Journal of Scientific Research

Vol 4 issue 1 2023

استخدام التقنيات الذكية في تطوير كواشف الأمان النووي وقواعد الوقاية الإشعاعية

الأمراض النّفسيّة في التّراث الطّبّيّ العربيّ الإسلاميّ (العصر العبَّاسي نموذجًا)



تأثير نوع السماد الآزوتي في نمو وإنتاجية صنفين من الذرة الصفراء مزروعين في تربة كلسية

منظمة المجتمع العلمي العربي
Arab Scientific Community Organization

المجلة العربية للبحث العلمي
Arabian Journal of Scientific Research

الفهرس

ورقة بحثية

01 **تأثيرات مضاد الهستامين الدايفنهايدرامين في السمّية الحادة لمبيدات الحشرات الفوسفورية العضوية والكارباميتية لمختلف الدراسات على الحيوانات: تحليل ميتا**

فؤاد قاسم محمد ، عمار أحمد محمد ، حسين محمد رشيد ، هشيار محمد صالح

ورقة بحثية

14 **تأثير الرش بالسكريات الكحولية والبورون في بعض مؤشرات النمو والإزهار والإنتاج لنبات الفراوله (*Fragaria x ananassa Duch*) صنف أوزوغراند (Oso grande)**

ماهر ياسين حسن ، ريما رياض مصا

ورقة بحثية

22 **دراسة مستشفوية حول مستوى انتشار اضطراب طيف التوحد في ليبيا – ماذا يمكننا أن نفعل لمجابهة هذا الاضطراب؟؟**

عادل محمد زقلام ، أمينة الجيلاني ماعونه ، نجاح الصادق وهرة

ورقة بحثية

29 **تأثير نوع السماد الآزوتي في نمو وإنتاجية صنفين من الذرة الصفراء مزروعين في تربة كلسية**

عيسى نور الدين كبيبو ، نديم أحمد خليل ، مازن جمعة أشرم ، شفيقة وفيق مخيص

المجلة العربية للبحث العلمي
Arabian Journal of Scientific Research

الفهرس

37
ورقة بحثية
حساب كثافة الذرات غير المستقرة في محاكاة التفريغ الومضي في التيار المستمر لغاز الكريبتون
عبد العزيز بوشيخي

45
ورقة بحثية
استخدام التقنيات الذكية في تطوير كواشف الأمان النووي وقواعد الوقاية الإشعاعية
جمال الشوفي

53
ورقة بحثية
مياه العيون في إقليم شيشاوة في المغرب بين الوفرة والنضوب: دراسة في العوامل والنتائج
أحمد بوحامد ، خالد الحاضري

62
ورقة بحثية
الأمراض النّفسيّة في التّراث الطّبّيّ العربيّ الإسلاميّ (العصر العبّاسي نموذجًا)
مَها عبد القادر زكريّا[1]*

المجلة العربية للبحث العلمي
Arabian Journal of Scientific Research

https://doi.org/10.5339/ajsr.2023.1
المجلة العربية للبحث العلمي، 2023، 1 من 13

ورقة بحثية

تأثيرات مضاد الهستامين الدايفنهايدرامين في السمّية الحادة لمبيدات الحشرات الفوسفورية العضوية والكاربامية لمختلف الدراسات على الحيوانات: تحليل ميتا

فؤاد قاسم محمد[1*]، عمار أحمد محمد[2]، حسين محمد رشيد[2]، هشيار محمد صالح[2]

[1] كلية الطب البيطري، جامعة الموصل، الموصل، العراق
[2] كلية الصيدلة، جامعة دهوك، دهوك، إقليم كردستان العراق، العراق
Email: fouadmohammad@yahoo.com *

الملخص

لمضاد الهستامين1- الدايفنهايدرامين صفات مواجهة المستقبلات الكولينية المسكرينية، مما يؤهله لأن يعمل مضاداً لتأثيرات مبيدات الحشرات الفوسفورية العضوية والكاربامية المثبّطة لإنزيم الكولين إستيريز في الإنسان والحيوان. وفي ضوء المنشورات العلمية العديدة التي تُبين الفائدة النوعية للدايفنهايدرامين في علاج التسمم بهذه المبيدات، مع بعض الاختلاف في فاعلية الدواء الترياقي أو العلاجي، تهدف هذه المراجعة إلى حصر الدراسات التي تناولت تأثيرات الدايفنهايدرامين في السمّية الحادة للمبيدات، وعرض تحليل ميتا لبيان الدلالة الإحصائية من هذا الدواء الذي يُحسب مضاداً نوعياً إضافياً مع الترياق الأساس الأتروبين. استخدمنا طريقة بريسما بحسب عناصر التقارير المفضلة للمراجعات المنهجية، وتحليل ميتا لمؤشرات التسمم بالمبيدات الحشرية في الحيوانات التي شملت على حدوث الموت وعلامات التسمم ومرتبة التسمم. وجرى حصر الدراسات وبياناتها من قواعد المعلومات التي تُفهرِس المنشورات العلمية، فضلاً عن الفحص اليدوي للمنشورات من الجامعات. وفي تحليل ميتا، استخدمنا برنامج محلل ميتا الحر لمجموعتين، والذي شمل رسم الغابة وحجم التأثير وهو الخطورة النسبية، وتحليل التباين، فضلاً عن تحليل حجب مجموعة واحدة. كما طبَّقنا برنامج (Meta-Essentials) لرسم مخطط القمع الذي يشمل حجم التأثير والخطأ القياسي، واختبار إيغر لتقييم أيّ تحيز نشر ذي دلالة إحصائية، مع تحليل التقليم والملء للدراسات المفقودة. بلغ عدد الدراسات المختارة 13، واحتوت على 16 تقريراً مختلفاً لمؤشرات التسمم بالمبيدات وتأثير الدايفنهايدرامين فيها. وأظهرت نتائج تحليل ميتا لكل مؤشر من مؤشرات التسمم أن الدايفنهايدرامين قلّل معنوياً من الخطورة النسبية للمبيدات الفوسفورية العضوية أو الكاربامية، حيث بلغت هذه النسبة مع 95% فاصل الثقة 0.375 (0.261، 0.54) لموت الحيوانات، و0.399 (0.283، 0.563) لعلامات التسمم، و0.466 (0.363، 0.597) لمرتبة التسمم. وتباينت النسب المئوية لأوزان التقارير الواردة في الدراسات ما بين 1.713 و20.245% لتحليل الموت، وبين 1.612 و23.062% لعلامات التسمم، وبين 4.566 و13% لمرتبة التسمم. وبيَّن تحليل حجب مجموعة واحدة عدم تأثر حجم التأثير لمؤشرات التسمم، إذ كانت القيم قريبة من حجم التأثير عند حذف قيمة أيّ تقرير من تقارير الدراسات المشمولة في التحليل. وقد ظهر اختلاف معنوي ذو دلالة إحصائية في تحليل التباين لبيانات مرتبة التسمم، في حين لم يكن التباين معنوياً لبيانات الموت وعلامات التسمم. وفي مخطط القمع، ظهر تحيّز النشر وبيَّن تحليل التقليم والملء احتمال وجود دراسات مفقودة. نستنتج من هذه المراجعة وتحليل ميتا أن للدايفنهايدرامين خاصية مضادة للتسمم بالمبيدات الحشرية المثبّطة لإنزيم الكولين إستيريز والتقليل من خطورتها النسبية ضمن مؤشرات التسمم، مع التأكيد أنه ليس بديلاً من الترياق الأساس الأتروبين.

الكلمات المفتاحية: مضاد الهستامين، الأستيل كولين إستيريز، مبيد حشري، ترياق، مبيدات فوسفورية عضوية، مبيدات كاربامية، سمّية.

Received 09 July 2022; accepted 05 January 2023; published 30 April 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: Mohammad FK, Mohammed AA, Rashid HM, Salish HM. Effects of the antihistamine diphenhydramine on the acute toxicity of organophosphate and carbamate pesticides in different studies on animals: a meta-analysis. Arabian Journal of Scientific Research 2023:1.1. https://doi.org/10.5339/ajsr.2023.1

Title:

Effects of the antihistamine diphenhydramine on the acute toxicity of organophosphate and carbamate pesticides in different studies on animals: a meta-analysis

Fouad K. Mohammad[1*], Ammar A. Mohammed[2], Hussein M. Rashid[2], Hishyar M. Salih[2]

[1] College of Veterinary Medicine, University of Mosul, Iraq

[2] College of Pharmacy, University of Duhok, Duhok, Kurdistan Region, Iraq

Abstract

The H1-antihistamine diphenhydramine possesses antimuscarinic-cholinoceptors properties which enable it to act against cholinesterase inhibiting organophosphate and carbamate pesticides in humans and animals. Several reports on the use of diphenhydramine, in spite of some variations in its antidotal or therapeutic efficacy, specify beneficial effects of the drug in treating poisoning induced by these pesticides. Therefore, the purpose of the present review was to identify studies that encompass effects of diphenhydramine on the acute toxicity of pesticides with meta-analysis to demonstrate statistically the benefit of the drug which is considered as an additional antidote besides the standard one atropine. We used PRISMA and meta-analysis on the toxicity indices of pesticides in animals which were the occurrence of death, signs of poisoning and toxicity score. The studies were identified and then included in the review after searching data bases in addition to manual search of publications at the universities' libraries. Two-group meta-analysis was conducted using software tools. Open-Meta Analyst was used for the forest plot, effect size of the relative risk, heterogeneity test and leave-one-group assessment, whereas Meta-Essentials Version 1.5 was used for the funnel plot that included effect size and standard error, with Egger's test for the statistical publication bias and trim-and-fill analysis for missing points. Studies selected for analysis were 13, which comprised 16 reports on the effects of diphenhydramine on toxicity indices of the pesticides. Diphenhydramine statistically significantly reduced the relative risks of the organophosphate and carbamate pesticides, which were with their 95% confidence intervals: 0.375 (0.261, 0.54) for animal death, 0.399 (0.283, 0.563) for the signs of poisoning and 0.466 (0.363, 0.597) for the toxicity score. The % weight of the reports varied between 1.713% to 20.245% for death analysis, 1.612% to 23.062% for signs of poisoning and 4.566% to 13% for the toxicity score. The leave-one-group assessment of the reports indicated the effect size was not affected, as the values were close to the original one. A significant statistical heterogeneity was found related to the data of toxicity score but not related to the death and signs of poisoning data. Publication bias was identified by the funnel plot and the trim-and-fill assessment identified the missing points. We conclude from the present review and meta-analysis that diphenhydramine characteristically possesses effects against poisoning with cholinesterase inhibiting pesticides with a reduction of their relative risks within the toxicity indices. It is stressed that diphenhydramine should not be considered a substitute for the standard antidote atropine.

Keywords: antihistamine, acetylcholinesterase, insecticide, antidote, organophosphate, carbamate, toxicity

1- المقدمة

تُستخدم المبيدات الحشرات الفوسفورية العضوية والكاربامية للتخلص من الحشرات الضارة في البشر والحيوانات والنباتات.[1-6] وتُعد هذه المبيدات من أهم السموم المؤثّرة في الصحة العامة وصحة الحيوانات الحقلية والأليفة عند التعرض لها عن طريق الجلد والاستنشاق والفم، وغيرها من الطرائق.[2, 6-9] وتتميز المبيدات الفوسفورية العضوية بكونها مشتقات حمض الفوسفوريك (Phosphoric acid) أو حمض الثيوفوسفوريك (Thiophosphoric acid)، في حين أن المبيدات الكاربامية مشتقة من حمض الكاربامك (Carbamic acid)،[4,7] إلا أن لهذه المبيدات قاسمًا مشتركًا في آلية التسمم؛ وذلك بتثبيط نشاط إنزيم الكولين إستيريز على نحو رئيسي في الجهازين العصبي المركزي والمحيطي، وفي مواقع الاتصالات العصبية - العضلية، مع فارق في نوعية التثبيط الذي يكون غيرَ عكوسي بالمبيدات الفوسفورية العضوية، وعكوسياً بالمبيدات الكاربامية.[7, 8, 10] ونتيجة لهذا التثبيط وحجب عمل إنزيم الكولين إستيريز، يتجمع الناقل العصبي الأستيل كولين في المواقع المذكورة مسبباً تسمماً حاداً، اعتماداً على نوعية التعرض وكمية المبيد، وظهور جملة من أعراض التسمم وعلاماته التي توصف بعلامات تسمم مسكرينية وأخرى نيكوتينية، وتأثيرات تسمم في مستوى الجهاز العصبي المركزي.[7, 8, 10-12] فضلاً عن ذلك، تُسبب بعض المركبات الفوسفورية العضوية أعراض تسمم من النوع المتأخر في الظهور.[11, 12]

توجد مضادات عديدة لمعالجة التسمم الحاد بالمبيدات الفوسفورية العضوية والكاربامية، ومن أهمها الترياق الأساس الأتروبين (Atropine) الذي يعالج العلامات المسكرينية للتسمم لكونه كابحاً للمستقبلات المسكرينية.[8, 11-14] ومن هذا المنطلق، وُجد أن لمضاد الهستامين الدايفنهايدرامين (Diphenhydramine) فوائد جمّة لعلاج حالات تسمم حاد بهذه المبيدات في الإنسان أو الحيوان على حدٍ سواء.[14-16] ويتميز الدايفنهايدرامين بكونه كابحاً للمستقبلات الهستامينية-ه1 (H1) في مختلف أجهزة الجسم والجهاز العصبي المركزي، كما أن لديه صفات مضادة لتأثيرات المبيدات المسكرينية والنيكوتينية.[17,18] وقد بدأ التعرف على تأثيرات الدايفنهايدرامين ضد سمّية المبيدات في بعض المنشورات العلمية في الإنسان[19,20] والكلاب[21] بالدرجة الرئيسية. وقد أُجريت دراسات مخبرية عديدة في حيوانات التجارب لتحديد صفات الدايفنهايدرامين المضادة للتسمم الحاد بالمبيدات الفوسفورية العضوية والكاربامية. وشملت هذه الدراسات نماذج التسمم الحاد في أنواع عدة من حيوانات التجارب مثل الفئران[22-24] والجرذان[25-30] وأفراخ الدجاج.[31-33] وقد جاء في بعض مراجعات المصادر السردية فائدة الدايفنهايدرامين في علاج التسمم بالمبيدات، وكونه ترياقاً إضافياً.[14-16] ومؤخراً ظهر أيضاً الاعتماد على الدايفنهايدرامين في علاج التسمم الحاد بالمبيدات في الكلاب[34] والقطط[35] مع بعض التحفظ الذي نراه بخصوص الـتأثير المعنوي ذي الدلالة الإحصائية لنتيجة العلاج.[34, 35]

لهذه الأسباب، وفي ضوء المنشورات العلمية العديدة التي تُظهر الفائدة النوعية للدايفنهايدرامين في علاج التسمم بالمبيدات المثبّطة لإنزيم الكولين إستيريز، مع بعض الاختلاف الذي قد نلاحظه في فاعلية الدواء الترياقي أو حتى العلاجي، ارتأينا إجراء هذه المراجعة للدراسات التي تناولت حصراً تأثيرات الدايفنهايدرامين في السمّية الحادة لهذه المبيدات، وعرض تحليل

ميتا لبيان الدلالة الإحصائية من هذا الدواء الذي يُحسب مضاداً نوعياً إضافياً مع الأتروبين، وليس بديلاً منه[14-16] في علاج التسمم بالمبيدات الفوسفورية العضوية أو الكاربامية.

2- طريقة العمل واستخلاص البيانات

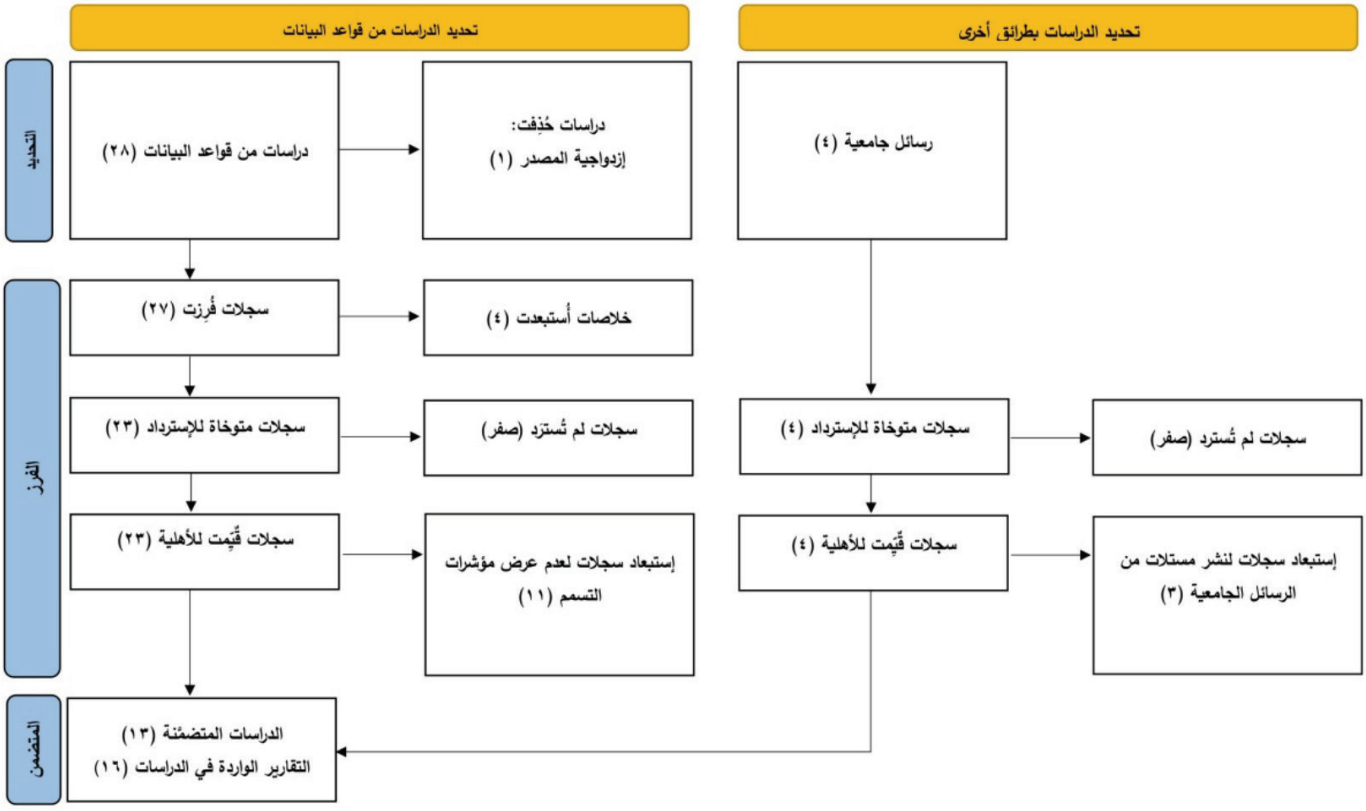
2-1 معايير أهلية الدراسات

بدأنا في البحث والتقصي من بداية يناير حتى نهاية يونيو 2022. وتركَّز البحث عن الدراسات وبياناتها على البحوث المنشورة في الدوريات وعلى الرسائل والأطروحات الجامعية المناقَشة والمقبولة في مجالات تأثيرات مضاد الهستامين الدايفنهايدرامين في سمّية مبيدات الحشرات الفوسفورية العضوية أو الكاربامية. وشمل البحث قواعد البيانات المذكورة في شبكة المعلومات الدولية التالية:

PubMed, Web of Science My Research Assistant, ScienceDirect (SCOPUS), Directory of Open Access Journals (DOAJ), Iraqi Academic Scientific Journals (IASJ), Google Scholar, Semantic Scholar

فضلاً عن ذلك، أجرينا بحثًا يدويًا عن البحوث والرسائل الجامعية التي لم تَظهر في قواعد البيانات السابقة، وهي على العموم محلية متوافرة في المكتبات الجامعية في العراق. واعتُمدت الدراسات بأيّ لغة كانت بدون أي قيدٍ.

استخدمنا المخطط البياني المدرج في شكل 1 بحسب عناصر التقارير المفضلة للمراجعات المنهجية وتحليل ميتا (بريسما) (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses, PRISMA).[36] وشارك المؤلفون جميعاً في اختيار الدراسات وفحص بياناتها. وأخذنا في الاعتبار في تحليل ميتا ثلاثة مؤشرات للتسمم، هي: أولاً، الموت (أو البقاء على قيد الحياة). ثانياً، التقليل من نسب حدوث علامات التسمم، حيث احتُسبت علامات التسمم التي قلَّت نسب حدوثها بالدايفنهايدرايمن معنوياً، أو منعها الدواء كلياً.[32، 33] ثالثاً، مرتبة التسمم التي تتضمن تخصيص مراتب للنسب المئوية لحدوث علامات التسمم والموت الناتج من المبيد، وذلك بإعطاء المرتبة 1 للنسب المئوية 1–25%، والمرتبة 2 للنسب 26-50%، والمرتبة 3 للنسب 51-75%، والمرتبة 4 للنسب 76-100%، وحاصل جمع هذه المراتب يعني مرتبة التسمم.[25، 33] وأخذنا في الحسبان مؤشرات التسمم بالمبيدات، إن وُجدت، لكل دراسة على حدة وبعد التطبيقات العلاجية أو الوقائية للدايفنهايدرامين التي كانت متوافقة مع قدرة الدواء الفضلى ضد التأثيرات السمّية الحادة للمبيدات الفوسفورية العضوية أو الكاربامية. وتم حساب المؤشرات السابقة أو تكملتها لبعض الدراسات قيد المراجعة والتي لم تذكرها في تقاريرها. واعتمدنا على المناقشة في حل أوجه التباين أو الاختلاف بين مؤلّفي هذه المراجعة. ويُبين جدول 1 الدراسات المؤشِرة لتأثيرات مضاد الهستامين الدايفنهايدرامين في سمّية المبيدات الفوسفورية العضوية أو الكاربامية في مختلف أنواع الحيوانات أو الإنسان، في حين نعرض في جدول 2 حيوانات التجارب (الفئران والجرذان وأفراخ الدجاج) أو الحيوانات الأليفة (الكلاب والقطط والدجاج) المتسممة بمبيدات فوسفورية عضوية أو كاربامية، ومؤشرات التسمم الثلاثة وتصنيفها بحسب الدراسات المنشورة لتدخّل تحليل ميتا.



شكل 1. مخطط بريسما لتحديد الدراسات عن تأثيرات الدايفنهايدرامين في سمية المبيدات الفسفورية العضوية أو الكاربامية في الحيوانات.

جدول 1: الدراسات المؤشِرة لتأثيرات مضاد الهستامين الدايفنهايدرامين في سمّية المبيدات الفوسفورية العضوية أو الكاربامايتية في الإنسان أو الحيوانات

النوع	نوع المبيد	رقم المصدر
كلب	فينثايون	21
إنسان	دايكلورفوس وبروبوكسور معاً	19
فأر	فناميفوس، دايكلورفوس	22
دجاج	فناميفوس	37
فأر	ديازينون، مثيداثايون، ملاثايون، فنيتروثايون	23
فأر	دايكلورفوس	38
فأر	دايكلورفوس	24
فأر	دايكلورفوس	39
جرذي	ميثوميل	25
إنسان	باراثايون	20
جرذي	دايكلورفوس	26
جرذي	دايكلورفوس	27

النوع	نوع المبيد	رقم المصدر
جرذي	دايكلورفوس	28
جرذي	فنثايون	29
فرخ دجاج	دايكلورفوس	31
جرذي	فنثايون	30
كلب	ألديكارب	40
كلب	ألديكارب	41
فرخ دجاج	دايكلورفوس	32
سمك	دايازينون	42
كلب	فوسفورية عضوية وكاربامايتية متعددة	34
قط	فوسفورية عضوية وكاربامايتية متعددة	35
إنسان	كاربارايل (في الزجاج)	43
فرخ دجاج	كاربارايل	33

جدول 2: تأثيرات الدايفنهايدرامين (د) في مؤشرات التسمم الناتجة من المبيدات الفوسفورية العضوية أو الكاربامايتية في الحيوانات

رمز التقرير الداخل في تحليل ميتا	حدوث الموت		خفض علامات التسمم		مرتبة التسمم	مرتبة التسمم الكلية	المبيد + د أو بدون علاج	نوع الحيوان	رقم المصدر
	+	-	+	-					
A	5	3	0	5	11	20	فيناميفوس + د	فأر	22
	10	0	5	0	20		فيناميفوس		
B	2	8	0	5	8		دايكلورفوس + د		
	10	0	5	0	20		دايكلورفوس		
C	0	1					فيناميفوس + د	دجاج	37
	2	0					فيناميفوس		
D	0	8	1	10	12	44	دايكلورفوس + د	فأر	24
	8	0	11	0	44		دايكلورفوس		
E	3	4	6	5	30		دايكلورفوس + د		
	7	0	11	0	44		دايكلورفوس		
F	0	5	6	4	29	40	ميثوميل + د	جرذي	25
	5	5	10	0	38		ميثوميل		
G	0	5					ميثوميل + د		
	5	0					ميثوميل		
H			3	7	4	40	دايكلورفوس + د	جرذي	26
			8	2	26		دايكلورفوس		
I	0	8					دايكلورفوس + د	جرذي	27
	8	0					دايكلورفوس		

J	0	8					دايكلورفوس + د	جرذي	28
	7	1					دايكلورفوس		
K	1	7	1	8	8	36	دايكلورفوس + د	فرخ دجاج	31
	8	0	9	0	34		دايكلورفوس		
L	2	6	1	8	13	36	دايكلورفوس + د	فرخ دجاج	32
	8	0	9	0	36		دايكلورفوس		
M	14	67					مبيد فوسفوري عضوي أو كاربامايتي + د	كلب	34
	3	17					مبيد فوسفوري عضوي أو كاربامايتي		
N	3	20					مبيد فوسفوري عضوي أو كاربامايتي + د	قط	35
	3	13					مبيد فوسفوري عضوي أو كاربامايتي		
O	4	6	4	5	25	36	كاربارايل + د	فرخ دجاج	33
	10	0	9	0	36		كاربارايل		
P	1	8	3	6	15	36	كاربارايل + د		
	8	0	9	0	33		كاربارايل		

2-2 تحليل ميتا والتحليلات الإحصائية المرافقة له

استخدمنا برنامج محلل ميتا الحر (http://www.cebm.brown.edu/openmeta/) لإجراء تحليل ميتا لمجموعتين، والذي شمل رسم الغابة لبيان حجم التأثير، الذي كان في هذه الحالة الخطورة النسبية أو نسبة الخطورة، مع 95% فاصل ثقة بمستوى احتمالية (P-value) أقل من 0.05، فضلاً عن تحليل حجب مجموعة واحدة.[44] كما طبّقنا برنامج (Meta-Essentials) (https://www.erim.eur.nl/research-support/meta-essentials/download/) لرسم مخطط القمع.[45]

2-3 التحليل الإحصائي للتباين

أُجري تحليلان إحصائيان لفحص أوجه التباين المعنوي بين نتائج الدراسات، وذلك بتطبيق اختبار كيو-كوكران (Cochran's Q test) الذي يهدف إلى فحص التباين المعنوي بين نتائج الدراسات على مستوى احتمالية أقل من 0.1، في حين أن الاختبار الإحصائي الثاني هو مربع آي (I^2 test) الذي يُشير إلى النسبة المئوية للاختلاف بين الدراسات التي قد تراوح بين صفر (لا يوجد تباين أو اختلاف) إلى 100% (تباين عالي النسبة).[46-48]

2-4 الفحص الإحصائي للتحيز في النشر

استخدمنا مخطط القمع الذي يشمل حجم التأثير والخطأ القياسي، واختبار إيغر (Egger's test) لتقييم وجود أيّ تحيّز نشر ذي دلالة إحصائية بمستوى احتمالية أقل من 0.05، في حين كان تحليل التقليم والملء (Trim and fill analysis) لغرض تعديل أيّ احتمالية لدراسات مفقودة.[48,49]

3- النتائج

3-1 مخطط بريسما والدراسات المختارة

يُظهر شكل 1 المخطط الانسيابي بريسما لاختيار الدراسات في تحليل ميتا التي تضمنت مؤشرات التسمم بالمبيدات الفوسفورية العضوية والكاربامايتية تحت تأثير الدايفنهايدرامين. وكانت المؤشرات: التقليل من نسب حدوث الموت، وعلامات التسمم، ومرتبة التسمم في حيوانات التجارب أو في حالات الحيوانات المتسممة والمعروضة للفحص السريري البيطري. وبلغ عدد هذه الدراسات المُتضَمَّنة 13، والتي احتوت على 16 تقريراً لمؤشرات التسمم بالمبيدات وتأثيرات الدايفنهايدرامين فيها، مع العرض بأن بعض الدراسات احتوت على أكثر من تقرير أو تجربة لبيان تأثيرات الدايفنهايدرامين في سمّية المبيدات.

وفي هذا النطاق، يُظهر جدول 1 الدراسات، وعددها 24 دراسة، التي ذكرت التأثيرات المضادة أو الوقائية أو المفيدة منها للدايفنهايدرامين في السمّية الحادة للمبيدات الفوسفورية العضوية (فينثايون، فناميفوس، دايكلورفوس، ديازينون، مثيداثايون، ملاثايون، فنيتروثايون، باراثايون، فنثايون) أو الكاربامايتية (بروبوكسور، ميثوميل، ألديكارب، كاربارايل)، مع العلم أن بعض الدراسات لم تذكر تفاصيل وأسماء المبيدات المسمِمة، كما هو الحال في العلاج السريري للقطط والكلاب.[34، 35] ويعرض جدول 2 بيانات مؤشرات التسمم التي حُسبت للتقارير الداخلة في تحليل ميتا، والتي كان عددها 16 تقريراً. ويبيّن جدول 3 فوائد الدايفنهايدرامين المسجلة في مواجهة سمّية المبيدات الحادة في الإنسان والحيوانات المختلفة، والتي لم تدخل في تحليل ميتا لطبيعة بياناتها التي لم تشمل مؤشرات التسمم المذكورة على نحو قابل للتحليل. وقد نُشرت الدراسات الواردة في هذه المراجعة في الفترة 1984-2022 جدول 1.

جدول 3: تأثيرات مضاد الهستامين الدايفنهايدرامين في سمّية المبيدات الفوسفورية العضوية والكاربامايتية في الدراسات التي لم تُشمل في تحليل ميتا

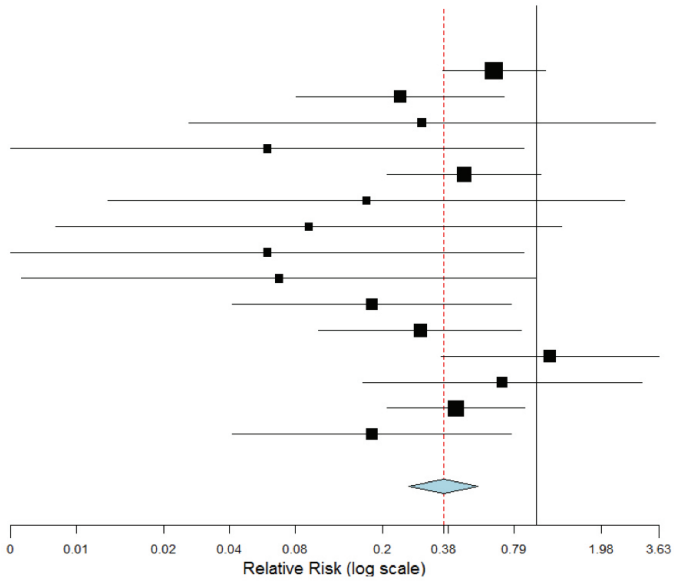
النوع	نوع المبيد	تأثير الدايفنهايدرامين	رقم المصدر
كلب	فينثايون	تصحيح خلل كهربائية الاتصال العصبي - العضلي	21
إنسان	دايكلورفوس وبروبوكسور معاً	تصحيح خلل التوتر العضلي	19
فأر	ديازينون، مثيداثايون، ملاثايون، فنيتروثايون	زيادة الجرعات المميتة الوسطية للمبيدات	23
فأر	دايكلورفوس	عدم وجود تداخل سمّي في مستوى نشاط إنزيم الكولين إستيريز في كريات الدم الحمراء والدماغ	38
فأر	دايكلورفوس	زيادة الجرعة المميتة الوسطية للمبيد	24
فأر	دايكلورفوس	التقليل من زيادة حركة المعي الدقيق	39
جرذي	ميثوميل	زيادة الجرعة المميتة الوسطية للمبيد	25
إنسان	باراثايون	علاج التسمم والتوتر العضلي الناتج من الصَمَل خارِج الهرمي	20
جرذي	فنثايون	تقليل أذى البنكرياس	29
فرخ دجاج	دايكلورفوس، ديازينون، كلوربايريفوس، مثيداثايون	زيادة الجرعات المميتة الوسطية للمبيدات	31
جرذي	فينثايون	تقليل أذى القلب	30
كلب	ألديكارب	علاج للتسمم	40
كلب	ألديكارب	علاج إضافي للتسمم	41
فرخ دجاج	دايكلورفوس	زيادة الجرعة المميتة الوسطية للمبيد	32
سمك	دايازينون	حماية التسمم الحاد والتقليل من الهلاكات	42
إنسان	كاربايريل (في الزجاج)	حماية جزئية من تثبيط إنزيم الكولين إستيريز في بلازما الدم وكريات الدم الحمراء	43
فرخ دجاج	كاربايريل	زيادة الجرعة المميتة الوسطية للمبيد	33

2-3 تحليل ميتا

أظهرت نتائج تحليل ميتا لكل مؤشر من مؤشرات التسمم المحسوبة من الدراسات (جدول 1) والمعروضة خلاصتها في جدول 4 أن الدايفنهايدرامين قلل معنويًا بدلالة إحصائية (بمستوى احتمالية أقل من 0.001) من حجم التأثير وهو الخطورة النسبية للمبيدات الفوسفورية العضوية أو الكاربامايتية (شكل 2)، حيث بلغت هذه النسبة مع 95% فاصل ثقة 0.375 (0.261، 0.54) لموت الحيوانات، و0.399 (0.283، 0.563) لعلامات التسمم، و0.466 (0.363، 0.597) لمرتبة التسمم. وتباينت النسب المئوية لأوزان التقارير الواردة في الدراسات ما بين 1.713 و20.245% لتحليل الموت، وبين 1.612 و23.062% لعلامات التسمم، وبين 4.566 و13% لمرتبة التسمم (شكل 2، جدول 4).

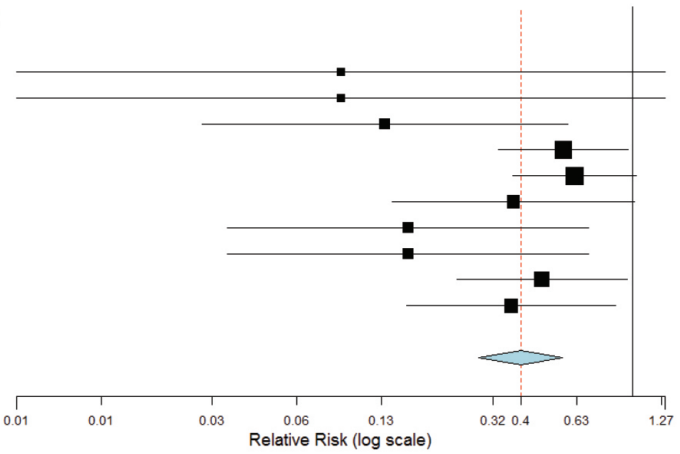
الموت

Studies	Estimate (95% C.I.)	Ev/Trt	Ev/Ctrl
A	0.640 (0.374, 1.095)	5/8	10/10
B	0.238 (0.079, 0.713)	2/10	10/10
C	0.300 (0.026, 3.488)	0/1	2/2
D	0.059 (0.004, 0.874)	0/8	8/8
E	0.467 (0.208, 1.045)	3/7	7/7
F	0.167 (0.011, 2.527)	0/5	5/10
G	0.091 (0.006, 1.306)	0/5	5/5
I	0.059 (0.004, 0.874)	0/8	8/8
J	0.067 (0.004, 1.001)	0/8	7/8
K	0.176 (0.041, 0.767)	1/8	8/8
L	0.294 (0.101, 0.853)	2/8	8/8
M	1.152 (0.366, 3.628)	14/81	3/20
N	0.696 (0.160, 3.018)	3/23	3/16
O	0.429 (0.208, 0.882)	4/10	10/10
P	0.176 (0.041, 0.767)	1/8	8/8
Overall (I^2=20.58 % , P=0.224)	**0.375 (0.261, 0.540)**	**35/198**	**102/138**



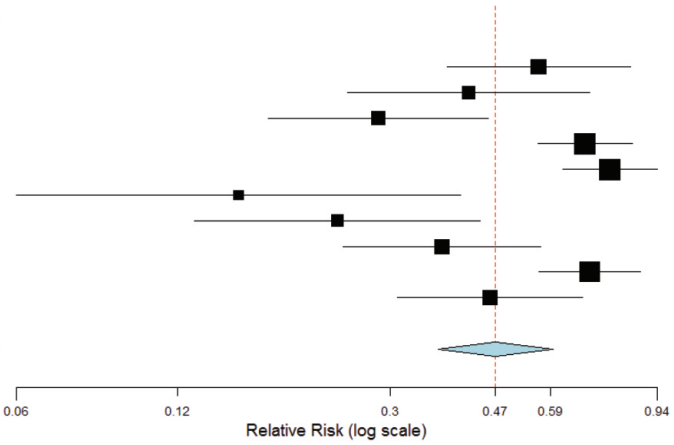
علامات التسمم

Studies	Estimate (95% C.I.)	Ev/Trt	Ev/Ctrl
A	0.091 (0.006, 1.306)	0/5	5/5
B	0.091 (0.006, 1.306)	0/5	5/5
D	0.130 (0.029, 0.585)	1/11	11/11
E	0.565 (0.331, 0.964)	6/11	11/11
F	0.619 (0.372, 1.029)	6/10	10/10
H	0.375 (0.138, 1.015)	3/10	8/10
K	0.158 (0.036, 0.695)	1/9	9/9
L	0.158 (0.036, 0.695)	1/9	9/9
O	0.474 (0.235, 0.954)	4/9	9/9
P	0.368 (0.156, 0.868)	3/9	9/9
Overall (I^2=23.52 % , P=0.227)	**0.399 (0.283, 0.563)**	**25/88**	**86/88**



مرتبة التسمم

Studies	Estimate (95% C.I.)	Ev/Trt	Ev/Ctrl
A	0.561 (0.378, 0.832)	11/20	20/20
B	0.415 (0.246, 0.699)	8/20	20/20
D	0.281 (0.175, 0.450)	12/44	44/44
E	0.685 (0.559, 0.840)	30/44	44/44
F	0.763 (0.623, 0.936)	29/40	38/40
H	0.154 (0.059, 0.401)	4/40	26/40
K	0.235 (0.127, 0.436)	8/36	34/36
L	0.370 (0.241, 0.567)	13/36	36/36
O	0.699 (0.561, 0.870)	25/36	36/36
P	0.455 (0.305, 0.677)	15/36	33/36
Overall (I^2=79.61 % , P< 0.001)	**0.466 (0.363, 0.597)**	**155/352**	**331/352**



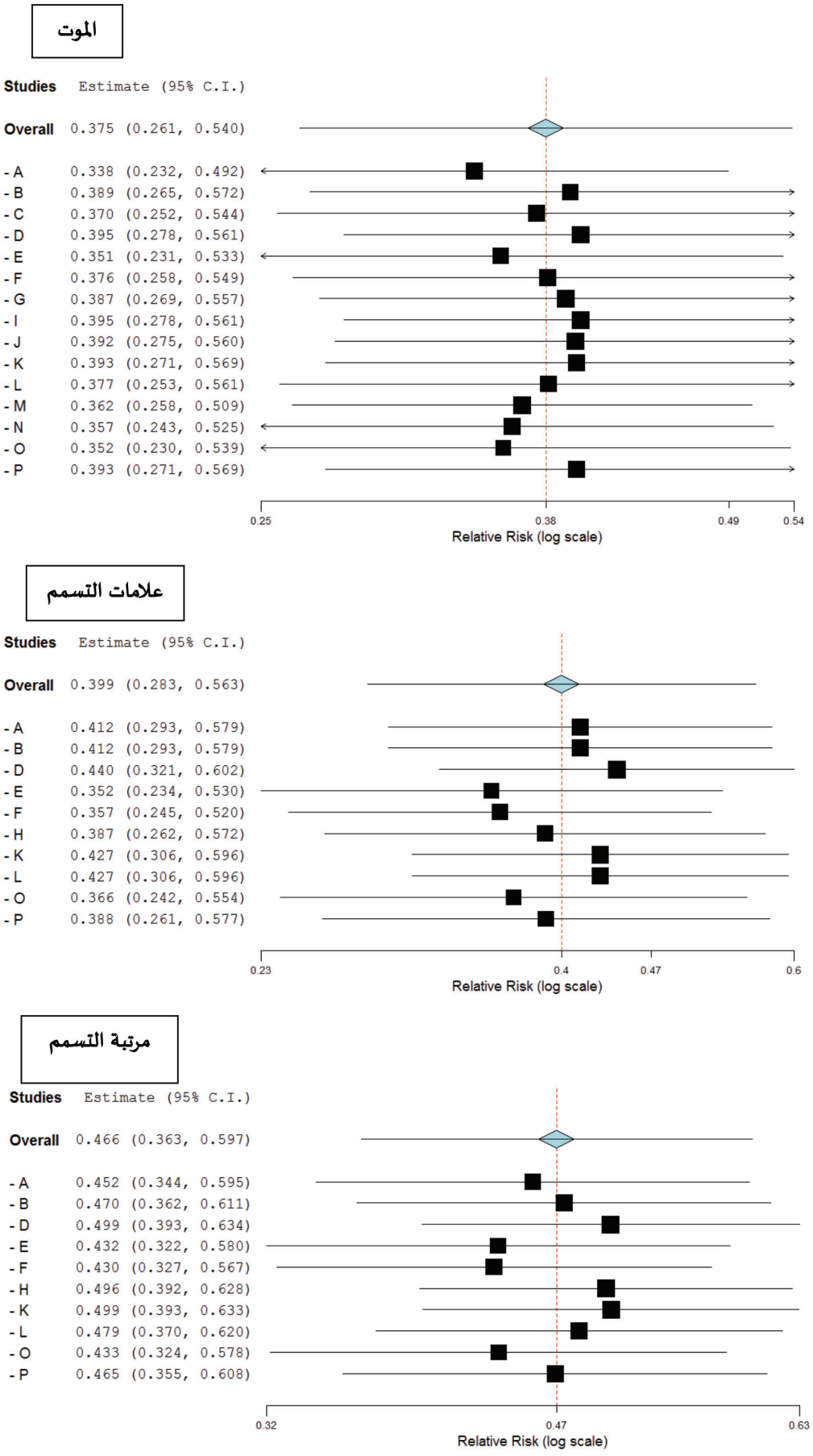
شكل 2. مخطط رسم الغابة لتأثيرات الدايفنهايدرامين في الخطورة النسبية للمبيدات الفسفورية العضوية أو الكاربامیتية في أنواع مختلفة من الحيوانات

جدول 4: خلاصة نتائج تحليل ميتا العشوائي لتأثيرات الدايفنهايدرامين في مؤشرات التسمم بالمبيدات الفوسفورية العضوية أو الكاربامية في الحيوانات

المتغير	الموت	علامات التسمم	مرتبة التسمم
رسم الغابة			
حجم التأثير (الخطورة النسبية)	0.375	0.399	0.466
95% فاصل الثقة	0.261، 0.540	0.283، 0.563	0.363، 0.597
مستوى الاحتمالية	0.001	0.001	0.001
أقل وزن للتقرير	(F) %1.713	(A, B) %1.612	(H) %4.566
أعلى وزن للتقرير	(A) %20.245	(F) %23.062	(F) %13
تحليل التباين			
Tau^2	0.096	0.67	0.112
Q درجة الحرية 14	17.627	11.767	44.15
احتمالية التباين	0.224	0.227	0.001
مربع آي (I^2)	%20.578	%23.517	%79.615
تحليل حجب مجموعة واحدة			
أقل قيمة	(A) 0.338	(E) 0.352	(F) 0.43
95% فاصل الثقة	0.232، 0.492	0.234، 0.530	0.327، 0.567
أعلى قيمة	(D, I) 0.395	(D) 0.440	(D, K) 0.499
95% فاصل الثقة	0.278، 0.561	0.321، 0.602	0.393، (D) 0.634 0.393، (K) 0.633
مخطط القمع، اختبار إيغر (Egger)			
اختبار (t)	-3.73	-8.51	-6.06
مستوى الاحتمالية	0.009	000	000
عدد النقاط المفقودة المحسوبة	6 على اليمين	7 على اليمين	4 على اليمين

3-3 تحليل حجب مجموعة واحدة ضمن رسم الغابة

بيَّن تحليل حجب مجموعة واحدة ضمن رسم الغابة عدمَ تأثر حجم التأثير لمؤشرات التسمم، إذ كانت القيم قريبة منه عند حذف قيمة أيّ تقرير من تقارير الدراسات المشمولة في التحليل (شكل 3، جدول 4). ولم يؤثّر الحجب كثيراً في قيم الخطورة النسبية التي بلغت ما بين (0.338 و0.395) للموت، و(0.352 و0.44) لعلامات التسمم، و(0.43 و0.499) لمرتبة التسمم التي كانت معنوية وذات دلالة إحصائية (شكل 3).



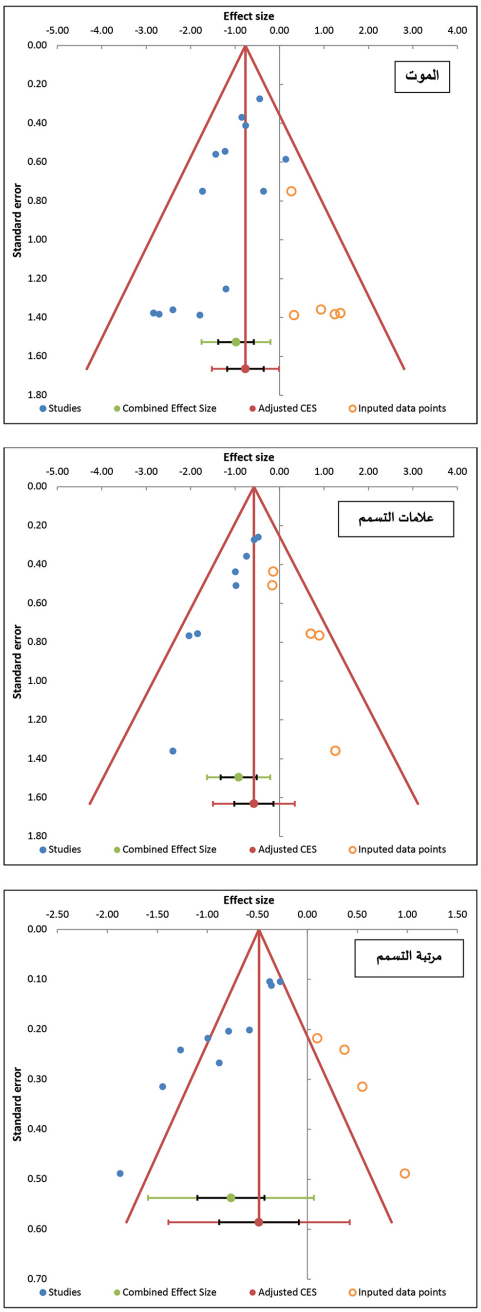
شكل 3: مخطط رسم الغابة عند حجب مجموعة واحدة كل على حدة، وتأثير ذلك على الخطورة النسبية للمبيدات الفسفورية العضوية أو الكاربامیتية في أنواع مختلفة من الحيوانات

4-3 تحليل التباين

ظهر تباين معنوي ذو دلالة إحصائية (بمستوى احتمالية أقل من 0.001) ضمن اختبارات التباين لبيانات مرتبة التسمم، وكانت قيمة مربع آي 79.615%، في حين لم يكن التباين معنوياً لبيانات الموت وعلامات التسمم (جدول 4).

5-3 مخطط القمع

لتقييم وجود أيّ تحيز نشر ذي دلالة إحصائية، أظهر مخطط القمع (شكل 4) احتمالية هذا التحيز الذي كان معنوياً ذا دلالة إحصائية (جدول 4)، في حين بيَّن تحليل التقليم والملء احتمال وجود دراسات مفقودة، وقد ظهرت في مخططات القمع نقاطها المحتملة التي بلغت 6 و7 و4 لكل مؤشر من مؤشرات التسمم الثلاثة، على التوالي (شكل 4).



شكل 4. مخطط القمع لبيان تحيز النشر إستناداً على الخطأ القياسي (المحور الصادي) وحجم التأثير (المحور السيني)، والنقاط المفتوحة تشير إلى القيم بعد التقليم والملء لمؤشرات التسمم في الحيوانات

4- المناقشة

بدأ الاهتمام باستعمال مضاد الهستامين الدايفنهايدرامين في منع وعلاج حالات التسمم بالمبيدات الفوسفورية العضوية أو الكاربامايتية سواء في الإنسان،[19، 20] أو الحيوان؛[21، 34، 35] لكونه يمتلك صفات مضادة للتأثيرات المسكرينية أو حتى النيكوتينية نتيجة التسمم بهذه المبيدات التي تُثَبِّط نشاط إنزيم الكولين إستيريز في الجهازين العصبي المركزي والمحيطي، فضلاً عن مواقع الاتصالات العصبية العضلية مع رفع تراكيز الناقل العصبي الأستيل كولين في هذه المواقع.[14،12،10،8،7] وقد وُجِد أن للدايفنهايدرامين خاصية التأثير المركزي والمحيطي،[14، 15، 17،50] مما يُعزز أفضليته في علاج مثل هذه الحالات من التسمم مقارنة ببعض المضادات من المركبات الأوكزيمية التي لا تعبر إلى الجهاز العصبي المركزي بأكثر من 10%.[51، 52]

بيَّن تحليل ميتا الذي أجريناه على ثلاثة مؤشرات تسمّم بالمبيدات (الموت، والتقليل من نسب حدوث علامات التسمم، وخفض مرتبة التسمم) أن للدايفهايدرامين خاصية مواجهة التسمم بهذه المبيدات والتقليل معنوياً من خطورتها النسبية (0.375 و0.399 و0.466، على التوالي) ضمن هذه المؤشرات المهمة والمعتمَدة لبيان التسمم في الدراسات (جدول 2). وتُعد هذه المؤشرات الثلاثة من أهم الأحداث التي تحصل في حالات التسمم الحاد بالمبيدات الفوسفورية العضوية والكاربامايتية، وهي بطبيعتها سريعة الظهور في الكائن الحي إذا كانت جرعة التسمم كبيرة، والموت نتيجة حتمية.[12-16، 32، 33] وتستدعي هذه الحالة العلاج الآني بالترياق الأساس الأتروبين وما يتبعه من اهتمام داعم لصحة الحيوان أو الإنسان.[12-16، 40] وقد بيّنت نتائج تحليل ميتا فائدة الدايفنهايدرامين في حالات التسمم الحاد بالمبيدات. ومما يُعزز هذه النتائج لاحظنا في الدراسات التي لم تُشمَل في تحليل ميتا (جدول 3) أن الدايفنهايدرامين يصحح خلل التوتر العصبي - العضلي والحركات المتأتية منه في الإنسان (تشبه متلازمة الصَمَل خارِج الهرمي)،[19، 20] ويعمل على التقليل من مجموعة من التأثيرات المؤذية للمبيدات في أنواعٍ مختلفة من الحيوانات، مثل خلل كهربائية الاتصال العصبي - العضلي في الكلاب،[21] وزيادة حركة المعي الدقيق في الفئران،[39] وأذى القلب والبنكرياس في الجرذان،[29، 30] وتقليل الهلاك في سمك الزرد،[42] وزيادة قيم الجرعات المميتة الوسطية للمبيدات في الحيوانات المختبرية.[23-25، 31-33] إلا أن جميع الدراسات التي وردت في هذه المراجعة وتلك التي اعتُمدت لتحليل ميتا كانت من نوع التسمم الحاد؛ مما يفتح المجال واسعاً أمام التساؤل عن تأثيرات الدايفنهايدرامين العلاجية أو الترياقية في حالات التسمم المزمن بهذه المبيدات في الحيوانات، إذا كانت الحالة تجريبية أو سريرية. وهنا يجب التأكيد أنه في حالات علاج حالات التسمم بالمبيدات يجب التعامل مع كل حالة على حدة، وعدم تجاوز جرعات الدايفنهايدرامين العلاجية، سواء كانت منفردة أم متكررة، لأنها قد تُسبِّب تأثيرات جانبية مضِرَّة بالمريض.[19، 22، 24، 25، 32، 33، 53] ولا يُعرف بوضوح عن تداخل الدايفنهايدرامين مع المبيدات المثبِطة لإنزيم الكولين إستيريز في مستوى نشاط هذا الإنزيم، على الرغم من ظهور بعض المؤشرات بأن الدايفنهايدرامين قد يقي الإنزيم من التثبيط الزائد بالمبيد، وذلك بالعمل على كبح أولي خفيف لنشاط الإنزيم إن أُعطي قبل المبيد للوقاية من التسمم.[25، 26، 31-33، 38، 43، 53، 54]

في تحليل التباين، كانت النتائج لنسبة الموت وعلامات التسمم متجانسة، في حين ظهر تباين معنوي ذو دلالة إحصائية أكثر من المتوسط (I^2) 79.6%) لمرتبة التسمم (جدول 4). وفي هذا المجال نذكر أن أوزان التقارير الداخلة في تحليل ميتا لم تتباين كثيراً؛ حيث كانت أعلى قيمة 23%، وفي تحليل حجب مجموعة واحدة، لم تتغير قيمة حجم التأثير كثيراً بحذف أيّ

تقرير من تقارير الدراسات؛ مما يُعزز من تأثيرات الدايفنهايدرامين المستقرة على مديات تحليل مؤشرات التسمم. ولعدم توافر مجموعات فرعية متوازنة العدد، لم نقم بإجراء تحليل المجموعات الفرعية (Subgroup Analysis) لبيان أوجه التباين الذي كان قريباً من المستوى المتوسط (79%). مع العلم أن التسمم بالمبيدات قد يختلف باختلاف نوع المبيد وجرعته المسمِمة وطول مدة التعرض، فضلاً عن نوع الحيوان وعمره وحالته الصحية، وغيرها من العوامل.[7, 8, 10-16]

في مخطط القمع وباستخدام تحليل إيغر (شكل 3، جدول 4) لاحظنا احتمالية معنوية ذات دلالة إحصائية لوجود دراسات مفقودة ضمن مؤشرات التسمم، وجرى تخمين نقاط هذه الدراسات بتحليل التقليم والملء في مخططات القمع وبيان هذه النقاط المحتملة التي بلغت 6 و7 و4 لكل مؤشر من مؤشرات التسمم الثلاثة، على التوالي. ومع ذلك، لم يتغير الاستنتاج الرئيسي بخصوص فائدة الدايفنهايدرامين وتقليله من الخطورة النسبية للمبيدات قيد التحليل الحالي (شكل 3).

5- الاستنتاج

نستنتج من المراجعة الحالية وتحليل ميتا الذي يُجرى لأول مرة على ثلاثة مستويات من مؤشرات التسمم بالمبيدات الحشرية المثبطة لإنزيم الكولين إستيريز في الحيوانات التجريبية والأليفة، أن لمضاد الهستامين الدايفنهايدرامين خاصيةً ضد التسمم بهذه المبيدات مع التقليل من خطورتها النسبية. ولكن يجب التأكيد هنا أن الدايفنهايدرامين ليس بديلاً من الترياق الأساس الأتروبين المتوافر دائماً في عيادات الطوارئ والصيدليات أو في المستوصفات الصحية. ونوصي بإجراء دراسات مستقبلية حول تأثيرات الدايفنهايدرامين في التسمم المزمن بالمبيدات الحشرية في حيوانات التجارب.

6- محددات الدراسة

بيّن تحليل ميتا فائدة الدايفنهايدرامين في حالات التسمم الحاد بالمبيدات الفوسفورية العضوية والكاربامية. ولا توجد دراسات عن تأثيرات الدايفنهايدرامين في حالات التسمم المزمن بهذه المبيدات، وعلى الأخص عند حدوث أعراض تسمم من النوع المتأخر لبعض المركبات الفوسفورية العضوية. فضلاً عن ذلك، لم تدرج الدراسة الحالية أيَّ مؤشر لإمكانية تداخل سمّي أو علاجي للدايفنهايدرامين مع المبيدات على مستوى إنزيم الكولين إستيريز، لكون آلية سُمّيتها تعتمد على كبح نشاط هذا الإنزيم، والمعلومات غير وافية للولوج في هذا المبحث.

شكر والتقدير

كان دعم الدراسة الحالية من كلية الصيدلة، جامعة دهوك، العراق.

تضارب المصالح

يؤكد المؤلفون عدم وجود تضارب مصالح في الدراسة الحالية.

المراجع

1. Rashid S, Rashid W, Tulcan RXS, Huang H. Use, exposure, and environmental impacts of pesticides in Pakistan: A critical review. Environmental Science and Pollution Research. 2022;29:43675–43689. https://doi.org/10.1007/s11356-022-20164-7.
2. Dereumeaux C, Fillol C, Quenel P, Denys S. Pesticide exposures for residents living close to agricultural lands: A review. Environment International. 2020;134:114. https://doi.org/10.1016/j.envint.2019.105210
3. Bhattu M, Verma M, Kathuria D. Recent advancements in the detection of organophosphate pesticides: A review. Analytical Methods. 2021;13(38):4390–4428. https://doi.org/10.1039/d1ay01186c
4. U.S. EPA. Insecticides. Sources, stressors and responses. Causal Analysis/Diagnosis Decision Information System [CADDIS]. Vol. 2 [Internet] Washington, DC: Office of Research and Development, EPA; 2017. Accessed 5 April 2022. https://www.epa.gov/caddis-vol2/insecticides
5. Tudi M, Daniel Ruan H, Wang L, Lyu J, Sadler R, Connell D, et al. Agriculture development, pesticide application and its impact on the environment. International Journal of Environmental Research and Public Health. 2021;18(3):1112. https://doi.org/10.3390/ijerph18031112
6. Baynes RE. Ectoparasiticides. In: Riviere JE, Papich MG, editors. Veterinary pharmacology and therapeutics. 10th ed. Hoboken, NJ: Wiley Blackwell; 2018. pp. 1166–1187
7. Wilson BW. Cholinesterase inhibition. In: Wexler P, editor. Encyclopedia of toxicology. 3rd ed. Amsterdam: Elsevier; 2014. pp. 942–951
8. Vale A, Lotti M. Organophosphorus and carbamate insecticide poisoning. Handbook of Clinical Neurology. 2015;131:149–168. https://doi.org/10.1016/B978-0-444-62627-1.00010-X
9. Samareh A, Asadikaram G, Abbasi-Jorjandi M, Abdollahdokht D, Abolhassani M, Khanjani N, et al. Occupational exposure to pesticides in farmworkers and the oxidative markers. Toxicology and Industrial Health. 2022;38(8):455–469. https://doi.org/10.1177/07482337221106754.
10. Eddleston M, Buckley NA, Eyer P, Dawson AH. Management of acute organophosphorus pesticide poisoning. Lancet. 2008;371(9612):597–607. https://doi.org/10.1016/S0140-6736(07)61202-1
11. Mukherjee S, Gupta RD. Organophosphorus nerve agents: Types, toxicity, and treatments. Journal of Toxicology. 2020;2020:3007984. https://doi.org/10.1155/2020/3007984
12. Gupta RC. Toxicology of organophosphate and carbamate compounds. Amsterdam, Netherlands: Elsevier; 2006.
13. Aman S, Paul S, Chowdhury FR. Management of organophosphorus poisoning: Standard treatment and beyond. Critical Care Clinics. 2021;37(3):673–686. https://doi.org/10.1016/j.ccc.2021.03.011
14. Fikes JD. Organophosphorus and carbamate insecticides. Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice. 1990;20(2):353–367. https://doi.org/10.1016/s0195-5616(90)50029-7
15. Ojha S, Sharma C, Nurulain SM. Antihistamines: Promising

antidotes of organophosphorus poisoning. Military Medical Science Letters. 2014;83(3):97–103. https://doi.org/10.31482/mmsl.2014.019

16. محمد، فؤاد قاسم. علاج التسمم بالمبيدات الفسفورية العضوية: مراجعة علمية. المجلة العراقية للعلوم البيطرية، 1995، المجلد 8، العدد 2: 73-77.

17. Panula P. Histamine receptors, agonists, and antagonists in health and disease. Handbook of Clinical Neurology. 2021;180:377–387. https://doi.org/10.1016/B978-0-12-820107-7.00023-9

18. Kawauchi H, Yanai K, Wang DY, Itahashi K, Okubo K. Antihistamines for allergic rhinitis treatment from the viewpoint of nonsedative properties. International Journal of Molecular Sciences. 2019;20(1):213. https://doi.org/10.3390/ijms20010213

19. Moody SB, Terp DK. Dystonic reaction possibly induced by cholinesterase inhibitor insecticides. Drug Intelligence & Clinical Pharmacy. 1988;22(4):311–312. https://doi.org/10.1177/106002808802200408

20. Montoya-Cabrera MA, Escalante-Galindo P, Rivera-Rebolledo JC, Higuera-Romero F, Hernandez-Gutiérrez V. Intoxicación aguda por paratión-metílico con manifestaciones extrapiramidales antes no informadas [Acute methyl parathion poisoning with extrapyramidal manifestations not previously reported]. Gaceta Médica de México. 1999;135(1):79–82. Spanish. PMID: 10204315.

21. Clemmons RM, Meyer DJ, Sundlof SF, Rappaport JJ, Fossler ME, Hubbell J, et al. Correction of organophosphate-induced neuromuscular blockade by diphenhydramine. American Journal of Veterinary Research. 1984;45(10):2167–2169. PMID: 6497117.

22. Mohammad FK, Al-Kassim NA, Abdul-Latif AR. Effect of diphenhydramine on organophosphorus insecticide toxicity in mice. Toxicology. 1989;58(1):91–95. https://doi.org/10.1016/0300-483x(89)90107-8

23. Faris GA-M, Mohammad FK. Reduction of some organophosphate insecticides toxicity in mice by diphenhydramine. Dirasat (University of Jordan). 1996;23:95–97

24. Faris GA, Mohammad FK. Prevention and treatment of dichlorvos-induced toxicosis in mice by diphenhydramine. Veterinary and Human Toxicology. 1997;39(1):22–25. PMID: 9004462.

25. Al-Baggou' BK, Mohammad FK. Antagonism of methomyl-induced toxicosis by diphenhydramine in rats. Environmental Toxicology and Pharmacology. 1999;7(2):119–125. https://doi.org/10.1016/s1382-6689(99)00002-2

26. Mohammad FK, Faris GA-M, Shindala MK. Comparative antidotal effects of diphenhydramine and atropine against dichlorvos-induced acute toxicosis in rats. Veterinary Archives. 2002;72(1):19–28. Available from: https://hrcak.srce.hr/en/78390

27. Bird SB, Gaspari RJ, Lee WJ, Dickson EW. Diphenhydramine as a protective agent in a rat model of acute, lethal organophosphate poisoning. Academic Emergency Medicine. 2002;9(12):1369–1372. https://doi.org/10.1111/j.1553-2712.2002.tb01604.x.PMID: 12460839.

28. Bird SB, Gaspari RJ, Dickson EW. Early death due to severe organophosphate poisoning is a centrally mediated process. Academic Emergency Medicine. 2003 Apr;10(4):295–298. https://onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1111/j.1553-2712.2003.tb01338.x

29. Yürümez Y, Yavuz Y, Şahin Ö, Çiftçi İ H, Özkan S, Büyükokuroğlu ME. Can diphenhydramine prevent organophosphate-induced acute pancreatitis? An experimental study in rats. Pesticide Biochemistry and Physiology. 2007;87(3):271–275.

30. Yavuz Y, Yurumez Y, Ciftci IH, Sahin O, Saglam H, Buyukokuroglu M. Effect of diphenhydramine on myocardial injury caused by organophosphate poisoning. Clinical Toxicology (Philadelphia). 2008;46(1):67–70. https://doi.org/10.1080/15563650701261470. PMID: 18167037

31. الشمري، يعرب جعفر موسى. استعمال مضاد الهستامين للوقاية والعلاج في نموذج التسمم الحاد بالمبيدات الحشرية الفسفورية العضوية في أفراخ الدجاج. رسالة ماجستير. الموصل، العراق: جامعة الموصل، 2008.

32. Mohammad FK, Mousa YJ, Al-Zubaidy MHI, Alias AS. Assessment of diphenhydramine effects against acute poisoning induced by the organophosphate insecticide dichlorvos in chicks. Human & Veterinary Medicine. 2012;4(1):6–13. http://www.hvm.bioflux.com.ro/docs/HVM_4.1.2.pdf.

33. Mohammed AA, Mohammad FK. Recognition and assessment of antidotal effects of diphenhydramine against acute carbaryl insecticide poisoning in a chick model. Toxicology International. 2022;29(3):339–352. https://doi.org/10.18311/ti/2022/v29i3/29732

34. Klainbart S, Grabernik M, Kelmer E, Chai O, Cuneah O, Segev G, et al. Clinical manifestations, laboratory findings, treatment and outcome of acute organophosphate or carbamate intoxication in 102 dogs: A retrospective study. Veterinary Journal. 2019 Sep;251:105349. https://doi.org/10.1016/j.tvjl.2019.105349

35. Klainbart S, Grabarnik M, Kelmer E, Chai O, Cuneah O, Segev G, et al. Clinical manifestations, laboratory findings, treatment and outcome of acute organophosphate or carbamate intoxication in 39 cats. Veterinary Record. 2022;191(1):e1633. https://doi.org/10.1002/vetr.1633

36. Page MJ, McKenzie JE, Bossuyt PM, Boutron I, Hoffmann TC, Mulrow CD, et al. The PRISMA 2020 statement: An updated guideline for reporting systematic reviews. British Medical Journal. 2021;372:n71. https://doi.org/10.1136/bmj.n71

37. Mohammad FK, Basher HA. Treatment of organophosphorus insecticide (fenamiphos) poisoning in a chicken by diphenhydramine: A case report. Iraqi Journal of Veterinary Sciences. 1995;8:167–168.

38. Faris GA-M, Mohammad FK. Cholinesterase inhibition by dichlorvos and diphenhydramine in mice. Iraqi Journal of Veterinary Sciences. 1996;9:7–13.

39. Faris GA-M, Mohammad FK. Reduction of dichlorvos-induced increase in small intestinal transit in mice. Iraqi Journal of Veterinary Sciences. 1998;11:11–15.

40. Anastasio JD, Sharp CR. Acute aldicarb toxicity in dogs: 15 cases (2001–2009). Journal of Veterinary Emergency and Critical Care (San Antonio). 2011;21(3):253–260. https://doi.org/10.1111/j.1476-4431.2011.00613.x

41. Arnot LF, Veale DJ, Steyl JC, Myburgh JG. Treatment rationale for dogs poisoned with aldicarb (carbamate pesticide). Journal of the South African Veterinary Association. 2011;82(4):232–238. https://doi.org/10.4102/jsava.v82i4.80

42. Kristofco LA, Du B, Chambliss CK, Berninger JP, Brooks BW. Comparative pharmacology and toxicology of pharmaceuticals in the environment: Diphenhydramine protection of diazinon toxicity in *Danio rerio* but not *Daphnia magna*. The AAPS Journal. 2015;17(1):175–183. https://doi.org/10.1208/s12248-014-9677-5
43. Mohammed AA, Mohammad FK. Monitoring blood cholinesterase activity of farmworkers: *In vitro* inhibition by diphenhydramine and carbaryl. Malaysian Applied Biology. 2022;51(2):23–32. Available from: https://jms.mabjournal.com/index.php/mab/article/view/2204
44. Wallace BC, Dahabreh IJ, Trikalinos TA, Lau J, Trow P, Schmid CH. Closing the gap between methodologists and end-users: R as a computational back-end. Journal of Statistical Software [Internet]. 2012 Jun 30 [cited 2022 May 9];49(5):1–15. Available from: https://www.jstatsoft.org/index.php/jss/article/view/v049i05
45. Suurmond R, van Rhee H, Hak T. Introduction, comparison, and validation of Meta-Essentials: A free and simple tool for meta-analysis. Research Synthesis Methods. 2017;8(4):537–553. https://doi.org/10.1002/jrsm.1260
46. Nakagawa S, Noble DW, Senior AM, Lagisz M. Meta-evaluation of meta-analysis: Ten appraisal questions for biologists. BMC Biology. 2017;15(1):18. https://doi.org/10.1186/s12915-017-0357-7
47. Vesterinen HM, Sena ES, Egan KJ, Hirst TC, Churolov L, Currie GL, et al. Meta-analysis of data from animal studies: A practical guide. Journal of Neuroscience Methods. 2014;221:92–102. https://doi.org/10.1016/j.jneumeth.2013.09.010
48. Lee YH. An overview of meta-analysis for clinicians. Korean Journal of Internal Medicine. 2018;33(2):277–283. https://doi.org/10.3904/kjim.2016.195
49. Kossmeier M, Tran US, Voracek M. Visual inference for the funnel plot in meta-analysis. *Zeitschrift für Psychologie. 2019;227*(1):83–89. https://doi.org/10.1027/2151-2604/a000358
50. Mohammad FK, Abdul-Latif AR, Al-Kassim NA. Interaction of diphenhydramine with cholinesterase inhibitors in mice. Toxicology Letters. 1987;37(3):235–240. https://doi:10.1016/0378-4274(87)90137-8
51. Peter JV, Moran JL, Graham P. Oxime therapy and outcomes in human organophosphate poisoning: An evaluation using meta-analytic techniques. Critical Care Medicine. 2006;34(2):502–510. https://doi.org/10.1097/01.ccm.0000198325.46538.ad
52. Faiz Norrrahim MN, Idayu Abdul Razak MA, Ahmad Shah NA, Kasim H, Wan Yusoff WY, Halim NA, et al. Recent developments on oximes to improve the blood brain barrier penetration for the treatment of organophosphorus poisoning: A review. RSC Advances. 2020;10(8):4465–4489. https://doi.org/10.1039/c9ra08599h
53. Mohammad FK, Mousa YJ, Hasan MM. Acute toxicity and neurobehavioral effects of diphenhydramine in chicks. Journal of Poultry Science. 2012;49(1):51–56. https://doi.org/10.2141/jpsa.011050
54. Mohammad FK, Garmavy HMS, Mohammed AA, Rashid HM. First meta-analysis study of cholinesterase inhibition in experimental animals by organophosphate or carbamate insecticides under the influence of diphenhydramine. Veterinary World. 2023;16(1): 118–125. Available from: http://www.veterinaryworld.org/Vol.16/January-2023/14.pdf

المجلة العربية للبحث العلمي
Arabian Journal of Scientific Research
https://doi.org/10.5339/ajsr.2023.2
المجلة العربية للبحث العلمي، 2023، 1 من 8

ورقة بحثية

تأثير الرش بالسكريات الكحولية والبورون في بعض مؤشرات النمو والإزهار والإنتاج لنبات الفراوله (*Fragaria x ananassa Duch*) صنف أوزوغراند (Oso grande)

ماهر ياسين حسن[1]، ريما رياض مصا[2*]

[1] كلية الزراعة، جامعة دمشق، سوريا
[2] كلية الزراعة، جامعة تشرين، سوريا
Email: rima.massa@yahoo.com *

الملخص

نُفذ هذا البحث في كلية الزراعة، في جامعة دمشق (دمشق/ سورية) خلال عام 2021، بهدف دراسة تأثير الرش بالبورون (حمض البوريك) (0, 50, 100 ppm) والسكريات الكحولية (السوربيتول والمانيتول) بثلاثة تراكيز (10، 20، 30 غ/ل[1]) في نمو وإنتاج نبات الفراولة ونوعية ثماره (*Fragaria × ananassa Duch*) صنف أوزوغراند. لوحظ من النتائج أن الرش بالسكريات الكحولية (السوربيتول، والمانيتول) يحسّن نمو وإنتاج نبات الفراولة، وكذلك نوعية ثماره؛ فازدادت قيم المؤشرات المدروسة بزيادة التركيز، فوصل عدد الأوراق (19.06، 21.62، 23.95 ورقة/نبات) عند رش النبات بالسوربيتول (19.78، 22.57، 25.13 ورقة/نبات) والمانيتول (10، 20، 30 غ/ل، على الترتيب) مقارنة بالشاهد 15.27 ورقة/نبات. تأثر الإنتاج الكلي إيجابياً عند الرش بالمانيتول تركيز 30 غ/ل (556.29 غ/ نبات)، في حين وصل إلى (465.48 غ/ نبات) للسوربيتول بتركيز 30 غ/ل، مقارنةً بالشاهد. تحسنت نوعية الثمار بزيادة تركيز البورون (القيمة الأعلى للمواد الصلبة الذائبة (8.69%) سُجّلت عند التركيز (100 ppm) من البورون، مقارنة بالشاهد (7.59%). تفوق التفاعل بين (المانيتول 30غ/ل، والبورون 100 ppm) معنوياً في أغلب المؤشرات المدروسة وعلى نحو ملحوظ، مثل عدد الأوراق (29.06) ورقة/ نبات، والإنتاج الكلي (712.03غ)، وكمية فيتامين (52.03) (C مغ/100غ وزن طازج)، مقارنةً بالشاهد 0غ/ل. أظهرت نتائجنا التأثير الإيجابي للرش الورقي بالسكريات الكحولية والبورون في نبات الفراولة، فينصح باستخدام التركيز (30غ/ل) للسكريات الكحولية و(100 ppm) للبورون؛ للتفوق المعنوي الذي حققاه مقارنةً بشكل مستقل ببقية التراكيز، ويفضل الرش بالمانيتول لأنه سجّل قيماً أكثر ارتفاعاً مقارنةً بالسورية.

الكلمات المفتاحية: الفراولة (*Fragaria × ananassa Duch*)، السوربيتول، المانيتول، حمض البوريك.

Title:

Effect of spraying sugar alcohols and boron on some growth parameters, flowering and yield of strawberry (Fragaria x ananassa Duch Var. Oso Grande)

Mahir Hasan[1], Rima Massa[2*]

[1] Faculty of Agriculture, Damascus University, Damascus, Syria
[2] Faculty of Agriculture, Tishreen University, Latakia, Syria

ABSTRACT

This research aimed to study the effect of spraying boron and sugar alcohols on vegetative growth, fruit quality and total yield of Strawberry plants (*Fragaria × ananassa Duch cv.* Oso Grande). The experiment was carried out at the Faculty of Agriculture (University of Damascus/Syria) during 2021. Results showed that spraying strawberry plants with sorbitol and mannitol at three different concentrations (10, 20 and 30 g/L^{-1})

Received 01 September 2022; accepted 06 February 2023; published 30 April 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: Hasan M, Massa R. Effect of spraying sugar alcohols and boron on some growth parameters, flowering and yield of strawberry (Fragaria x ananassa Duch Var. Oso Grande). Arabian Journal of Scientific Research 2023:1.2. https://doi.org/10.5339/ajsr.2023.2

and boric acid at three concentrations of (0, 50 and 100 mg l^{-1}) increased most of the studied parameters. It was also noticed that the number of leaves increased (19.06, 21.62, 23.95 leaf/plant) when plants were sprayed with sorbitol (10, 20 and 30 g/L^{-1}) respectively, and (19.78, 22.57, and 25.13 leaf/plant) when plants were sprayed with mannitol (10, 20 and 30 g/L^{-1}) respectively as compared to the control treatment (15.27 leaf/plant). Total yield was positively affected by spraying with mannitol 30 g/L^{-1} (556.29 g/plant) while it reached (465.48 g/plant) with sorbitol 30 g/L^{-1} in comparison with the control (fruit quality was increased by increasing boron concentration). The highest total soluble solids (8.69%) were observed at the concentration of 100 ppm of boron in comparative with the control (7.59%).
The interaction between two variables (30g/L^{-1} mannitol and 100 ppm boron) significantly increased all studied parameters, such as number of leaves (29.06), leaf area (32.60cm^2), number of flowers (35.43), total yield (712.03 gm.) in addition to fruit quality (TSS 9.30% and ascorbic acid content 52.03 mg/100g fresh weight) as compared to control treatment (0 mg/l).

Keywords:: Strawberry (*Fragaria × ananassa Duch*), sorbitol, mannitol, boric acid

1- المقدمة

ينتمي نبات الفراولة إلى العائلة الوردية (*Rosaceae*) التي تضم 20 نوعاً برياً، ويسمى علمياً (*Fragaria × ananassa Duch*).[1] تحتل الفراولة المركز الرابع عالمياً بعد التفاح (*Malus sylvestris*)، والبرتقال (*Citrus sinensis*)، والموز (*Musa spp*)، ويُنتَج في 63 بلداً، حيث تحتل الصين المركز الأول عالمياً بإنتاج يقدّر بـ 3801865 طناً، تليها الولايات المتحدة بـ 1420570 طناً.[2]

ثمار الفراولة لذيذة الطعم، وهي مصدر رئيسي لفيتامين (C)، وتحتوي على العديد من المركبات الكيميائية المهمة للإنسان، كالفلافونويد والأنثوسيانين كمضادات أكسدة تؤدي دوراً أساسياً في حماية جسم الإنسان من الأمراض المزمنة كأمراض القلب والسرطانات.[3]

تجود زراعة الفراولة في ترب متباينة، إلا أن أفضلها التربة الطميّة الرملية الخفيفة الخالية من الأملاح الضارة (حيث يؤدي ارتفاع الملوحة إلى احتراق حواف الأوراق وموتها، ولذلك يجب أن تكون التربة جيدة الصرف والتهوية، هذا وتجود زراعة الفراولة في التربة ذات درجة حموضة (pH) بين 5.5-6.5.[4] وتستخدم الأسمدة عادةً لرفع كمية الإنتاج، ولكن زيادة استخدامها قد تؤثر سلبياً في البيئة، لذا تم الاتجاه إلى استخدام المركبات العضوية في تغذية النبات.[5، 6]

تُعد السكريات الكحولية كربوهيدرات، إذ تسمّى كحولية بسبب تركيبها الكيميائي، وتتميز بسهولة الحركة داخل النبات، ووُجدت محمّلة بالبورون الطبيعي عام 1996، إضافةً إلى العناصر الأخرى داخل اللحاء وتسمى (Polyols)؛ إذ كونت معقدات مع البورون والعناصر الأخرى (Di-sorbitol borate ester) أو (Sorbitol-boron complexes)، وهنا دخلت تكنولوجيا متطورة وفريدة من نوعها تعتمد على معقدات (Polyols) والعناصر الغذائية كمغذيات ورقية.[7] يستجيب نبات الفراولة للمركبات العضوية المستخدمة رشاً؛ فتزداد إنتاجية نباتاته.[8]

يعتبر المانيتول أحد أشكال السكريات الكحولية التي تعمل على تسهيل نقل عنصر البورون الموجود داخل أنابيب اللحاء. وفي المقابل، يُعدّ السوربيتول الذي يُنتَج صناعياً من سكر الغلوكوز، ويوجد أيضاً طبيعياً في التفاح والكمثرى والكرز والمشمش، واحداً من عدة أنواع من السكريات الكحولية التي يصل تعدادها إلى أكثر من سبعة عشر نوعاً موجودة في النباتات الراقية. ولوجود السوربيتول أهمية في استجابة النبات للظروف غير الطبيعية والإجهادات مثل الجفاف، والملوحة، وانخفاض درجة الحرارة.[9]

اكتُشف البورون قبل نحو أكثر من 90 عاماً كمغذٍّ أساسي في النباتات،[10] ويظهر نقص هذا العنصر في نطاق واسع من المحاصيل، ووُجد أن التسميد الورقي بالبورون هو الحل الأمثل لعلاج نقص البورون في النبات.[7]

إن معظم التُرب تكون ذات محتوى منخفض نسبياً من البورون، لأن البورون الذائب والجاهز ليمتصه النبات يشّكل 10% فقط من البورون الكلي في التربة، وهذا النقص يتحدد بعدة عوامل، مثل: نوع التربة، والظروف البيئية، والجفاف، والأمطار العالية. ويعتبر البورون أيضاً فريداً من نوعه مقارنة بالعناصر الأساسية الأخرى، حيث يُمتَص بشكل كبير في ظل معظم الظروف، ليس كأيون، ولكن كحامض بوريك.[11]

وُجِد في دراسة لتأثير انخفاض التخليق الحيوي للسوربيتول في التفاح (*Malus domestica*) أن الرش بالسوربيتول أثناء نمو الزهرة أدى إلى استعادة القدرة على تطور السداة، وإنبات حبوب اللقاح ونمو أنبوبة حبوب اللقاح، وكذلك عند إضافته إلى وسط الإنبات، وهذا يدل على الدور الأساسي له في تطور السداة ونمو أنبوبة حبوب اللقاح عبر عامل النسخ (MdMYB39L) في التفاح.[12]

استُخدِم السوربيتول (بتراكيز 0، 5، 10 غ/ل) على نبات الملفوف، فأعطى التركيز 5 غ/ ل أفضل القيم لمؤشرات النمو (ارتفاع الرأس، وقطر الرأس، وعدد الأوراق) والإنتاج (وزن الرأس).[13] يمكن أن يساهم سكر السوربيتول في نقل العناصر الغذائية الكبرى والصغرى، وحركيتها بسهولة داخل النبات، وهو أحد الأشكال التي تساهم في نقل المواد العضوية داخل اللحاء بصورة مواد معقدة التركيب، ويساعد نقل العناصر على تحسين العمليات الفيزيولوجية والاستقلابية؛ فهي مهمة لعملية التركيب الضوئي والتنفس، إضافةً إلى دوره في تصنيع الهرمونات (الأوكسينات، والسيتوكينينات) التي تحفز عمليات الانقسام والاستطالة الخلوية، ومن ثمّ تنشيط النمو.[14] يُحسّن السوربيتول عدد الأوراق والمساحة والورقية والوزن الرطب الخضري لنبات الفراولة.[15]

دُرِس تأثير المانيتول المستخرج من الطحالب البحرية (Laminaria japonica)، وسكريات كحولية أخرى في نمو جذور البرتقال ثلاثي الأوراق، وقد وجد أن تطبيق (100 ppm) من المانيتول على البرتقال ثلاثي الأوراق (*Poncirus trifoliata Raf*)، أدى إلى زيادة كثافة الجذور، وكذلك زيادة نمو النبات. وأشارت النتائج إلى أن التراكيز المنخفضة من المانيتول هي من بين أسباب تعزيز النمو وزيادة كثافة الجذور، وذلك عن طريق تطبيق مستخلصات الطحالب. وفي المقابل، كان هناك زيادة في النمو بتطبيق السكريات الكحولية الأخرى (100-300 ppm من الإكسيليتول، واسوربيتول والميزو إريثريتول).[16]

تمت دراسة تأثير رش حمض البوريك في النمو الخضري والتكاثري للفراولة صنف كاماروزا (*Fragaria × ananassa Duch*)؛ حيث رُشّت نباتات الفراولة بحمض البوريك بثلاثة تراكيز (0, 50, 100 ppm) بعد 30 يوماً من الزراعة. وأشارت النتائج إلى أن رش النباتات بحمض البوريك كان له تأثير معنوي في المحصول ووزن الثمار والكلوروفيل ومساحة الأوراق، كما تفوق التركيز (100 ppm) فيما يتعلق بالنمو الخضري والثمري خلال التجربة.[17]

نُفذت تجربة لدراسة تأثير الرش بالسوربيتول بثلاثة تراكيز هي (0، 25، 50 غ/ ل)، والرش بالبورون بثلاثة تراكيز أيضاً هي (0, 20, 40 ppm) على هيئة حامض البوريك (17% B) والتفاعل بينهما في بعض صفات النمو الخضري والإزهار لنبات الفراولة صنف (Rubygem)، وباستخدام تصميم القطاعات العشوائية الكاملة، وبأربعة مكررات، أظهرت النتائج أن المعاملة بالسوربيتول والبورون أو التفاعل بينهما كان لها تأثير معنوي في الصفات المدروسة، وأدى

الرش الورقي للسوربيتول بتركيز 25 غ/ ل إلى زيادةٍ معنوية في عدد الأوراق، ومساحة الورقة الواحدة، والمساحة الورقية للنبات، فبلغت 57.88 ورقة/ نبات، و37.122 سم^2/ ورقة، و0.21482 م^2/ نبات، على الترتيب، قياساً بمعاملة الشاهد التي أعطت أقل القيم. وكذلك سجّل الرش بالبورون بتركيز 40 مغ/ل زيادة وبفارق معنوي في عدد الأوراق، ومساحة الورقة الواحدة، والمساحة الورقية للنبات، والوزن الجاف للمجموع الجذري، فسجّل 57.58 ورقة/ نبات، و36.975 سم^2/ نبات.[18]

لوحِظ عند دراسة تأثير سكر السوربيتول (بتراكيز 15، 25، 35 غ/ل) والمانيتول (بتراكيز 10، 20، 30 غ/ ل) والبورون (بتراكيز 0، 50، 100 ppm) في نبات الفليفلة، تحسّن نمو النبات (ارتفاع وعدد أفرع ومساحة ورقية) وإنتاجه (وزن الثمرة وإنتاج النبات) عند الرش بالسوربيتول 35 غ/ ل والمانيتول 30 غ/ل والبورون (100 ppm).[19]

2- مبررات وأهمية البحث

هناك اتجاه متزايد لزراعة الفراولة بسبب ارتفاع طلبه من المستهلكين، ومن ثم تحقيق أرباح عالية. إلا أن بعض مناطق الزراعة تكون غير ملائمة بسبب العديد من الظروف، ومنها الخصوبة المنخفضة وسوء الخصائص الفيزيائية والكيميائية للتربة. وتأتي أهمية تطبيق السكريات الكحولية كأسمدة على النبات لكونها تُمتص سريعاً بواسطة المجموع الخضري؛ فتعالج أعراض نقص العنصر الغذائي، وفي الوقت نفسه تمد النبات بالسكر الكحولي الذي يدخل مباشرة في دورات التمثيل الغذائي داخل النسيج النباتي.

يُعدّ البورون من العناصر الضرورية لتكوين جدار الخلية وسلامة الأغشية وامتصاص الكالسيوم، ويساعد في نقل السكريات، ويؤثّر في 16 وظيفة على الأقل في النباتات تشمل الإزهار، وإنبات حبوب اللقاح، والإثمار، وانقسام الخلايا، وتكوين النشاء، وتخليق الكربوهيدرات، وتكوين الأحماض النووية، والعلاقات المائية، وتخليق وحركة الهرمونات.

3- أهداف البحث

يهدف البحث إلى دراسة تأثير السكريات الكحولية (السوربيتول، والمانيتول) في زيادة إنتاجية نبات الفراولة، ودراسة التأثير المشترك لهذه السكريات مع الرش بعنصر البورون واستخدامها بديلاً من الأسمدة الكيميائية.

4- مواد وطرائق البحث

اختير نبات الفراولة صنف أوزوغراند (Osogrande) بسبب ميزاته التالية: نموه الخضري قوي، ومتأخر الإثمار، وذو إنتاجية عالية، وثماره كبيرة الحجم ولامعة صلبة وبيضاوية ذات لون أحمر.

نُفذت التجربة في البيت المحمي في مزرعة أبي جرش في كلية الهندسة الزراعية، في جامعة دمشق، وزرعت الشتلات في يوم 15 فبراير 2021 في أصص بلاستيكية سعة لترَين تحوي خليطاً من البيتموس: التربة (1:3)؛ لكونه يحتفظ بالرطوبة ويوفر تهوية جيدة. وطُبّق الرش عند بداية إزهار النباتات، وكُررت المعاملة مرة كل 15 يوماً مدة شهرين. وبلغ عدد المكررات ثلاثة لكل معاملة، واحتوى المكرر على ثلاثة نباتات.

5- التصميم التجريبي والتحليل الإحصائي

صُممت التجربة بطريقة القطاعات العشوائية الكاملة، وحُلّلت إحصائياً باستخدام برنامج التحليل الإحصائي (Xl-State)، حيث تمت مقارنة متوسطات المعاملات باختبار (Fisher Test) على مستوى معنوية 5%.

6- المؤشرات المدروسة

عدد الأوراق المتشكلة (ورقة/ نبات)، والمساحة الورقية (سم^2/ ورقة)، وعدد الأزهار (زهرة/ نبات)، ووزن الثمرة (غ)، والمحصول الكلي (غ/ نبات)، والمواد الصلبة الذائبة الكلية (TSS) (%)، والحموضة القابلة للمعايرة (TA) (%)، ومحتوى الثمار من فيتامين (C) (ملغ/ 100غ وزن طازج)، وتم حساب محتوى فيتامين C حسب جمعية الكيميائيين الزراعيين الرسمية.[20]

7- النتائج والمناقشة

7-1 تأثير الرش بالسكريات الكحولية والبورون في عدد الأوراق والمساحة الورقية في نبات الفراولة

يشير جدول 1 إلى تغير عدد الأوراق بتأثير السكريات الكحولية والرش بالبورون في نبات الفراولة، حيث بيّنت نتائج التحليل الإحصائي وجود فروق معنوية بين السكريات، والبورون، والتفاعل بينهما بالنسبة إلى مؤشر عدد الأوراق مقارنةً بالشاهد.

يوضح جدول 1 ازدياد عدد الأوراق عند المعاملة بالمانيتول تركيز 30 غ/ل، وتفوقها معنوياً على كل المعاملات؛ حيث بلغت نسبة الزيادة في كل من (السوربيتول 10، 20، 30، والمانيتول 10، 20، 30، على الترتيب) (16.34، 41.58، 56.84، 24.81، 47.80، 64.57، على الترتيب) (%) مقارنة بالشاهد (15.27) ورقة/ نبات.

كما تفوق التركيز (100 ppm) من البورون على التركيز (50 ppm)؛ فكانت نسبة الزيادة (24.46، 18.91، على الترتيب) (%) مقارنة بالشاهد (17.45) ورقة/ نبات. أما بالنسبة إلى التفاعل، فقد سجلت أعلى قيمة معنوية عند المعاملة (المانيتول 30 * 100 ppm) وأدنى قيمة معنوية عند المعاملة (الشاهد * 0 ppm) (جدول 1).

تأثرت المساحة الورقية معنوياً عند كل المعاملات المدروسة، فلوحظ ازديادها عند النباتات التي رُشّت ب المانيتول والسوربيتول بتركيز 30 غ/ل، ومن دون فروق معنوية بين كلتا المعاملتين. كما تفوقت هاتان المعاملتان على بقية المعاملات المدروسة جدول 1. وتوضح النتائج في جدول 1 تفوق التركيز (100 ppm) من البورون على التركيزين (0, 50 ppm) على الترتيب، كما سجل التفاعل (مانيتول 30 *100 ppm بورون) أعلى قيمة معنوية للمساحة الورقية.

جدول 1: تأثير الرش بالبورون والسكريات الكحولية والتفاعل بينهما في المساحة الورقية وعدد الأوراق لنبات الفراولة صنف أوزوغراند (Osogrande).

بورون / سكريات	عدد الأوراق			متوسط السكريات الكحولية	المساحة الورقية (سم^2)			متوسط السكريات الكحولية
	0 ppm	50 ppm	100 ppm		0 ppm	50 ppm	100 ppm	
الشاهد	14.90^{N}	15.16^{N}	15.63^{NM}	**15.27^{d}**	14.50^{M}	15.53^{M}	16.40^{M}	**15.60^{d}**
السوربيتول 10	16.00^{NML}	18.20^{JI}	23.00^{E}	**19.06^{c}**	15.50^{M}	23.30^{JI}	28.37^{E}	**22.38^{c}**
السوربيتول 20	17.10^{LKJ}	21.03^{GF}	26.73^{C}	**21.62^{cb}**	21.40^{LK}	26.53^{GF}	30.70^{DCB}	**26.21^{ab}**
السوربيتول 30	19.26^{HI}	24.53^{D}	28.06^{AB}	**23.95^{ab}**	24.37^{HI}	29.53^{ED}	32.23^{AB}	**28.71^{a}**
المانيتول 10	16.56^{MLK}	18.50^{I}	24.30^{D}	**19.78^{c}**	20.40^{L}	24.43^{HI}	29.33^{DE}	**$24.72b^{c}$**
المانيتول 20	17.23^{KJ}	21.66^{F}	27.23^{BC}	**22.57^{abc}**	22.50^{KJ}	27.87^{FE}	31.37^{ABC}	**27.24^{ab}**
المانيتول 30	20.16^{HG}	26.16^{C}	29.06^{A}	**25.13^{a}**	25.60^{HG}	30.47^{CD}	32.60^{A}	**29.55^{a}**
متوسط البورون	**17.45^{c}**	**20.75^{b}**	**24.86^{a}**		**$^{c}20.91$**	**$^{b}25.38$**	**$^{a}28.71$**	
$Lsd_{5\%}$	سكريات =3.45 بور = 2.16 تفاعل =1.16				سكريات = 3.73 بور = 2.98 تفاعل = 1.74			

* النتائج المعروضة هي متوسط تكرار التجربة مرتين. ويشير اختلاف الأحرف ضمن العمود الواحد إلى وجود اختلافات معنوية ($p<0.05$).

2-7 تأثير الرش بالسكريات الكحولية والبورون في عدد الأزهار ووزن الثمار والمحصول الكلي

تبين النتائج في جدول 2 أن رش النباتات بكل من السوربيتول أو المانيتول بتركيز 30 غ/ل سبّب زيادة معنوية في عدد الأزهار/نبات (من دون أيّ اختلاف معنوي بينهما) مقارنةً ببقية المعاملات المدروسة (السوربيتول 10، 20، 30، والمانيتول 10، 20، 30، على الترتيب)؛ حيث بلغت الزيادة (13.06، 19.51، 25.81، 13.87، 21.44، 27.43، على الترتيب) (%) مقارنة بالشاهد (25.89) زهرة/ نبات.

وقد أنتج البورون بتركيز (100 ppm) أعلى عدد من الأزهار/ نبات مقارنةً بالتركيزين (50 ppm، 0 على الترتيب)، وأعطى التفاعل بين المانيتول (30 غ/ل) والبورون (100 ppm) القيمة الأعلى لعدد الأزهار/ نبات.

تشير النتائج في جدول 2 أن وزن الثمرة ازداد عند المعاملة بـ (السوربيتول 10، 20، 30، والمانيتول 10، 20، 30، على الترتيب) دونما أيّ فروق معنوية وبزيادة وصلت إلى (21.06، 24.13، 32.10، 23.72، 30.67، 39.12، على الترتيب) %، مقارنة بالشاهد (14.68غ). تفوق البورون (100 ppm) بشكل ملحوظ بتأثيره في وزن الثمار، كما أعطى التفاعل (المانيتول 30 * 100 ppm بورون) أعلى قيمة معنوية لوزن الثمار (جدول 2).

جدول 2: تأثير الرش بالبورون والسكريات الكحولية والتفاعل بينهما في عدد الأزهار ووزن الثمار لنبات الفراولة صنف أوزوغراند (Osogrande).

بورون / سكريات	عدد الأزهار			متوسط السكريات الكحولية	وزن الثمرة (غ)			متوسط السكريات الكحولية
	ppm 0	ppm 50	ppm 100		ppm 0	ppm 50	ppm 100	
الشاهد	25.00^{K}	25.73^{JK}	26.63^{IJK}	**25.89^{c}**	13.55^{G}	14.60^{FG}	15.50^{EFG}	**14.68^{b}**
السوربيتول 10	28.00^{IHG}	28.60^{HG}	31.60^{ED}	**$^{b}29.40$**	16.00^{GFED}	$17.67^{GFEDCBA}$	19.63^{EDCBA}	**17.77^{a}**
السوربيتول 20	27.60^{IH}	30.57^{FE}	34.63^{BA}	**$^{ab}30.93$**	17.37^{GFEDCB}	18.70^{FEDCBA}	21.47^{BA}	**19.18^{a}**
السوربيتول 30	29.43^{GF}	33.60^{CB}	34.67^{BA}	**$^{a}32.57$**	$18.43^{GFEDCBA}$	20.4^{DCBA}	15.60^{GFE}	**18.16^{a}**
المانيتول 10	27.40^{IIH}	28.63^{HG}	32.40^{DC}	**$^{b}29.48$**	16.67^{GFEDC}	$18.43^{GFEDCBA}$	19.53^{EDCBA}	**18.21^{a}**
المانيتول 20	28.40^{HG}	31.37^{ED}	34.53^{BA}	**$^{ab}31.43$**	17.40^{GFEDCB}	19.30^{EDCBA}	21.47^{BA}	**19.39^{a}**
المانيتول 30	29.53^{GF}	34.00^{CBA}	35.43^{A}	**$^{a}32.99$**	18.63^{FEDCBA}	20.60^{CBA}	22.00^{A}	**20.41^{a}**
متوسط البورون	**$^{c}28.06$**	**$^{b}30.36$**	**$^{a}32.84$**		**$^{b}17.03$**	**$^{ba}18.53$**	**$^{a}19.31$**	
Lsd5%	سكريات = 2.38 بور = 1.63 تفاعل = 1.73				سكريات = 2.69 بور = 1.90 تفاعل = 4.49			

* النتائج المعروضة هي متوسط تكرار التجربة مرتين. يشير اختلاف الأحرف ضمن العمود الواحد إلى وجود اختلافات معنوية ($p<0.05$).

إضافة إلى ذلك، فإن المحصول الكلي كان الأعلى في النباتات التي عوملت بـالمانيتول (30 غ/ل)؛ حيث تفوق هذا التركيز معنوياً على بقية المعاملات المدروسة بزيادة بلغت 129.43 % مقارنة بالشاهد (242.47 غ/ نبات) (جدول 3).

جدول 3: تأثير الرش بالبورون والسكريات الكحولية والتفاعل بينهما في المحصول الكلي لنبات الفراولة صنف أوزوغراند (Osogrande).

البورون / السكريات	ppm 0	ppm 50	ppm 100	متوسط السكريات الكحولية
الشاهد	207.85^{K}	239.02^{KJ}	269.00^{KIJ}	**242.47^{c}**
السوربيتول 10	297.74^{KJIH}	$345.97^{KJIHGFE}$	456.97^{FEDC}	**366.89^{b}**
السوربيتول 20	318.34^{KJIHG}	408.52^{HGFED}	628.75^{BA}	**451.87^{ba}**
السوربيتول 30	376.17^{IHGFED}	545.28^{CB}	474.98^{EDC}	**465.48^{ba}**
المانيتول 10	303.22^{KJIHG}	$359.64^{JIHGFED}$	489.97^{DC}	**384.28^{b}**
المانيتول 20	333.39^{KJIHGF}	435.42^{GFEDC}	646.76^{BA}	**471.86^{ba}**
المانيتول 30	388.13^{IHGFED}	568.72^{CB}	712.03^{A}	**556.29^{a}**
متوسط البورون	**$^{c}323.33$**	**$^{b}414.65$**	**$^{a}525.49$**	
$Lsd_{5\%}$	سكريات = 120.38 بور = 79.64 تفاعل =135.30			

* النتائج المعروضة هي متوسط تكرار التجربة مرتين. يشير اختلاف الأحرف ضمن العمود الواحد إلى وجود اختلافات معنوية ($p<0.05$).

3-7 تأثير الرش بالسكريات الكحولية والبورون في نسبة المواد الصلبة الذائبة (TSS)، ونسبة الحموضة (TA)، ونسبة فيتامين (C) في نبات الفراولة

توضح النتائج في جدول 4 وجود فروق معنوية في نسبة المواد الصلبة الذائبة باختلاف تراكيز المانيتول والسوربيتول والبورون المستخدمة والتفاعل بينها. أدى الرش بالمانيتول بتركيز (30غ/ل) إلى أعلى زيادة معنوية في نسبة المواد الصلبة الذائبة، وصلت إلى 8.8%، في حين سُجّلت أدنى قيمة في معاملة الشاهد 7.23%. وأعطى البورون (100 ppm) أعلى قيمة لنسبة المواد الصلبة الذائبة، مقارنة للمعاملين (50 ppm ، 0).

تبيّن نتائج التحليل الإحصائي في جدول 4 عدم وجود فروق معنوية بين جميع المعاملات المدروسة بالنسبة إلى مؤشر نسبة الحموضة، وقد لوحظت أعلى قيمة لنسبة الحموضة في معاملة الشاهد. إضافة إلى ذلك، كان أعلى محتوى لفيتامين C (52.03 مغ/100غ وزن طازج) عند الرش بالمانيتول بتركيز (30غ/ل)، حيث تفوق معنوياً على جميع المعاملات المدروسة.

سُجّل وجود اختلافات معنوية عند الرش بتراكيز مختلة من البورون، فالبورون (100 ppm) كان الأفضل مقارنة ببقية تراكيزه المستخدمة. وأعطى التفاعل بين المانيتول (30 غ/ل) والبورون (100 ppm) القيمة الأعلى لنسبة فيتامين C (جدول 4).

جدول 4: تأثير الرش بالبورون والسكريات الكحولية والتفاعل بينهما في نسبة المواد الصلبة الذائبة (TSS)، ونسبة الحموضة (TA)، ونسبة فيتامين (C) في نبات الفراولة صنف أوزوغراند (Osogrande).

بورون / سكريات	نسبة المواد الصلبة الذائبة %(TSS)			متوسط السكريات الكحولية	نسبة الحموضة %(TA)			متوسط السكريات الكحولية	نسبة فيتامين (C) مغ/100غ وزن طازج			متوسط السكريات الكحولية
	0ppm	50ppm	100ppm		0ppm	50ppm	100ppm		0ppm	50ppm	100ppm	
الشاهد	7.00^{D}	7.20^{D}	7.40^{DC}	7.23^{b}	0.75^{A}	0.74^{A}	0.73^{A}	**0.74**^{a}	38.05^{O}	45.10^{I}	51.27^{DCBA}	**45.65**^{a}
السوربيتول 10	7.50^{DC}	7.70^{DCBA}	8.30^{DCBA}	7.83^{ba}	0.73^{A}	0.71^{A}	0.69^{A}	**0.71**^{a}	39.00^{N}	45.97^{H}	51.77^{BA}	**45.58**^{a}
السوربيتول 20	7.50^{DC}	8.00^{DCBA}	9.00^{CBA}	8.17^{ba}	0.72^{A}	0.70^{A}	0.65^{A}	**0.69**^{a}	40.13^{M}	47.10^{G}	51.53^{CBA}	**46.26**^{a}
السوربيتول 30	7.80^{DCBA}	8.70^{DCBA}	9.20^{BA}	8.57^{a}	0.71^{A}	0.68^{A}	0.62^{A}	**0.67**^{a}	41.00^{L}	47.90^{G}	51.30^{DCBA}	**46.73**^{a}
المانيتول 10	7.50^{DC}	7.80^{DCBA}	8.60^{DCBA}	7.97^{ba}	0.72^{A}	0.71^{A}	0.69^{A}	**0.71**^{a}	42.10^{K}	49.07^{F}	50.77^{EDC}	**47.31**^{a}
المانيتول 20	7.60^{DCB}	8.20^{DCBA}	9.00^{CBA}	8.27^{a}	0.72^{A}	0.70^{A}	0.63^{A}	**0.68**^{a}	43.70^{J}	50.13^{E}	50.53^{ED}	**48.12**^{a}
المانيتول 30	8.00^{DCBA}	8.80^{DCBA}	9.30^{A}	8.70^{a}	0.70^{A}	0.68^{A}	0.60^{A}	**0.66**^{a}	44.13^{J}	51.00^{DCB}	52.03^{A}	**49.06**^{a}
متوسط البورون	**7.59**^{b} **8.06**^{b} **8.69**^{a}				**0.72**^{a}	**0.70**^{ab}	**0.66**^{b}		**41.32**^{c}	**48.04**^{b}	**51.31**^{a}	
$Lsd_{5\%}$	سكريات = 0.97 بور = 0.61 تفاعل = 1.68				سكريات = 0.09 بور = 0.06 تفاعل = 0.17				سكريات = 4.37 بور = 1.10 تفاعل = 0.85			

النتائج المعروضة هي متوسط تكرار التجربة مرتين. يشير اختلاف الأحرف ضمن العمود الواحد إلى وجود اختلافات معنوية ($p<0.05$).

8- المناقشة

يؤدي الرش بالسكريات الكحولية (السوربيتول، والمانيتول) إلى تحسين نمو النبات وزيادة إنتاجه، لما لها من تأثير في نفاذية الأغشية الخلوية نظراً إلى صغر حجم جزيئاتها؛ مما يسهّل عملية اختراقها للأوراق فتتراكم في أنسجة النبات.[21] ويعود ازدياد نمو النبات بشكل مباشر إلى أن السكريات الكحولية تعتبر وحدة البناء الأولى (الكربوهيدرات) الناتجة من عملية التركيب الضوئي، ومن ثمّ ستؤدي إلى زيادة نواتج عملية الاستقلاب الحيوي للكربوهيدرات من بروتينات وبتيدات وليبيدات ومواد بكتينية وحوامض عضوية، وهذا سيؤثر في العمليات الحيوية للنبات والتنفس وتحرير الطاقة وإنتاج (ATP) والتي تشترك في نمو النبات من خلال زيادة الانقسام والاستطالة للخلايا،[22] إضافة إلى دورها في تنظيم الجهد الأسموزي عندما تتراكم داخل النبات، ومن ثمّ ستؤدي إلى تحسين امتصاص النبات للماء والمغذيات من التربة واستخدامها في زيادة النمو الخضري (عدد أوراق، ومساحة ورقية).[23] ويمكن أن تفسر زيادة عدد الأزهار كنتيجة لتحفيز التصنيع الحيوي للأحماض الأمينية والنووية وتكوين البروتينات، والذي يدفع بشكل مباشر في اتجاه تكوين البراعم الزهرية وتطور مبايضها،[25,24] ويساعد تسهيل حركة السكريات الذائبة المنتجة في الأوراق في التركيب الضوئي إلى أماكن استهلاكها في تحسين وزن وحجم الثمار، ومن ثمّ في إنتاج النبات، إضافةً إلى زيادة العمليات الفيزيولوجية والحيوية المختلفة لنمو النبات؛ حيث تعمل السكريات الكحولية مستقبلاً للهيدروجين، فتزيد من نشاط الإنزيمات التي تؤدي دوراً مهماً في التفاعل مع مركبات الفوسفوليبيد الموجودة في تركيب أغشية الخلايا، وتعمل هذه المركبات حاملاً لنقل المغذيات من خارج الخلية إلى داخلها، مما يزيد من نفاذيته للأغشية الخلوية، ومن ثم زيادة امتصاص الماء والعناصر المغذية التي بدورها تحسّن من وزن الثمرة؛ الأمر الذي ينعكس إيجابياً على محتوياتها من المواد الصلبة الذائبة.[26]

يساعد البورون في انقسام واستطالة الخلايا في الأنسجة الميرستيمية، ومن ثمّ في النمو،[7] كما يؤدي دوراً مهماً في بناء وحركة الهرمونات النباتية، ولاسيما الأوكسين الطبيعي إندول حمض الخل (IAA) ويحفّز عملها.[27]

إضافة إلى ذلك، للبورون دور مهم في زيادة إنتاج الأزهار وتحسين عُقدها، ومن ثم تحسين الإنتاج الكلي.[28] وبالنسبة إلى تحسين الإنتاج ونوعيته، يمكن أن يعزى ذلك إلى دور البورون في تسهيل حركة انتقال السكريات المصنعة في الأوراق، حيث يشجع النمو وزيادة المساحة الورقية، ومن ثمّ رفع قدرة النبات التمثيلية؛ مما يزيد انتقال الكربوهيدرات المصنعة في الأوراق إلى الثمار عن طريق اتحاد البورات)وهي مجموعة واسعة من الأنيونات الحاوية على عنصري البورون والأكسجين (مع جذر الهيدروكسيل في السكريات، فتتشكل إسترات حمض البوريك التي تكون حركتها في الأوعية الناقلة من الأوراق إلى الثمار أسهل من انتقال السكريات المستقطبة بمفردها، كما أن وصول كمية عالية من السكريات إلى داخل الخلية سيعمل على خلق جهد أسموزي يستقطب الماء في اتجاه خلايا الثمرة فينشط استطالتها ومن ثمّ زيادة حجمها ووزنها.[28 29-] كما قد يفسر زيادة فيتامين C في عصير الثمار لتحفيز البور تكوين هذا الفيتامين.[30]

9- الاستنتاجات

- حسنت معاملة الرش بالسكريات الكحولية (السوربيتول، والمانيتول) النتائج بالنسبة إلى مؤشرات النمو والإنتاج والجودة، وحقق المانيتول قيماً أفضل نظراً إلى صغر حجم جزيئاته مقارنة بالسوربيتول.
- أظهر التركيز 30 غ/ل لنوعي السكر تفوقاً معنوياً مقارنة ببقية التراكيز، بينما تقاربت النتائج بين التركيزين 10 و20 غ/ل.
- أثبتت الدراسة أن الرش بالبورون شجّع نمو وإنتاج نبات الفراولة وحسّن نوعية ثماره، وسجلت أعلى القيم معنوياً عند التركيز (100 ppm).

10- المقترحات

- تطبيق المعاملة بالسكريات الكحولية والبورون على نباتات أخرى للتأثير الإيجابي له في النمو والإنتاج وتقليل تلوث البيئة.
- دراسة تأثير المعاملة بمواد أخرى صديقة للبيئة من حمض الهيوميك، وأحماض أمينية، وطحالب بحرية ... إلخ) في نمو وإنتاج النباتات بغير تقليل التلوث الناتج من الأسمدة الكيميائية.

المراجع

1. Hummer KE, Bassil N, Njuguna W. Wild crop relatives: Genomic and breeding resources – temperate fruits. Cole C, editor; 2011. Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag. pp. 17–44.
2. FAO. Food and agriculture organization of the United Nations; 2019. Available from FAOSTAT Agricultural Statistics Database: http://www.Fao.org
3. Jaakola L, Määttä K, Pirttilä AM, Törrönen R, Kärenlampi S, Hohtola A. Expression of genes involved in anthocyanin bio-synthesis in relation to anthocyanin, proanthocyanidin, and flavonol levels during bilberry fruit development. Plant Physiology. 2002;130:729–739.
4. Himelrick DG, Dozier WA Jr. Soil fumigation and soil solarisation in strawberry production. Advances in Strawberry Production. 1991;10:12–28.
5. Kilic B, Sonmez I. Determination of the effects of different organic fertilizers and doses on soil properties. Mediterranean Agricultural Sciences. 2019;32(Special issue):91–96.
6. Negi YK, Sajwan P, Uniyal S, Mishra AC. Enhancement in yield and nutritive qualities of strawberry fruits by the application of organic manures and biofertlizers. Scientia Horticulturae. 2021;283:110038.
7. Brown PH, Hu H. Phloem mobility of boron is species dependent: Evidence for phloem mobility in sorbitol-rich species. Annals of Botany. 1996;77(5):497–506.
8. Mufty RK, Taha SM. Response Two Strawberry Cultivars (*Fragaria* x *ananassa* Duch) for foliar application of two organic fertlizers. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 2021;910:012033.
9. Gutiérrez E, Gaudillère JP. Carbon partitioning in source leaves of peach, a sorbitol-synthesizing species, is modified by photosynthetic rate. Physiologia Plantarum. 1997;100:353–360.
10. Warington K. The effect of boric acid and borax on the broad bean and certain other plants. Annals of Botany. 1923;37(4):629–672.
11. Shorrock VM. The occurrence and correction of boron deficiency. Plant Soil. 1997;193:121–148.
12. Meng D, He M, ABi Y, Xu H, Dandekar AM, Fei Z, et al. Decrease DE sorbitol synthesis leads to abnormal stamen development and reduce Pollen tube growth via an MYB transcription factor, MdMYB39L, in apple (*Malus domestica*). New Phytologist. 2018;217(2):641–656.
13. AL-Taee RWM, AL-Shammari MFM. Effect of spraying with organic fertilizer and sorbitol sugar on growth and yeild of cabbage. Diyala University, Collage of Agriculture, Iraq. 2022;13(1):362–367.
14. Awuchl CG. Sugar alcohols chemistry production, importance of mannitol, sorbitol, and erythritol. International Journal of Advanced Academic Research Sciences, Technology Engineering. 2017;3(2488):49–98.
15. Moulin HR, Obaid IA. Effect of sorbitol and boron spraying on vegetative growth and flowering of strawberry *Fragaria ananassa* Duch. Cv. Ruby gem. Arab Journal of Sciences & Research Publishing. 2019;3(2):14–27. DOI: https://doi.org/10.26389/AJSRP.H101218
16. Kuwada K, Kuramoto M, Utamura M, et al. Effect of mannitol from *Laminaria japonica*, other sugar alcohols, and marine alga polysaccharides on in vitro hyphal growth of *Gigasopra margarita* and root colonization of trifoliate orange. Plant and Soil. 2005;276(1–2):279.
17. Raefii S, Zahra P. Effect of boric acid spray on growth and development of 'Camarosa'strawberry (*Fragaria*× *ananassa* Duch.). International Journal of Advanced Biological and Biomedical Research.2014;2(4):1060–1063. http://www.ijabbr.com/article_7277.html
18. Obaed IA, Mowlan EA. Effect of boric acid and sorbitol spray on growth and flowering of 'Rubygem' strawberry (*Fragaria*× *ananassa* Duch.). Journal of Agriculture and Veterinary Sciences. 2019;3(2): 14-27.
19. Mosleh MF, Abdul Rassol IJ. Role of spraying boron and sugar alcohols on growth, yield and seeds production of pepper. Iraqi Journal of Agricultural Sciences. 2019;50(2):646–652.
20. AOAC. Official methods of analysis. 14th ed. Washington, DC: Association of Official Agricultural Chemists; 1989.
21. Serenella N, Pizzeghelloa D, Muscolob A, Vianello A. Physiological effects of humic substances on higher plants. Soil Biology and Biochemistry. 2002;34(11):1527–1536.
22. Hu H, Penn SG, Lebrilla CB, Brown PH. Isolation and characterization of soluble boron complexes in higher plants. Plant Physiology. 1997;113(2):649–655.
23. Al-Sahaf FH. Applied plant nutrition. University of Baghdad, Ministry of Higher Education and Scientific Research; 1989. pp. 45–47.

24. Barker AV, Pilbeam DJ. Handbook of plant nutrition, 2nd edition. Boca Raton: CRC Press; 2015.
25. Battal, P. Effects of some mineral nutrients on gibbrellic acid levels in maize plants. Economic Botany. 2006;58(2):195–203.
26. Silke W. Boron foliar fertilization: Impacts on absorption and subsequent translocation of foliar applied boron. Ph.D. Dissertation in Agricultural Sciences. Faculty of Agricultural Sciences, University of Hohenheim, Germany; 2011. pp. 93.
27. Mengel K, Kirkhy EA. Principles of plant nutrition. 5th ed. Dordrecht/Bern, Switzerland: Kluwer Academic Publishers; 2001. pp. 849.
28. Motesharezade B, Malakuty MJ, Nakhoda B. Effects of N, Zn and B sprays on photochemical efficiency of sweet cherry. Hort Newsletter. 2001;12:106–111.
29. Hagreaves C, Adi S, Warman RR. The effects of municipal solid waste compost and compost tea on mineral element uptake and fruits quality of strawberry. Compost Science and Utilization. 2009;17(2):85–94.
30. Smirnoff N. Botanical Briefing: The function and metabolism of ascorbic acid in plants. Annals of Botany. 1996;78(6):661–669. https://doi.org/10.1006/anbo.1996.0175

المجلة العربية للبحث العلمي
Arabian Journal of Scientific Research

https://doi.org/10.5339/ajsr.2023.3
المجلة العربية للبحث العلمي، 2023، 1 من 7

ورقة بحثية

دراسة مستشفوية حول مستوى انتشار اضطراب طيف التوحد في ليبيا – ماذا يمكننا أن نفعل لمجابهة هذا الاضطراب؟؟

عادل محمد زقلام[1*]، أمينة الجيلاني ماعونه[2]، نجاح الصادق وهرة[3]

[1] رئيس أقسام الأطفال، المستشفى الجامعي، طرابلس، ليبيا
[2] طبيبة أطفال، الرعاية الصحية الأولية، طرابلس، ليبيا
[3] صيدلانية، الرعاية الصحية الأولية، طرابلس، ليبيا
* Email: adelzeglam@gmail.com

الملخص

هناك العديد من المشاكل في مجال صحة الطفل، واضطراب طيف التوحد هو أحد هذه المشاكل الذي لو تم اكتشافه مبكراً فإنه سوف يكون له تأثير حاسم على صحة وتعليم الطفل، أو على الأقل التقليل من أثرهما السلبي، حيث يرى متخصصون أنه لا يوجد شفاءٌ تامٌّ من هذا الاضطراب. التوحد هو اضطراب عالمي، ونسبياً لا يُعرف إلا القليل عن أعراضه وتواجده في البلدان النامية مثل ليبيا. التوحد عبارة عن اضطرابات عصبية نمائية معقدة في نمو الدماغ تظهر في مرحلة الطفولة المبكرة، وتتميز هذه الاضطرابات بمواجهة الفرد لصعوبات في التفاعل مع المجتمع والتواصل معه، وبضعف التواصل اللفظي وغير اللفظي، والاهتمامات المتكررة والأنشطة المحدودة. **أهداف الدراسة:** تتبع الدراسة مدى انتشار اضطراب طيف التوحد في الأطفال الذين تمت إحالتهم إلى عيادات أمراض الأطفال العصبية والنمائية بمستشفى الخضراء العام، المستشفى الجامعي بطرابلس، والعيادات التخصصية الخاصة ما بين سنتي 2011-2020. **طرق الدراسة:** دراسة ومقارنة النتائج لجميع الأطفال الذين تم تحويلهم إلى عيادة الأمراض العصبية والنمائية في الفترة ما بين شهر يناير 2011 وشهر ديسمبر 2020 بتشخيص مبدئي عبارة عن تأخر اللغة والنطق. تم تشخيص الاضطراب على أساس معايير DSM-IV & DSM-5 (قائمة الضبط المأخوذة من الكتيب الإحصائي والتشخيصي لإصابات التوحد النسختين الرابعة والخامسة اللتين أصدرتهما المنظمة الأمريكية للعلاج النفسي)، وكذلك القائمة المعدلة للتوحد عند الأطفال(M-CHAT) ، ومقياس تصنيف التوحد في مرحلة الطفولة (CARS)، بالإضافة إلى المعلومات المتحصل عليها من مقابلة الطفل والوالدين, ومن قوائم التدقيق والفحص العام للطفل. وقد استخدم البرنامج الإحصائي SPSS-V26 لإجراء المعالجات الإحصائية اللازمة، وحساب النسب المئوية، والتكرارات، واختبار تِ (t- test)، وتحليل التباين للدلالة على الفروق بين المجموعات. **النتيجة:** شهدت ليبيا زيادة في عدد الأطفال الذين تم تشخيصهم باضطراب طيف التوحد. فعلى سبيل المثال، في السنوات العشر الماضية، على الرغم من الصراع المسلح وعدم الاستقرار السياسي الليبي، زاد عدد التشخيصات الجديدة ومستوى الانتشار سنوياً بأكثر من الضعف، مع أكثر من 363 طفلاً تم تشخيصهم حديثاً باضطراب طيف التوحد، واضطرابات التواصل والتفاعل الاجتماعي في عام 2020، وأظهرت نتائج الدراسة أن معدل انتشار اضطراب طيف التوحد ما بين الأطفال حوالي 4 إلى 8 أطفال لكل ألف طفل وهي في ازدياد؛ وكانت نسبة الذكور إلى الإناث 4 :1, وقد لُوحظت هذه الزيادة في جميع أنحاء العالم. **الخاتمة:** هذه دراسة مستشفوية، لا تعكس مدى الانتشار الحقيقي للطيف، حيث إن انتشار هذه المشكلة هو على الأرجح شبيه بذلك الذي شُوهد في الولايات المتحدة الأمريكية والمملكة المتحدة. الإحالة إلى المتخصصين من ذوي الخبرة في هذا النوع من المشاكل توفر الوقت والمال، وتجنب الطفل فحوصاتٍ وأشكالاً علاجية لا لزوم لها.

الكلمات المفتاحية: طيف التوحد، تأخر النطق، ليبيا، اضطراب، سلوك.

Received 21 July 2022; accepted 06 February 2023; published 30 April 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: Zeglam AM, Maouna AJ, Wahra NS. Hospital-based study on the prevalence of autism spectrum disorder in Libya–What can we do to tackle this disorder? Arabian Journal of Scientific Research 2023:1.3. https://doi.org/10.5339/ajsr.2023.3

Title

Hospital-based study on the prevalence of autism spectrum disorder in Libya−What can we do to tackle this disorder?

Adel M. Zeglam[1*], Ameena J. Maouna[2], Najah S. Wahra[3]

[1] Head of Pediatric Departments, Tripoli University Hospital, Tripoli, Libya

[2] Pediatrician, Primary Health Care, Tripoli, Libya

[3] Community Pharmacist, Primary Health Care, Tripoli, Libya

Abstract

There are many problems in the field of child health and autism spectrum disorder is one of these problems. If Autism is detected early, it can have a significant effect on the health and education of the child, or at least reduces its negative impact, though specialists believe that there is no complete cure for this disorder. Autism is a global disorder and relatively little is known about its symptoms and its presence in developing countries such as Libya. Autism is a complex neurodevelopmental disorder in brain development that appears in early childhood and is manifested by difficulties in interacting and communicating with society- including poor verbal and non-verbal communication - and is associated with repetitive interests and limited activities. **Aim:** Tracking and studying the prevalence of autism spectrum disorder in children who were referred to Pediatric Neurodevelopment clinics (PNDC) at Al-Khadra General Hospital, Tripoli University Hospital and private specialized clinics between the years 2011-2020. **Methods**: The study examined and compared the results of the assessment of all children referred to the PNDC between January 2011 to December 2020, with an initial diagnosis of language and speech delay. The disorder was diagnosed on the basis of the DSM-5 & DSM-IV criteria (a checklist issued by American Psychiatric Association) as well as the Modified Checklist for Autism in Children (M-CHAT) and the Childhood Autism Rating Scale. (CARS), in addition to the information obtained from interviewing the child and parents, general examination of the child and results of relevant investigations. The statistical program SPSS-V 26 was used to perform the necessary statistical procedures, calculating percentages, frequencies, t-test, and analysis of variance to indicate differences between groups. **Results:** There is an increase in the number of children diagnosed with autism spectrum disorder in Libya over the past ten years. Although that period in Libya witnessed armed conflict and political instability, the number of new diagnoses and prevalence level has more than doubled annually. In 2020, more than 363 children newly diagnosed with autism spectrum disorder and communication and social interaction disorders. The study showed that the prevalence of autism spectrum disorder among children was about 4 to 8 children per one thousand children and it is still increasing. The ratio of males to females was 4:1 and this rise was observed all over the world. **Conclusion:** This is a hospital-based study and does not reflect the true prevalence of the spectrum as the prevalence of this problem is probably similar to that seen in USA and UK. Referral to specialists with experience in this type of problem saves time and money and keeps the child away from investigations and medications.

Keywords: autism spectrum, delayed speech, Libya, disorder, behaviour

1- المقدمة

صدر رسمياً الدليل الأمريكي التشخيصي والإحصائي الخامس للاضطرابات النفسية (DSM-5) في 2013/5/18، وقد كان هذا الكتيب نتيجة لجهودٍ علمية كبيرة من قبل المتخصصين خلال أكثر من عشر سنوات مضت، ويعتبر هذا الدليل مرجعاً رئيسياً للمتخصصين والباحثين في مجالات الاضطرابات النفسية والنمائية.

ويصنف الدليل التشخيصي والإحصائي للاضطرابات العقلية في نسخته الخامسة الصادر عن الجمعية الأمريكية للأطباء النفسانيين أطفال التوحد على مقياس متسلسل وفقاً لمستوى الدعم الذي يحتاجون إليه.[1]

لقد تضمن الدليل الجديد العديد من التغيرات والمعايير المهمة في بعض الأمراض والاضطرابات مثل التوحد، حيث أصبح لدينا الآن تشخيص واحد وهو اضطراب طيف التوحد (Autism Spectrum Disorder)، بدلاً من التشخيصات السابقة التي كانت تقع تحت مظلة التوحد وهي: التوحد – اضطراب أسبرغر- اضطراب الطفولة الانحلالي- اضطراب النمو الشامل غير المحدد بشكل آخر.

احتوت المقاييس الجديدة استبعاد متلازمة ريت (Rett Syndrome) من مظلة اضطراب طيف التوحد؛ ولعل السبب والحجة التي تم الاستناد إليها من قبل لجنة إعداد هذه المقاييس الجديدة يكمن في أن هذه الاضطرابات لا تختلف عن بعضها البعض من حيث مقاييس التشخيص، وإنما اختلافها يكمن في: درجة حدة التصرفات، والأعراض السلوكية، ومستوى النطق واللغة، ومستوى الذكاء لدى الأشخاص المصابين؛ لذا فإن الكتيب الإحصائي الجديد قد قام بجمعها في مجموعة واحدة لا تختلف في كيفية تشخيصها, كما أن اللجنة تبرر استبعادها لمتلازمة ريت لكونها متلازمة جينية قد تم اكتشاف الجين المسبب لها (MECP2) . كما احتوت المقاييس الجديدة في الكتيب الخامس على إلغاء الاستخدام السابق لثلاثة مجالات من الاضطراب، وتخفيضه إلى مجالين رئيسيين بدلاً من ثلاثة وهما: القصور في التواصل، والتفاعل الاجتماعي معاً كمجال واحد (Social communication and Interaction Disorder) واهتمامات مقيدة ومكررة من السلوك والاهتمامات والأنشطة كمجالٍ ثانٍ. وإذا لم يتوفر وجود الصفات السلوكية المذكورة في المجال، أو المقياس الثاني في الطفل؛ فإن التشخيص هو اضطراب في التواصل الاجتماعي، وليس اضطراب طيف التوحد.

منذ أن أدخل الطبيب النفسي ليو كانر مصطلح «التوحد الطفولي المبكر» (Early Infantile Autism) قبل أكثر من ثمانين عاماً لم يتفق العلماء حتى الآن على أي سبب موضوعي، وظيفي أو عضوي، أو جيني، أو نشاط كهربائي غير طبيعي في دماغ المصاب لتحديد مصدر هذا الاضطراب، ويحاول الباحثون بقدر المستطاع إيجاد آلية تهدف للوصول إلى تشخيص مبكر للاضطراب تكون أكثر دقةً؛ حتى يمكن تطوير علاج أفضل.

وتشير التقديرات العالمية إلى أن طفلاً واحداً من بين كل 160 طفلاً مصاب باضطرابات طيف التوحد. وتمثل هذه التقديرات متوسط عدد الحالات، وتختلف معدلات انتشار الاضطراب بشكل ملحوظ وفق الدراسات المنشورة، بيد أن بعض الدراسات الحديثة تفيد بمعدلات انتشار أعلى بكثير من ذلك.[2, 3]

كما تشير وزارة الصحة والخدمات الإنسانية الأمريكية في نشراتها عن اضطراب التوحد إلى أن أحدث تقرير للمراكز الأمريكية لمكافحة الأمراض والوقاية التي تعود إلى خريف 2018 يقدر معدل التوحد بطفل واحد من بين 44 طفلاً في جميع الفئات العرقية والإثنية والاجتماعية والاقتصادية

في العالم. ولفتت الوزارة في نشرتها إلى أن تحليل معدلات انتشار التوحد حسب الدول التي أُجريت فيها الدراسات في كل من: آسيا، وأوروبا، وأمريكا الشمالية، بيَّنت أن متوسط معدل انتشار طيف التوحد تراوح بين 1 إلى 2 في المائة، وقد أيدت منظمة الصحة العالمية في منشوراتها الدورية هذه الأرقام.[5,4]

في سنة 2010، كان هناك ما يقرب من 52 مليون شخص يعانون من اضطراب طيف التوحد في العالم. ويمثل هذا الرقم زيادة هائلة بالمقارنة بالسنوات السابقة، أما في سنة 2021، فقد أفاد مركز السيطرة على الأمراض (CDC) بالولايات المتحدة الأمريكية أن ما يقرب من طفل واحد من بين كل 44 طفلاً في الولايات المتحدة مصاب باضطراب طيف التوحد (ASD)، وفقاً لبيانات عام 2018.[6]

وقد بينت الدراسات التي أُجريت في البحرين أن معدل انتشار الاضطراب الذاتوي (التوحد) يقدر بنسبة 3.4 لكل 10000 نسمة، وكانت نسبة الذكور إلى الإناث 4 إلى 1. وكان تقدير معدل الانتشار في البحرين مماثلاً لما ورد في تقارير سابقة اتبعت نفس الطرق.[7] في سلطنة عمان تشير الدراسات إلى انتشار إجمالي قدره 20.35 حالة لكل 10000 طفل (1:491) (تتراوح أعمارهم بين 0-14 سنة)، وهذا الرقم أعلى مما نشر سنة 2011.[8] في المملكة العربية السعودية أشارت الدراسات إلى أن مستوى انتشار طيف التوحد في مدينة جدة كان 2.618 لكل 1000 طفل، بينما كان مستوى الانتشار في مدينة مكة 3.680 لكل 1000 طفل.[9] كما أوضحت دراسة أخرى مقدار زيادة الوعي في المجتمع السعودي بهذا الاضطراب.[10]

أما في الجمهورية التونسية فكان معدل انتشار الاضطراب في الأطفال البالغين من العمر سنتين قرابة 35 لكل 10000 طفل.[11] وقد بينت دراسة مجتمعية على الأطفال الصغار أُجريت في مصر كمرحلة أولى أن مستوى انتشار طيف التوحد بين هؤلاء الأطفال هو 23.8%، مع التوصية بتوسيع العينة لتشمل الفئات العمرية الأخرى كمرحلة ثانية للدراسة لتأكيد هذا الرقم.[12] بينما أوضحت دراسة أخرى أُجريت في محافظة الشرقية بجمهورية مصر على الأطفال الذين لديهم اضطرابات نمائية أن مستوى انتشار اضطراب طيف التوحد ما بين هؤلاء الأطفال هو 33.6%.[13]

أما في ليبيا أوضحت الدراسات التي أُجريت في مدينة طرابلس أن معدل انتشار اضطراب طيف التوحد ما بين الأطفال حوالي 4 إلى 8 أطفال لكل ألف طفل وهي في ازدياد؛ وكانت نسبة الذكور إلى الإناث 4 :1.[17,16,15,14] وبالمقارنة مع الأطفال الآخرين يبدو أن الأطفال المصابين باضطراب طيف التوحد ينجذبون إلى برامج تلفزيونية معينة، ويقضون وقتاً طويلاً أمام جهاز التلفاز والقنوات الفضائية يفوق الأربع ساعات متواصلة منذ الأشهر الأولى من حياة الطفل.[18]

هنالك العديد من الدراسات العلمية المحكمة التي لا يتسع المجال لذكرها، والتي نتائجها تتوافق على أن مشاهدة التلفاز في مرحلة الطفولة المبكرة قد يكون عنصراً بيئياً محفزاً مهماً للإصابة باضطراب طيف التوحد.[19] كما أظهرت نتائج بعض الدراسات الحديثة أن فترة التعرض لشاشة التلفاز كانت أطول عند الأطفال المصابين باضطراب التوحد مقارنة بالأطفال العاديين.[20]

أكبر دراسة متعددة الجنسيات للبحث في العلاقة ما بين سن الوالدين وخطر التوحد وجدت ارتفاع معدلات التوحد بين أطفال الأمهات الصغيرات في السن (أقل من 20 سنة)، وبين الأطفال الذين كانت لدى آبائهم وأمهاتهم فجوات عمرية كبيرة نسبياً. أكدت الدراسة أيضاً أن الآباء والأمهات الأكبر سناً أكثر عُرضة لإنجاب الأطفال المصابين بالتوحد. وشمل التحليل أكثر من 5.7 مليون طفل في خمسة بلدان. وكانت معدلات التوحد أعلى 28 % عندما كان الآباء في سن 40 مقابل 20 سنة. كانت معدلات التوحد أعلى 15% في الأطفال الذين وُلدوا لأمهات في سن40 مقارنة مع أولئك الذين وُلدوا لأمهات في سن 20 سنة، كما ارتفعت معدلات التوحد أيضاً مع اتساع الفجوات بين أعمار الوالدين. وكانت هذه المعدلات أعلى عندما كان الآباء ما بين 35-44 عاماً، وكانت زوجاتهم تصغرهم بحوالي 10 سنوات أو أكثر. وفي المقابل، ارتفعت المعدلات عندما كانت الأمهات في عمر 30 سنة وكان أزواجهن أصغر منهن سناً بعشر سنوات أو أكثر.[21,16]

2- أهداف الدراسة

تتبع الدراسة مدى انتشار اضطراب طيف التوحد في الأطفال الذين تمت إحالتهم إلى عيادات أمراض الأطفال العصبية والنمائية بمستشفى الخضراء العام، المستشفى الجامعي بطرابلس، والعيادات التخصصية الخاصة ما بين سنتي 2011 – 2020.

3- طرق الدراسة

دراسة ومقارنة النتائج لجميع الأطفال الذين تم تحويلهم إلى عيادة الأمراض العصبية والنمائية في الفترة ما بين شهر يناير 2011 وشهر ديسمبر 2020 بتشخيص مبدئي عبارة عن تأخر اللغة والنطق، وعدم النطق أو سلوكيات شاذة، جدول 1.

تم تشخيص الاضطراب على أساس معايير DSM-IV & DSM-5 (قائمة الضبط المأخوذة من الكتيب الإحصائي والتشخيصي لإصابات التوحد النسختين الرابعة والخامسة اللتين أصدرتهما المنظمة الأمريكية للعلاج النفسي)، وكذلك القائمة المعدلة للتوحد عند الأطفال (M-CHAT) ومقياس تصنيف التوحد في مرحلة الطفولة (CARS)، بالإضافة إلى المعلومات المتحصل عليها من مقابلة الطفل والوالدين، ومن قوائم التدقيق والفحص العام للطفل.

تـم استخدام البرنامج الإحصائي SPSS-V 26 لإجراء المعالجات الإحصائية اللازمة، وحساب النسب المئوية، والتكرارات، واختبار test T، وتحليل التباين للدلالة على الفروق بين المجموعات. تم إجراء الفحوصات السمعية، والرنين المغناطيسي الدماغي على جميع الأطفال المشمولين في الدراسة.

عيادات أمراض الأطفال العصبية والنمائية. طرابلس. ليبيا

- أربع عيادات أسبوعية منتظمة.
- ضمن العيادات الخارجية بمستشفى الخضراء التعليمي، ومستشفى طرابلس الجامعي.
- يتم الكشف على حوالي 20 طفلاً في كل عيادة، وتتراوح أعمار الأطفال ما بين (0-16) سنة.
- عيادات بإشراف استشاري (ع. ز)، بالإضافة إلى أخصائية، وطبيب نائب، وطبيب عام، وممرضة.
- تخدم مدينة طرابلس، والمناطق والمستشفيات المحيطة بها.
- تستقبل الأطفال المحولين من مناطق أخرى.
- كما تتابع حالات الصرع، والأمراض العصبية الأخرى.

4- النتائج

شهدت ليبيا زيادة في عدد الأطفال الذين تم تشخيصهم باضطراب طيف التوحد. فعلى سبيل المثال، في السنوات العشر الماضية، على الرغم من

الصراع المسلح، وعدم الاستقرار السياسي الليبي، زاد عدد التشخيصات الجديدة، ومستوى الانتشار سنوياً بأكثر من الضِّعف، مع أكثر من 363 طفلاً، تم تشخيصهم حديثاً باضطراب طيف التوحد واضطرابات التواصل والتفاعل الاجتماعي في عام 2020. وقد لُوحظت هذه الزيادة في جميع أنحاء العالم.

من خلال مقارنة النتائج يتضح أن السبب الرئيسي لتحويل الأطفال إلى العيادة التخصصية في الفترة التي امتدت بها هذه الدراسة هو عدم قدرة الطفل على التواصل اللفظي بجميع أنواعه، انظر جدول 1.

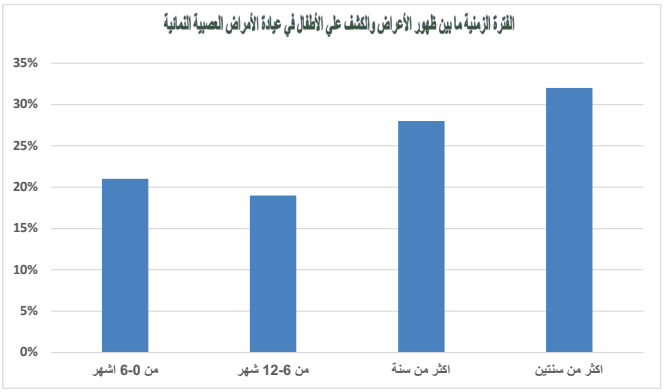
كانت الولادة طبيعية في 62% من الأطفال، و39% تمت الولادة بعمليات قيصرية إما اختيارية أو طارئة، كما لُوحظ أن 6% من الأطفال المشمولين في الدراسة تعرضوا لاختناق وليدي.

جدول 1: نسبة اضطراب التوحد إلى الأعراض عند الكشف

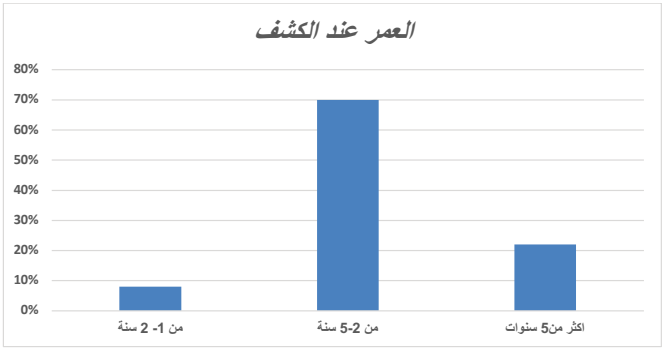
الأعراض	العدد الكلي	اضطراب طيف التوحد
تأخر النطق والكلام	2473	(1385) %56
لا ينطق ولا يتكلم	2073	(1451) %70
حركة مفرطة	535	(128) %24
فقدان مهارة اللغة والكلام بعد اكتسابها	467	(215) %46
كلام غير واضح	334	(134) %40
سلوكيات شاذة. رفرفة. شم الأشياء	334	(217) %65
سمات توحدية. تعلق بالأشياء. روتين	134	(44) %33
صعوبة الاختلاط مع الآخرين	267	(198) %74
الصرع	67	(2) %3

من خلال هذه الدراسة لاحظنا ما يلي:

1. نظراً لزيادة وعي المجتمع باضطراب طيف التوحد، فقد لُوحظ أن أولياء الأمور يقومون بالبحث، وأخذ المشورة الطبية مبكراً، حيث إن معظم الحالات تم الكشف عليها وتشخيصها ما بين السنة الثانية والخامسة من عمر الطفل (70%)، مما يؤكد زيادة وعي أولياء الأمور، والبحث عن التشخيص مبكراً. كما يتضح من هذه الدراسة أن معظم الأطفال (68%) تم الكشف عليهم خلال سنتين من ظهور الأعراض- شكل 1وشكل 2.



شكل 1. الفترة الزمنية ما بين ظهور الأعراض والكشف على الأطفال

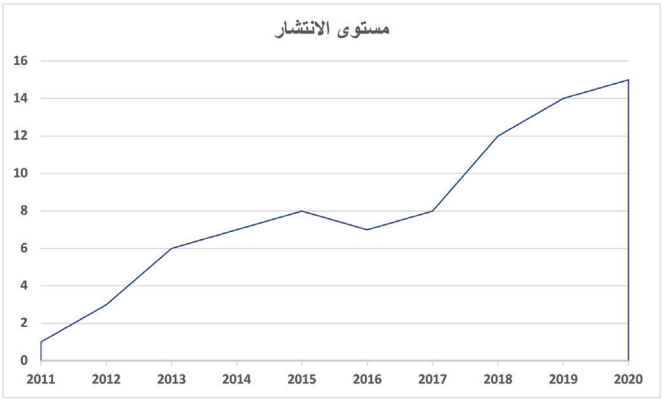


شكل 2: العمر عند الكشف

2. وجود أكثر من طفل، ووجود توائم وأجزاء من توائم (توأم مصاب والآخر سليم) في العائلة الواحدة يؤكد أن الوراثة قد تكون إحدى العوامل المسببة لهذا الاضطراب، بالإضافة إلى مشاهدة الجهاز المرئي في السنوات الأولى من العمر كعنصر بيئي محفز، حيث إن أكثر من 85% من الأطفال المصابين وُضعوا أمام الجهاز المرئي في السنة الأولى من العمر.
3. أما بالنسبة لقياس استجابة جذع الدماغ السمعي (Auditory Brainstem Response) فهو غير ضروري عند الأطفال المصابين باضطراب طيف التوحد، دون وجود علامات سريرية تشير إلى ضعف السمع، وبدون أي مخاوف أبوية بشأن السمع، ومع هذا فقد أُجريت القياسات السمعية على جميع الأطفال المشمولين في الدراسة وكانت معظمها سليمة.[22]
4. تم العثور على معدل مرتفع بشكل غير متوقع (3.3%) من تشوهات الدماغ خلال التصوير بالرنين المغناطيسي في أول سلسلة كبيرة من التحقيقات السريرية بالرنين المغناطيسي على الدماغ للأطفال المصابين

بالتوحد، ويمكن أن تسهم هذه النتائج في مزيد من البحث عن السبب في اضطراب طيف التوحد.[23] ومن هذه النتائج على سبيل المثال لا الحصر: (عدم تخلق الجسم الثفني، حثل المادة الدماغية البيضاء، ضمور المخ، تلين بيضاء الدماغ المحيطة بالبطينات)، حيث لا يتسع المجال لذكر جميع التشوهات لخروجها عن سياق هذه الدراسة.

5. وُجد ارتفاع معدلات التوحد بين أطفال الأمهات الصغيرات في السن (أقل من 20 سنة)، وبين الأطفال الذين كانت لدى آبائهم وأمهاتهم فجوات عمرية كبيرة نسبياً.[16,21]
6. .لم نلاحظ تغيراً مهماً وملحوظاً في مستوى انتشار الاضطراب قبل سنة 2013 عندما كان يستخدم الكتيب التشخيصي والإحصائي الرابع (DSM IV)، وبعد سنة 2013 عندما بدأ استعمال الكتيب الخامس (DSM 5).
7. لُوحظت زيادة معدل تشخيص اضطراب التواصل الاجتماعي (social communication disorder) بعد عام 2013 مقارنةً باضطراب طيف التوحد بعد إدراج اضطراب التواصل الاجتماعي في DSM-5 كتشخيص منفصل؛ وهنا يطرح السؤال نفسه -هل هو حقاً اضطراب مختلف عن التوحد أم أنه متغير في نفس طيف التوحد؟ - وللإجابة عن هذا السؤال نحتاج إلى المزيد من البحوث والدراسات.
8. لُوحظ أن هنالك تذبذباً في مستوى انتشار الاضطراب في ليبيا خلال سنتي 2018 – 2020 وهذا النقص والتذبذب ليس حقيقياً، حيث إن مستوى انتشار الاضطراب لا يزال يتصاعد عالمياً، ونعتقد أن هذا النقص هو نتيجة لما يسمى بالربيع العربي؛ مما سبب تدهوراً للحالة الأمنية في البلاد، والنزاع المسلح، وصعوبة التنقل نتيجة لنقص الوقود، وغلق بعض المطارات الداخلية، والتهجير والنزوح الجماعي الداخلي والخارجي، وتردي الوضع الصحي في بعض المناطق، واستحالة وصول المريض إلى المرافق الصحية لأخذ المشورة الطبية. (شكل 3، جدول 2)



شكل 3. مستوى الانتشار

جدول 2: مستوى انتشار اضطراب طيف التوحد

	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Number of children referred to NDC عدد الأطفال المحولين للعيادات التخصصية	200	792	890	664	814	730	652	667	669	606
Autism spectrum disorder اضطراب طيف التوحد	166	630	608	358	440	406	322	293	307	244
Social communication & interaction disorder اضطراب التواصل والتفاعل الاجتماعي	0	0	0	49	61	55	83	113	98	119
Disorders of speech and languages اضطرابات اللغة والنطق	34	162	282	257	313	269	247	261	264	243
Prevalence مستوى الانتشار	**1:1000 1:1000**	**1:333 3:1000**	**1:167 6:1000**	**1:142 7:1000**	**1:125 8:1000**	**1:140 7:1000**	**1:125 8:1000**	**1:83 12:1000**	**1:71 14:1000**	**1:67 15:1000**

نقاط مشوقة

- 6 أطفال أنابيب مصابون بالتوحد.
- 5 أطفال أولياء أمورهم مصابون بانفصام الشخصية.
- 91 طفلاً أجزاء من توائم مصابة بالتوحد (أحد التوائم سليم والآخر مصاب).
- 3 عائلات لديها ثلاثة أطفال مصابون بالتوحد.
- 13 عائلة (26 طفلاً) لديهم توأم مصاب بالتوحد.
- 11 طفلاً أبناء عمومتهم مصابون بالتوحد.
- أكثر من 80% من الأطفال المصابين بالتوحد مرتبطون بقناة طيور الجنة.

وقد كشفت عدة دراسات أخرى منها التي أُجريت بمستشفى الرازي

بتونس، وتحديداً بقسم الطب النفسي للأطفال عن وجود حالات تم تشخيصها على أنها تعاني من هذا الاضطراب؛ نتيجة بقاء هؤلاء الأطفال الذين كانت أعمارهم سنتين أو أقل لمدة طويلة يشاهدون قنوات للأطفال تعيد بشكل متواصل نفس الأغاني طيلة الحصص التلفزيونية المقدمة للأطفال، بل إن هنالك من رفع شعار «احذروا قناة طيور الجنة، إنها خطر يحدق بالأطفال.[25,24]

- أكثر من 60% من الأطفال وُضعوا أمام جهاز الإذاعة المرئية منذ الأشهر الأولى من العمر. عادةً ما حدق وبدأ الأطفال المصابون بالتوحد في مشاهدة التلفزيون في وقت مبكر عن الأطفال العاديين (القيمة الاحتمالية P <0.001) وقضوا أيضاً وقتاً أطول في مشاهدة التلفزيون مقارنة بالأطفال العاديين (القيمة الاحتمالية P <0.001). كان الأطفال الذين شاهدوا التلفزيون لأكثر من ساعتين أكثر عرضة للإصابة باضطراب طيف التوحد من الأطفال الذين لم يشاهدوا التلفاز مطلقاً أو شاهدوا التلفاز أقل من ساعتين (OR = 2.5 نسبة الأرجحية & CI مجال الثقة 95% 1.8 – 3.6 CI) كانت ذات دلالة إحصائية (القيمة الاحتمالية p- <0.001).[18]
- 48 طفلاً يعانون من تأخر في النطق؛ اتضح أن لديهم صمماً عصبياً حسياً منهم 17 طفلاً يعانون من طيف التوحد أيضاً.
- 578طفلاً كان لديهم اضطرابات في التواصل والتفاعل الاجتماعي حسب تصنيف الكتيب الإحصائي الأمريكي الخامس.[1]

نقاط تستحق البحث

- 16 عائلة لديهم تاريخ مرضي بتأخر النطق والكلام.
- 17 طفلاً أمهاتهم أُصبن بمرض السكري خلال فترة الحمل.
- 34 طفلاً أُصيبوا باليرقان الوليدي.
- 10 أطفال أُصيبوا بنوبات صرعية بعد الولادة غير معروفة السبب.
- 385 طفلاً تربط والديهم قرابة من الدرجة الأولى.
- 3 أطفال لديهم كروموسومات وجينات غير طبيعية.
- طفلان يعانيان من مرض عديد السكريد المخاطي (Mucopoly-saccharidosis).
- طفل واحد فقد مهارة النطق والكلام بعد تلقيه لقاح MMR.
- 4 أطفال نتاج حمل بالحقن المجهري (Intra-Cytoplasmic Sperm Injection ICSI).

5- الختام والتوصيات

هذه دراسة مستشفوية لا تعكس مدى الانتشار الحقيقي للطيف، حيث إن انتشار هذه المشكلة هو على الأرجح شبيه بذلك الذي شوهد في الولايات المتحدة الأمريكية والمملكة المتحدة. التوحد هو من أهم التشخيصات التفريقية لأي اضطراب في اللغة والنطق، أو سلوكيات شاذة" وغالباً ما يتم تشخيصه في وقت متأخر؛ إما بسبب غرابة أعراضه في الأطفال، أو لوجود طائفة واسعة من أنماط سلوكية مختلفة، وكذلك الاعتقاد الخاطئ من جانب أولياء الأمور أن الطفل سوف يتكلم في نهاية المطاف. ومن الأسباب الأخرى لتأخر التشخيص: قلة الوعي باحتمالية إصابة الطفل باضطراب التوحد، وخوف الوالدين من سماع التشخيص، وما يترتب عليه من مشاكل اجتماعية.

الإحالة إلى المتخصصين من ذوي الخبرة في هذا النوع من المشاكل توفر الوقت والمال، وتجنب الطفل فحوصاتٍ وأشكالاً علاجية لا لزوم لها.

كيف يمكننا المساعدة؟

من الممكن اتخاذ وجهة نظر سلبية وغير فعالة من قبل صانعي القرار والقول: بأن «هناك مشاكل أسوأ بكثير من اضطراب طيف التوحد: (النزلات المعوية، الالتهابات، الصرف الصحي، إمدادات المياه، والحروب) فلماذا تُصرف الجهود وتُبدد الأموال؟».

هناك بالفعل العديد من المشاكل الصحية والطبية لدى الأطفال، لكن الصعوبات السلوكية بصفة عامة، واضطراب طيف التوحد بصفة خاصة، هي إعاقة شديدة لدرجة أن كل متخصص في مجال طب الأطفال يجب أن يسهم بشكل إيجابي على الأقل من خلال الدعوة لتسليط الضوء، والحث على المساعدة، ورفع مستوى الدراية بهذا الاضطراب، بحيث نصل إلى الهدف المنشود وهو الاكتشاف المبكر، والتدخل السريع لمساعدة الطفل والعائلة. نأمل من خلال هذه الدراسة زيادة الوعي بين أطباء الأطفال، ومقدمي الرعاية الصحية الأولية بأهمية التفكير في اضطراب التوحد عند التعامل مع الأطفال الذين لديهم اضطرابات في النطق واللغة.

المراجع

1. American Psychiatric Association. Diagnostic and statistical manual of mental disorders. 5th ed [Internet]. American Psychiatric Association; 2013. https://doi-org.ezproxy.frederick.edu/10.1176/appi.books.9780890425596
2. World Health Organization. Autism. March 2023. https://www.who.int/ar/news-room/fact-sheets/detail/autism-spectrum-disorders [Accessed 3 April 2023].
   https://www.who.int/news-room/questions-and-answers/item/autism-spectrum-disorders-(asd)
3. Zeidan J, Fombonne E, Scorah J, Ibrahim A, Durkin MS, Saxena S, et al. Global prevalence of autism: A systematic review update. Autism Research. 2022;15(5):778–790.
4. اضطرابات طيف التوحد. منظمة الصحة العالمية. المكتب الإقليمي لشرق المتوسط. 2020. https://apps.who.int/iris/handle/10665/333477
5. Maenner MJ, Shaw KA, Bakian AV, Bilder DA, Durkin MS, Esler A, et al. Prevalence and characteristics of autism spectrum disorder among children aged 8 years — autism and developmental disabilities monitoring network, 11 sites, United States, 2018. MMWR Surveillance Summaries [Internet]. 2021;70(11):1–16. http://dx.doi.org/10.15585/mmwr.ss7011a1
6. Al-Ansari AM, Ahmed MM Epidemiology of autistic disorder in Bahrain: prevalence and obstetric and familial characteristics. Eastern Mediterranean Health Journal [Internet]. 2013;19(9):769–774. https://doi.org/10.26719/2013.19.9.769
7. Al-Mamri W, Idris AB, Dakak S, Al-Shekaili M, Al-Harthi Z, Alnaamani AM, et al. Revisiting the prevalence of autism spectrum disorder among Omani children: A multicentre study. Sultan Qaboos University Medical Journal [Internet]. 2019 Nov [cited 2019 Dec 22];19(4):e305–e309. PMID: 31897313; PMCID: PMC6930034. https://doi.10.18295/squmj.2019.19.04.005
8. Sabbagh HJ, Al-Jabri BA, Alsulami MA, Hashem LA, Aljubour AA, Alamoudi RA. Prevalence and characteristics of autistic children attending autism centres in 2 major cities in Saudi Arabia: A cross-sectional study. Saudi Medical Journal. 2021 Apr;42(4):419–427. PMID: 33795498; PMCID: PMC8128630.

https://doi.10.15537/smj.2021.42.4.20200630
9. Alsehemi MA, Abousaadah MM, Sairafi RA, Jan MM. Public awareness of autism spectrum disorder. Neurosciences (Riyadh) [Internet]. 2017 Jul;22(3):213–215. PMID: 28678216; PMCID: PMC5946366. https://doi:10.17712/nsj.2017.3.20160525
10. Gaddour N, Bedoui A, Soltani M, Gaha L, Autism screening during the second year of life in Tunisia. Neuropsychiatrie de l'Enfant et adolescence [Internet]. 2012;60(5). https://doi.org/10.1016/j.neurenf.2012.04.415
11. Mohamed FE, Zaky EA, Youssef A, Elhossiny R, Zahra S, Khalaf R, et al. Screening of Egyptian toddlers for autism spectrum disorder using an Arabic validated version of M-CHAT; report of a community-based study (Stage I). European Psychiatry [Internet]. 2016 Apr [cited 2016 Feb 27];34:43–48. PMID: 26928345. http://doi:10.1016/j.eurpsy.2016.01.2421
12. Yousef AM, Roshdy EH, Abdel Fattah NR, Mohamed AE, Said RM, Atia MM, et al. Prevalence and risk factors of autism spectrum disorders in preschool children in Sharkia, Egypt: A community-based study. Middle East Current Psychiatry [Internet]. 2021;28;36. https://doi.org/10.1186/s43045-021-00114-8
13. Zeglam AM, Maouna A. Is there a need for a focused health care service for children with autistic spectrum disorders? A keyhole looks at this problem in Tripoli, Libya. Autism [Internet]. 2012;16(4):337–339. https://doi:10.1177/1362361310393535
14. Zeglam AM, Maouna AJ. Prevalence of autistic spectrum disorders in Tripoli, Libya: The need for more research and planned services. Eastern Mediterranean Health Journal [Internet]. 2012;18(2):184–188. https://doi.org/10.26719/2012.18.2.184
15. Zeglam AM. Epidemiology of autism in Libya: Uncovering of the first autism findings. Paper presented at: World Congress of Neurology, Kyoto, Japan; 2017. https://doi.org/10.1016/j.jns.2017.08.2621
16. Zeglam AM. Autistic spectrum disorder today in Libya Five years' experience. Paper presented at: 5th Annual International Conference on Public Health, (ATINER), Athens, Greece; 2019. https://www.atiner.gr/presentations/Adel-Zeglam.pdf
17. Zeglam A, AL-Ogab M, Tubbal A. Early TV viewing and autistic spectrum disorder; A plausible hypothesis that should not be dismissed "Libyan Viewpoint". Journal of the Neurological Sciences. 2017;381(supplement):931. https://doi.org/10.1016/j.jns.2017.08.2620
18. Waldman M, Nicholson S, Adilov N. Does television cause autism? Johnson School Research Paper Series No 01-07. 2006. http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.989648
19. Dong H-Y, Wang B, Li H-H, Yue X-J, Jia F-Y. Correlation between screen time and autistic symptoms. Frontiers in Psychiatry. 2021;12:619994. http://doi.org/10.3389/fpsyt.2021.61994
20. Sandin S, Schendel D, Magnusson P, Hultman C, Surén P, Susser E, et al. Autism risk associated with parental age and with increasing difference in age between the parents. Molecular Psychiatry [Internet]. 2016 May [cited 2015 Jun 9];21(5):693–700. PMID: 26055426; PMCID: PMC5414073. https://doi.org/10.1038/mp.2015.70
21. Zeglam A, Al-Ksaik S. Hearing testing in autistic spectrum disorder: Is it unnecessary in low and middle-income countries? Eastern Mediterranean Health Journal. 2020;26(2):176–181. https://doi.org/10.26719/2020.26.2.176
22. Zeglam AM, Al-Ogab MF, Al-Shaftery T. MRI or not to MRI! Should brain MRI be a routine investigation in children with autistic spectrum disorders? Acta Neurologica Belgica [Internet]. 2015 Sep;115(3):351–354. https://doi.org/10.1007/s13760.014.0384-x
23. مستشفى الرازي: قناة طيور الجنة تسبب مرض التوحد. توانسا نيوز. 5 أغسطس 2017.
https://m.facebook.com/Redeyef.News/posts/799204900258650/?locale=ar_AR&_rdr
24. احذروا قناة طيور الجنة.. انها خطر يحدق بالأطفال بمرض التوحد، هذا اليوم عن موقع «أخبار العراق». أكتوبر 2018. مسترجع من:
https://hathalyoum.net/articles/1703532-%D8%A7%D8%AD%D8%B0%D8%B1%D9%88%D8%A7-%D9%82%D9%86%D8%A7%D8%A9-%D8%B7%D9%8A%D9%88%D8%B1-%D8%A7%D9%84%D8%AC%D9%86%D8%A9-%D8%A7%D9%86%D9%87%D8%A7-%D8%AE%D8%B7%D8%B1-%D9%8A%D8%AD%D8%AF%D9%82-%D8%A8%D8%A7%D9%84%D8%A3%D8%B7%D9%81%D8%A7%D9%84-%D8%A8%D9%85%D8%B1%D8%B6-

المجلة العربية للبحث العلمي
Arabian Journal of Scientific Research
https://doi.org/10.5339/ajsr.2023.4
المجلة العربية للبحث العلمي، 2023، 1 من 8

ورقة بحثية

تأثير نوع السماد الآزوتي في نمو وإنتاجية صنفين من الذرة الصفراء مزروعين في تربة كلسية

عيسى نور الدين كبيبو[1]، نديم أحمد خليل[1]، مازن جمعة أشرم[2]، شفيقة وفيق مخيص[2*]

[1] كلية الهندسة الزراعية، جامعة تشرين، اللاذقية، سوريا
[2] الهيئة العامة للبحوث العلمية الزراعية، مركز بحوث اللاذقية، اللاذقية، سوريا
Email: shafika.mkhies@tishreen.edu.sy *

الملخص

أجري البحث في محطة بحوث ستخيرس التابعة لمركز البحوث العلمية الزراعية في اللاذقية-سوريا لعام 2020، لدراسة تأثير نوعين من الاسمدة الآزوتية وهما سلفات الأمونيوم [$(NH_4)_2SO_4$] ونترات البوتاسيوم [KNO_3]) على معايير النمو والإنتاجية لصنفين من الذرة الصفراء(صنف دينا F1 وصنف فيحاء) المزروعين في تربة كلسية بالإضافة لمعاملة الشاهد بدون اضافة للآزوت وبمعدل ثلاث مكررات لكل معاملة، حيث صممت التجربة بنظام تصميم القطع المنشقة (Split Plots)؛ وبلغ عدد القطع التجريبية 18 قطعة. أظهرت النتائج تفوق الصنف دينا F1 (صنف أجنبي) على الصنف فيحاء (صنف محلي) من حيث ارتفاع النبات وخلال مراحل النمو المختلفة وأيضا في متوسط الانتاجية. وأن التسميد الآزوتي قد أثر في الصفات المدروسة بشكل معنوي حيث تفوقت معاملة سلفات الأمونيوم على باقي المعاملات في ارتفاع النباتات والوزن الجاف وكذلك في متوسط الإنتاجية للعرانيس الطازجة. كما بينت نتائجنا أن أعلى إنتاجية للعرانيس كانت في معاملة سلفات الأمونيوم والصنف دينا F1 وقد بلغت الإنتاجية 14.04 طن/هـ.

الكلمات المفتاحية: الذرة الصفراء، صنف دينا F1، صنف فيحاء، أسمدة آزوتية، تربة كلسية، إنتاجية.

Title

Effect of the nitrogen fertilizer type on the growth and productivity of two cultivars of maize grown in calcareous soil

Issa Nor-aldien Kbibow[1], Nadim Ahmad Khalil[1], Mazen Jomaa Ashram[2], Shafika Wafik Mkhies[2*]

[1] Faculty of Agricultural Engineering, Tishreen University, Latakia, Syria
[2] General Commission for Scientific Agricultural Researches, Research Center of Latakia, Latakia, Syria

Abstract

The research was conducted at Stekhris Research Station affiliated to the Agricultural Scientific Research Center in Lattakia - Syria for the year 2020, to study the effect of two types of nitrogen fertilizers (ammonium sulfate [$(NH_4)_2SO_4$] and potassium nitrate [KNO_3]) on the growth and productivity parameters of two cultivars of yellow corn (Dina cultivar F1 and Fayhaa cultivars) grown in calcareous soil. In addition to the control treatment without the addition of nitrogen, at a rate of three replications for each treatment, as the experiment was designed with a Split Plots system and the number of experimental plots was 18 Plot.

The results showed the superiority of the cultivar Dina F1 (a foreign variety) over the cultivar Fayhaa (a local variety) in terms of plant height and during the different stages of growth as well as in average productivity. Moreover, the nitrogen fertilization had a significant effect on the studied traits, as the ammonium sulfate treatment was superior to the rest of the treatments in plant height and dry weight, as well as in the average productivity of fresh earwigs. Our results also showed that the highest yield of marigolds was in ammonium sulphate treatment and Dina F1, with productivity reaching (14.04) tons/ha.

Keywords: Zea maize, Dina F1, Fayhaa, nitrogen fertilizers, calcareous soil, productivity

Received 16 November 2022; accepted 13 February 2023; published 30 April 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: Kbibow IN, Khalil NA, Ashram MJ, Mkhies SW. Effect of nitrogen fertilizer type on the growth and productivity of two cultivars of maize grown in calcareous soil. Arabian Journal of Scientific Research 2023:1.4. https://doi.org/10.5339/ajsr.2023.4

1- المقدمة

تغطي التربة الكلسية أكثر من 30% من مساحة الأراضي الزراعية،[1] حيث تنتشر على نحو واسع في حوض البحر الأبيض المتوسط. وبحسب منظمة الأغذية والزراعة للأمم المتحدة، فإن التربة الكلسية هي التربة التي تحتوي غالباً على أكثر من 15% من كربونات الكالسيوم ($CaCO_3$).[2] وتعرف التربة الكلسية بأنها التربة التي يسود فيها كاتيونا الكالسيوم والمغنيسيوم القابلان للامتصاص مقارنة بالكاتيونات الأخرى.[3] يشكل الكالسيوم في التربة الكلسية أكثر من 80% من المجموع الكلي للكاتيونات المتبادلة.[4] ويسبب وجود كربونات الكالسيوم بنسب تزيد على 40% تراكم البيكربونات والتضاد الأيوني، ومن ثم اضطراب امتصاص العناصر الغذائية، ولا سيما المغنيسيوم والعناصر الصغرى؛ حيث إن نقص هذه العناصر يسبب شحوباً وأمراضاً فيزيولوجية، وفي الحصيلة انخفاض الإنتاج وجودته.[5,6] ونتيجة المحتوى العالي من الكالسيوم الذي يكون على شكل كربونات الكالسيوم، وفي وجود ثاني أكسيد الكربون (Co_2) والماء (H_2O)، تتحول إلى بيكربونات الكالسيوم الذائبة، فترفع قيم درجة الحموضة (الرقم الهيدروجيني) (pH) إلى 7.5-8.5.[7] وتحتوي التربة الكلسية على تراكيز عالية من (HCO_3) في محلول تربتها، مسبّبةً ارتفاعاً في درجة الـ (pH)، وهي بذلك تسبب اضطراباً في امتصاص العناصر الغذائية وتحفز ظهور الشحوب الكلسي.[8,9] ويؤثر توازن الامتصاص الكاتيوني-الأنيوني تأثيراً كبيراً في إحداث الشحوب الكلسي.[8,10]

تعتبر التربة الزراعية فقيرةً بالآزوت؛ وذلك لعدم وجوده في الصخور الأم التي تنتج منها هذه التربة، كما أن التربة الكلسية فقيرة بمحتواها من المادة العضوية والآزوت.[11] يُعدّ الآزوت من العناصر الكبرى الضرورية لنمو النباتات، حيث تحتاجه بكميات كبيرة نسبياً خلال مراحل نموها وتطورها، ويؤثر انخفاضه في كمية الإنتاج ونوعيته.[12,13] ولزيادة الآزوت في التربة الزراعية، تُعدّ الأسمدة الصناعية الشكل السائد المستخدم لذلك.[14] والآزوت المضاف كسماد يمكن أن يتعرض للفقد بسرعة إما عن طريق الانغسال أو التطاير على شكل غازي (NH_3)، أو يمتصه النبات. لذلك من المطلوب تحسين إدارة المغذيات لنمو المحاصيل بنجاح في التربة الكلسية، بسبب تأثير درجة الحموضة (pH) في التربة في توافر المغذيات والتفاعلات الكيميائية التي تؤثّر في فقدان أو تثبيت بعض العناصر الغذائية، حيث يؤثر وجود كربونات الكالسيوم، على نحو مباشر أو غير مباشر، في كيمياء وإتاحة الآزوت والفوسفور والمغنيسيوم والبوتاسيوم والمنغنيز والزنك والنحاس والحديد.[3,15] لاحظ عدد كبير من الباحثين أن طبيعة الأسمدة الآزوتية المقدّمة للنبات تؤثّر على نحوٍ ما في مقاومة النباتات الحساسة للكلس لظهور الأعراض المرضية عليها، ويعود ذلك إلى أن الامتصاص النشط للشوارد الآزوتية بواسطة النبات يعدّل قلوية الوسط، سلباً أو إيجاباً.[16,17]

يمكن أن يكون الآزوت على شكل (NO_3-N) و(NH_4-N)؛ لأن النباتات تمتصه على هذين الشكلين، ويؤثر الشكل الأيوني المتوافر للآزوت تأثيراً كبيراً في التوازن الأيوني داخل النباتات، وفي الإنتاجية،[3,18] والنمو وامتصاص العناصر الغذائية والعمليات الفيزيولوجية في النبات.[19] يؤدي شكل السماد الآزوتي المضاف دوراً أساسياً في العلاقة الكلية بين الكاتيونات والأنيونات، وكذلك يؤثر في التوازن الكاتيوني-الأنيوني الممتص بوساطة جذور النباتات، مغيّراً بذلك درجة الحموضة للمنطقة المحيطة بالجذور، وهذا التغير سببه الامتصاص التفاضلي للكاتيونات والأنيونات الذي يكون أكثر وضوحاً من التغير الناتج من الإفرازات الجذرية مثل البروتونات وأنيونات الحمض العضوي.[20]

يمتص النبات الآزوت بشكل فعال، إما على صورة أمونيوم (NH_4^+) أو نترات (NO_3^-). وبحسب طبيعة الشكل الآزوتي الذي يمتصه النبات، تتأثر درجة حموضة التربة في المنطقة المحيطة بجذور النبات؛[20,21,22] حيث إن التغذية بالأمونيوم تؤدي إلى تفضيل امتصاص الكاتيونات، ومن ثم إلى إفراز صافٍ للبروتونات (H^+) من الجذور، مسبّبةً تحميض المنطقة المحيطة بالجذور، في حين أن التغذية النتراتية تفرز هيدروكسيل (OH^-) أو (HCO_3^-) مسبّبةً قلوية المنطقة المحيطة بالجذور.[23,24,25,26,27]

الآزوت هو أهم عنصر غذائي يجب توفيره لمعظم المحاصيل غير البقولية، بما في ذلك الذرة، التي تعتبر كثالث محصول حبوب رئيسي بعد القمح والأرز. ولديها نطاق واسع من الاستخدامات، وتشمل غذاء الإنسان، وإنتاج الأغذية المصنعة من النشاء، وتستخدم كعلف لتغذية الحيوانات. وتمتاز بعدد كبير من الأصناف وفترات النضج المختلفة، وكذلك بإمكانية عالية لتحمّل الظروف البيئية المختلفة.[28] تزرع الذرة الصفراء في سورية على مساحة تُقدّر بـ 60 ألف هكتار، ينتج منها حوالي 240 ألف طن من الحبوب. وتأتي الذرة الصفراء في الدرجة الثالثة بعد القمح والشعير، وتعتبر المساحة المزروعة ضئيلة نسبياً بسبب منافسة المحاصيل الصيفية الأخرى كالقطن والشوندر السكري.

تتطلب الذرة الآزوت إلى حد بعيد، حيث يؤثّر التسميد الآزوتي في نمو الذرة وتكوين الغلة.[29] ويُعدّ الحفاظ على خصوبة التربة واستخدام المغذيات النباتية بكميات كافية ومتوازنة أحد العوامل الرئيسية لزيادة غلة المحاصيل وتقليل الآثار البيئية الضارة والتلوث الناشئ عن استخدام الأسمدة غير المحددة.[30]

1-1 مشكلة البحث

نظراً إلى الحاجة الملحّة لزيادة فعالية الأسمدة الآزوتية المستخدمة في التربة الكلسية واستخدام التدابير والاحتياطات التي من شأنها خفض الخسارة في كميات الأسمدة المستخدمة، إما عن طريق التطاير أو الانغسال، ومن ثم زيادة الإنتاج بأقل تكلفة، ومحاولة إيجاد أصناف من الذرة الصفراء متحمّلة للتراكيز العالية من كربونات الكالسيوم، سنحاول في تجربتنا دراسة تأثير نوع السماد الآزوتي المضاف في نمو وإنتاجية الذرة الصفراء المزروعة في تربة كلسية.

2-1 أهداف البحث

تحديد نوع السماد الآزوتي الأكثر فعالية في التربة الكلسية في زيادة نمو نبات الذرة الصفراء، ومن ثم الحصول على أعلى إنتاجية ممكنة من وحدة المساحة. ومقارنة صنفين من الذرة الصفراء من حيث تحمّلهما لكربونات الكالسيوم العالية.

2- طريقة البحث ومواده

1-2 المادة النباتية

استُخدم صنفان من الذرة الصفراء السكرية (*Zea mays* saccharata)؛ الأول (صنف دينا F1) وهو صنف أجنبي يقدر عمر النبات حتى تمام النضج بـ 75 يومًا وتتجاوز نسبة الإنبات فيه 85%، والثاني (صنف فيحاء) وهو صنف محلي، مصدره إدارة بحوث المحاصيل الزراعية في الهيئة العامة للبحوث العلمية الزراعية-سورية.

2-2 تربة التجربة

جُمعت عينة مركبة من تربة التجربة قبل الزراعة على عمق (0-30) سم، وجففت في الهواء، ونُخلت بمنخل قُطر فتحاته 2 ملم، وأُجري عليها التحاليل التالية لتحديد خصائصها الفيزيائية والكيميائية بحسب الطرائق المعتمدة في الهيئة العامة للبحوث العلمية الزراعية.[31] الموضحة بجدول1.

جدول 1. بعض التحاليل الفيزيائية والكيميائية للتربة.

التحليل	الطريقة المستخدمة	الجهاز والأدوات المستخدمة
الكثافة الظاهرية	طريقة الأسطوانة	أسطوانة معدنية
التحليل الميكانيكي للتربة	طريقة الهيدرومتر	أسطوانة زجاجية وهيدرومتر
تقدير المادة العضوية	Walkley and Black 1934	(ديكرومات البوتاسيوم) (طريقة المعايرة)
تفاعل التربة (pH)	مستخلص 1:5	pH meter
التوصيل الكهربائي (EC)	مستخلص 1:5	EC meter
كربونات الكالسيوم الكلية	طريقة المعايرة بماءات الصوديوم	مخروطيات 250 مل+ سخان كهربائي + سحاحة
الفوسفور المتاح (P)	طريقة أولسن	Spectrophotometer
الآزوت الكلي	هضم بـ H_2SO_4 + سيلينيوم	التحليل الآلي – Skalar
البوتاسيوم المتاح (K)	الاستخلاص بأسيتات الأمونيوم	Flamephotometer
الكالسيوم المتاح	استخلاص بأسيتات الصوديوم	معايرة بالفيرسينات
المغنيسيوم المتاح	استخلاص بأسيتات الصوديوم	معايرة بالفيرسينات

3-2 تحضير الأرض والزراعة

نُفذت التجربة الحقلية في محطة بحوث ستخيرس التابعة لمركز البحوث العلمية الزراعية في اللاذقية في سورية لعام 2020، والتي تقع على ارتفاع 12 متراً عن سطح البحر كما هو موضح بجدول 2.

جدول 2. معدلات الهطول المطري الشهري ودرجات الحرارة في منطقة الزراعة خلال فترة التجربة لعام 2020.

الأشهر	الهطول المطري/ ملم	الحرارة العظمى/ م	الحرارة الصغرى/ م
يونيو	-	28.5	20.1
يوليو	-	31	23.7
أغسطس	22.1	31.8	23.8

جُهّزت الأرض للزراعة بحراثتها على عمق 40 سم وتنعيمها قبل أسبوع من الزراعة، وبعد ذلك جرى تخطيط التجربة، حيث قُسّم الحقل إلى 18 قطعة تجريبية مساحة كل قطعة 7م^2، وتركت مسافة خدمة بين القطع التجريبية 1م^2. أضيفت الأسمدة البوتاسية (سلفات البوتاسيوم 50%) عند الحراثة، ولم يُضّف الفوسفور لوجوده بنسبة عالية في التربة. ثم تمّت الزراعة يدوياً في الحقل بوضع بذرتين في كل حفرة على عمق 2-5 سم، وعلى مسافة 35 سم بين النباتات ضمن الخط و70 سم بين الخطوط، ليكون عدد النباتات في كل قطعة تجريبية 30 نباتاً. بعد الإنبات ووصول النباتات إلى مرحلة أربع أوراق حقيقية، سُمّدت النباتات بالدفعة الأولى من الأسمدة الآزوتية، ثم أضيفت الدفعة الثانية (الأخيرة) بعد شهر من الزراعة. وقد جرى التسميد بناء على نتيجة تحليل التربة، ووفقاً لتوصية وزارة الزراعة وبالكميات الموضحة في جدول 3.

جدول 3. كميات الأسمدة المضافة مقدّرة بـ غ/ 7م^2.

السماد المضاف بالغرام / المعاملة	الشاهد	NH_4^+	NO_3^-
سلفات البوتاسيوم	596	596	42
سلفات الأمونيوم	-	500	-
نترات البوتاسيوم	-	-	750

تم الري مباشرة بعد الزراعة، وبعدها تتالت عمليات الري كل 10 أيام بحسب الحاجة مع مراعاة تقليل المدة الزمنية بين مرات الري في فترة الإزهار، وتوقّفنا عن الري قبل الحصاد بعشرة أيام. وبعد أسبوع من الإنبات، جرى الترقيع والتفريد إلى نبات واحد، وأُجريت عمليات الخدمة من العزيق ورش المبيدات الفطرية والحشرية عند الضرورة.

4-2 تصميم التجربة

استُخدم نوعان من الأسمدة الآزوتية، هما سلفات الأمونيوم (SA) (20.5%)، ونترات البوتاسيوم (N) (14%)، إضافةً إلى معاملة الشاهد (C) التي عوملت كبقية المكررات، ولكن من دون استخدام السماد الآزوتي وصنفين من الذرة الصفراء دينا F1 (D) وفيحاء (F)، وبواقع ثلاثة مكررات لكل معاملة. استُخدم في التحليل الإحصائي للبيانات تصميم القطع المنشقة (Split Plots)؛ حيث وُضعت الأصناف في القطعة الرئيسية (main plot) ومعاملات التسميد الآزوتي في القطعة الفرعية (subplot). ولدراسة الفروق المعنوية بين المعاملات والتفاعل المتبادل بين العاملَين المدروسَين باستخدام برنامج CoStat واختبار Tukey's HSD عند مستوى ($P \leq 0.05$).

5-2 القياسات الحقلية وجمع البيانات

2-5-1 ارتفاع النبات (سم)

قِيسَ الارتفاع لخمسة نباتات عشوائية من كل قطعة تجريبية، وذلك من قاعدة الساق عند سطح التربة حتى آخر عقدة ورقية خلال مراحل النمو الخضري، وبداية تشكّل النورة المذكرة بعد الإزهار المذكر.

2-5-2 الوزن الجاف للمجموع الخضري (غرام/ نبات)

حسبنا متوسط الوزن الجاف لخمسة نباتات أُخذت عشوائياً من كل قطعة تجريبية؛ حيث قُطع النبات من مستوى سطح التربة عند مرحلة 50% من الإزهار المذكر وتجفيفه على درجة حرارة 70مْ حتى ثبات الوزن.

2-5-3 الحصاد

جرى الحصاد بتاريخ 25 أغسطس 2020؛ حيث أُخذت الإنتاجية لكل قطعة تجريبية. ولحساب الإنتاجية، وُزنت العرانيس الطازجة مع أغلفتها عند الحصاد وقُدّرت الإنتاجية بـ (طن/ هكتار).

3- النتائج والمناقشة

3-1 نتائج تحليل التربة قبل الزراعة

جرى تحليل التربة قبل الزراعة (جدول 4) وتبيّن أنها تربة طينية ذات محتوى عالٍ من كربونات الكالسيوم، ومحتوى لا بأس به من المادة العضوية، وغنية بالفوسفور ومتوسطة المحتوى من البوتاسيوم.[31]

جدول 4. التحاليل الفيزيائية والكيميائية للتربة قبل الزراعة.

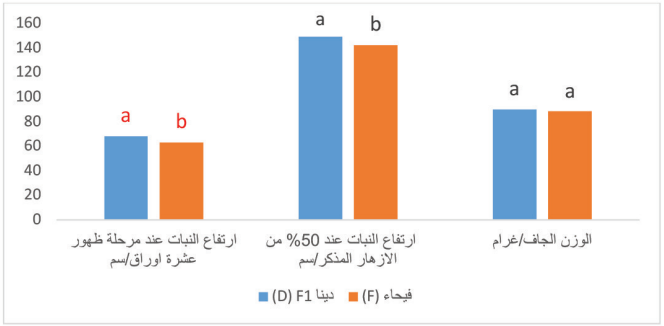
الفوسفور المتاح	البوتاسيوم المتاح	الآزوت المتاح	التحليل الميكانيكي			المادة العضوية	pH	EC	الكثافة الظاهرية	CaCO3	
P	K	N	التربة طينية			OM	مستخلص 1:5	مستخلص 1:5	غ/ سم^3	غ/100غ	
		Ppm	رمل	سلت	طين	غ/ 100غ		ميليموس/سم		الكلية	الفعالة
29	279	8	14	33	53	2	7.7	0.2	1.39	48	23
ميلي مكافئ/ 100غ تربة جافة تماماً			ملغ / كغ			ملغ/ كغ					غ/100غ
السعة التبادلية الكاتيونية CEC			Ca	Mg		Fe		Mn	Cu	Zn	N
34.62			3080	888		8.25		3.28	1.44	0.459	0.07

3-2 تأثير نوع التسميد الآزوتي المستخدم في بعض معايير النمو لصنفي الذرة الصفراء المدروسين

يؤثر التسميد الآزوتي في نمو الذرة وتكوين الغلة.[29] ولمصدر الآزوت تأثير كبير في ارتفاع النبات؛ حيث يعتبر ارتفاع النبات أحد المؤشرات الأساسية للنمو، وتؤدي زيادته إلى زيادة الكتلة الحيوية للمجموع الخضري، ويتعلق الارتفاع بمخزون الكربوهيدرات في الأنسجة النباتية، ومن ثم زيادة الإنتاج.[32]

3-2-1 الفرق في بعض معايير النمو بين الصنفين المدروسين

نلاحظ من الشكل 1 أنه زاد ارتفاع النبات في الصنف دينا F1 مقارنة بالصنف فيحاء خلال مراحل النمو المختلفة، في حين أنه لم تكن هناك فروق معنوية بين الصنفين في الوزن الجاف للنبات.

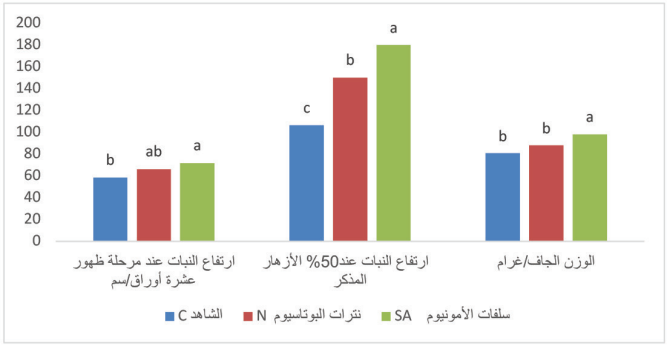


شكل 1: الفرق بين الصنفين المدروسين في بعض معايير النمو. تختلف المعاملات التي تحتوي على أحرف صغيرة اختلافاً معنوياً وفقاً لاختبار (Tukey) للفرق ذي الدلالة الصادقة (HSD) عند مستوى ($P \leq 0.05$).

إن امتصاص الذرة للآزوت منخفض خلال مراحل النمو الأولى، ويزداد عند الإزهار المذكر. ولكن رغم الكمية المنخفضة من الأسمدة التي يحتاجها النبات خلال مراحل نموه المبكرة، فإن التراكيز العالية من المغذيات في منطقة الجذور في هذا الوقت تكون ضرورية لتعزيز النمو المبكر.[33] وهذا ما لاحظناه في الشكل 2؛ حيث بيّنت النتائج أن نوع التسميد الآزوتي أثّر في ارتفاع النبات بعد شهر من الزراعة (مرحلة ظهور 10 أوراق على النبات V_{10})، فزاد ارتفاع النبات زيادة معنوية في معاملة سلفات الأمونيوم مقارنة بالشاهد، ولكن هذا الارتفاع لم يكن ذا دلالة معنوية بين معاملة نترات البوتاسيوم والشاهد، وأيضاً بين نوعي السماد المستخدمين؛ وذلك لأن التسميد الآزوتي باختلاف أنواعه يشجّع على النمو الخضري للنباتات.[34]

أما عند مرحلة 50% من الإزهار، فنلاحظ أن التسميد الآزوتي بنوعيه في الشكل 2 أدى إلى زيادة ارتفاع النبات زيادة معنوية مقارنةً بالشاهد. وتُعزى زيادة ارتفاع النبات باختلاف نوع السماد الآزوتي إلى أن الآزوت يعزّز نمو النبات ويزيد من عدد السلاميات التي تنتج منها الزيادة المستمرة في ارتفاع النبات، وهذا يتوافق مع نتائج.[34,35,36] وكذلك زاد ارتفاع النبات زيادة معنوية في معاملة سلفات الأمونيوم، حيث كان (180.1 سم) مقارنة بمعاملة نترات البوتاسيوم (150.25 سم)، إذ لشكلَي الآزوت المعدني ($N\text{-}NH_4^+$) و($N\text{-}NO_3^-$) تأثير كبير في ارتفاع النبات، ويمكن أن يؤديا إلى تغيرات في درجة حموضة التربة في ظل الظروف الحقلية؛[20] إذ تؤدي التغذية بالأمونيوم (NH_4^+) إلى تفضيل امتصاص الكاتيونات، ومن ثم إفراز صافٍ للبروتونات (H^+) من الجذور، مسبّبةً تحميض المنطقة المحيطة بالجذور. أما التغذية النتراتية (NO_3^-) فتفرز هيدروكسيل (OH^-) أو (HCO_3^-)، مسبّبةً قلوية المنطقة المحيطة بالجذور.[26, 27] وبناء عليه، تساعد إضافة الأمونيوم في زيادة امتصاص

العناصر الغذائية في التربة الكلسية،[38,39] وكذلك يمكن أن يحسّن إلى حد بعيد نمو الذرة واستخدام المغذيات في المراحل المبكرة من خلال تحفيز تكاثر الجذور وتحميض منطقتها، مما يوحي أن تعديل عمليات الجذور في الحقل قد تكون استراتيجية إدارة فعالة لتحسين كفاءة استخدام المغذيات، ومن ثم تحسين نمو النبات.[39] وقد كانت أكثر معاملات التسميد كفاءة هي معاملة سلفات الأمونيوم، وهذا يتوافق مع ما توصل إليه[40] كما هو موضح في شكل 2.



شكل 2. تأثير نوع السماد الآزوتي في بعض معايير النمو. تختلف المعاملات التي تحتوي على أحرف صغيرة اختلافاً معنوياً وفقاً لاختبار (Tukey) للفرق ذي الدلالة الصادقة (HSD) عند مستوى ($P \leq 0.05$).

أما بالنسبة إلى الوزن الجاف، فإن لنوع السماد الآزوتي المستخدم تأثيرات معنوية في الوزن الجاف للنبات.[41,42] ونلاحظ من شكل 2 أن معاملات سلفات الأمونيوم تفوقت على معاملات نترات البوتاسيوم ومعاملات الشاهد، حيث زاد الوزن الجاف في معاملات سلفات الأمونيوم بنسبة 21% مقارنة بالشاهد، وبنسبة 11% مقارنة بمعاملات نترات البوتاسيوم. في حين لم يكن هناك فرق معنوي بين معاملات نترات البوتاسيوم والشاهد، ولكن زاد الوزن الجاف ظاهرياً في معاملات نترات البوتاسيوم مقارنةً بمعاملات الشاهد، وكانت الزيادة بنسبة 9% كما هو موضح في شكل 2، وهذا يتوافق مع نتائج[39,43,44] التي وجدت أن الأمونيوم بوصفه مصدراً للآزوت ساهم في زيادة الوزن الجاف في هذه النباتات بسبب انخفاض متطلباتها للكربون والطاقة عند التمثيل الغذائي، حيث تُطوّر النباتات أنظمةً معقدة لامتصاص ($NH4^+$) و($NO3^-$) من الرايزوسفير واستيعابها في مركبات عضوية؛ ذلك أن طاقة التمثيل الغذائي لـ ($NO3^-$) أكبر بكثير من ($NH4^+$)، لأنه يجري إرجاع ($NO3^-$) إلى ($NO2^-$) ثم إلى ($NH4^+$).[45] وهذا يتطلب طاقة من خلال توفير ($NH4^+$)، في حين يجري حفظ الطاقة وتحويلها إلى عمليات التمثيل الغذائي الأخرى بما في ذلك امتصاص الأيونات وزيادة النمو.[45,46]

2-2-3 التفاعل المتبادل بين نوع التسميد الآزوتي المستخدم وصنفي الذرة الصفراء المدروسين على معايير النمو

عند دراسة التفاعل المتبادل بين نوعي التسميد الآزوتي المستخدمين وصنفي الذرة الصفراء المدروسين على ارتفاع النبات، نلاحظ من جدول 5 بعد شهر من الزراعة (مرحلة ظهور 10 أوراق على النبات V_{10}) أن معاملة الصنف دينا F1 مع معاملة التسميد بسلفات الأمونيوم قد أدت إلى زيادة ارتفاع النبات زيادة معنوية مقارنةً بمعاملات الشاهد ومعاملة الصنف فيحاء مع التسميد بنترات البوتاسيوم، في حين لم يكن هناك فرق معنوي مقارنة بمعاملة الصنف فيحاء مع التسميد بسلفات الأمونيوم، ومقارنةً بمعاملة الصنف دينا F1 مع التسميد بنترات البوتاسيوم.

أما عند مرحلة 50% من الإزهار، فنلاحظ أن معاملات التسميد بسلفات الأمونيوم، بغضّ النظر عن الصنف المزروع، تفوقت على باقي المعاملات المدروسة في ارتفاع النبات، وكذلك تفوقت معاملة الصنف دينا F1 مع معاملة التسميد بسلفات الأمونيوم على جميع المعاملات المدروسة، تلتها معاملة الصنف فيحاء مع التسميد بسلفات الأمونيوم، وهذا يتوافق مع المعطيات السابقة ومع فكرة أن إضافة الأمونيوم تساعد في زيادة امتصاص العناصر الغذائية في التربة الكلسية.[39] وهذا ما وُجد في دراسة[39] من أن إضافة الأمونيوم تؤدي إلى زيادة معنوية في مساحة الأوراق ومعدل تمدد الورقة وزيادة في نمو المجموع الجذري، مما أدى إلى زيادة معدل نمو نبات الذرة.

أما بالنسبة إلى الوزن الجاف، فقد زاد زيادة معنوية في معاملة سلفات الأمونيوم بالصنفين المدروسين مقارنة بالشاهد، ولكن هذه الزيادة لم تكن معنويةً مقارنة بمعاملة نترات البوتاسيوم لصنفي الذرة المدروسين، وكذلك زاد الوزن الجاف في معاملات التسميد بنترات البوتاسيوم مقارنةً بمعاملات الشاهد في كلا الصنفين، ولكن هذه الزيادة لم تكن معنويةً وإنما على نحو ظاهري. وهذا يتوافق مع نتائج[39,44] كما شرحنا سابقاً.

جدول 5. التفاعل المتبادل بين نوع التسميد الآزوتي المستخدم وصنفي الذرة الصفراء المدروسين على معايير النمو.

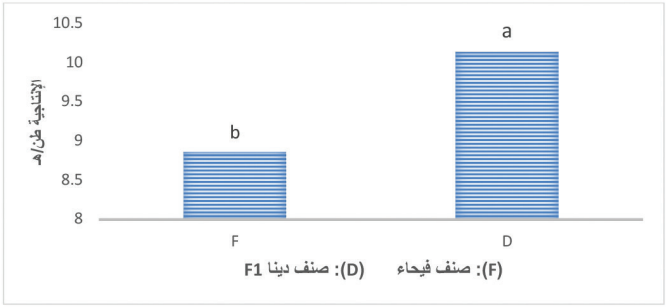
المعاملة	ارتفاع النبات عند مرحلة ظهور 10 أوراق/ سم	ارتفاع النبات عند مرحلة 50% من الإزهار المذكر/ سم	الوزن الجاف/ غرام
(CD): الشاهد - دينا F1	56.17 b	100.8 f	80 b
(CF): شاهد- فيحاء	61.17 b	112.4 e	81.6 b
(ND): نترات بوتاسيوم - دينا F1	70.87 ab	156.9 c	91.1 ab
(NF): نترات بوتاسيوم - فيحاء	61.43 b	143.6 d	85 ab
(SA D): سلفات أمونيوم - دينا F1	77.27 a	189.3 a	98.2 a
(SA F): سلفات أمونيوم - فيحاء	66.6 ab	170.8 b	98.1 a

لا تختلف القيم المتوسطة في العمود نفسه لكل سمة بالحرف الصغير نفسه اختلافاً كبيراً وفقاً لاختبار (Tukey) للفرق ذي الدلالة الصادقة (HSD) عند مستوى ($P \leq 0.05$).

3-3 تأثير نوع السماد الآزوتي المستخدم في الإنتاجية في الصنفين المذكورين

3-3-1 متوسط الإنتاجية بين الصنفين

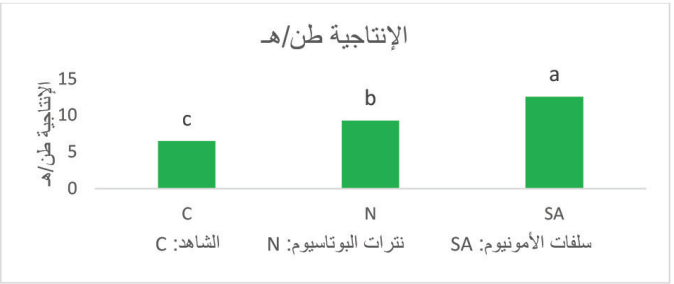
يبيّن شكل 3 تفوق الصنف دينا F1 على الصنف فيحاء من حيث متوسط الإنتاجية بالهكتار بنسبة 14%؛ حيث كان متوسط الإنتاجية في الصنف دينا F1 (10.14) أطنان/هكتار، وفي الصنف فيحاء (8.86) أطنان/هكتار.



شكل 3. متوسط الإنتاجية في الصنفين المدروسين (طن/هكتار). تختلف المعاملات التي تحتوي على أحرف صغيرة اختلافاً معنوياً وفقاً لاختبار (Tukey) للفرق ذي الدلالة الصادقة (HSD) عند مستوى ($P \leq 0.05$).

3-3-2 متوسط الإنتاجية عند أنواع التسميد الآزوتي المستخدم

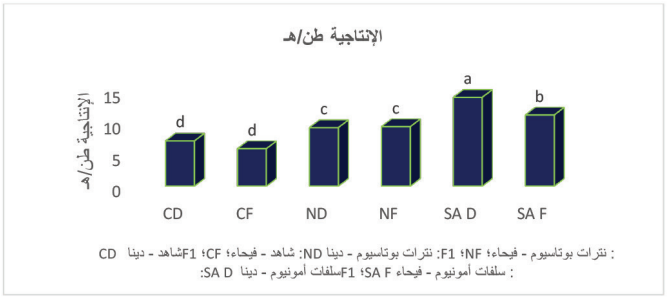
يؤثر الشكل الأيوني المتوافر للآزوت في الإنتاجية.[18,3] ففي تجربتنا، أثّر نوع السماد الآزوتي المستخدم في إنتاجية الذرة الصفراء المزروعة في تربة كلسية (شكل 4)؛ حيث زاد متوسط الإنتاجية عند استخدام السماد سلفات الأمونيوم زيادةً معنوية، وكانت الإنتاجية (12.64 طناً/هكتار) مقارنةً بمعاملة السماد نترات البوتاسيوم (9.33 أطنان/هكتار) وبمعاملة الشاهد (6.53 أطنان/هكتار)؛ أي زادت الإنتاجية بنسبة 93% في معاملة سلفات الأمونيوم مقارنةً بالشاهد، وبنسبة 35% مقارنةً بمعاملة التسميد بنترات البوتاسيوم، وكذلك زاد متوسط الإنتاجية في معاملة نترات البوتاسيوم بنسبة 42% مقارنةً بمعاملة الشاهد. ويمكن أن تعزى الزيادة في محصول الذرة تحت إضافة الآزوت إلى تأثيره الإيجابي في جميع متغيرات النمو.[21]



شكل 4. تأثير نوع السماد الآزوتي في الإنتاجية (طن/ هكتار). تختلف المعاملات التي تحتوي على أحرف صغيرة اختلافاً معنوياً وفقاً لاختبار (Tukey) للفرق ذي الدلالة الصادقة (HSD) عند مستوى ($P \leq 0.05$).

3-3-3 التفاعل المتبادل بين نوعي التسميد الآزوتي المستخدمين والصنفين المدروسين على متوسط الإنتاجية

عند دراسة التفاعل المتبادل بين نوعي التسميد الآزوتي المستخدمين والصنفين المدروسين على الإنتاجية كما هو موضح في شكل 5، نلاحظ أنه زادت الإنتاجية عند معاملة الصنف دينا F1 مع السماد سلفات الأمونيوم زيادةً معنويةً مقارنةً بجميع المعاملات المدروسة، وكذلك في معاملة الصنف فيحاء مع السماد سلفات الأمونيوم التي زادت زيادةً معنويةً مقارنةً بباقي المعاملات المدروسة، ثم معاملات التسميد بنترات البوتاسيوم في الصنفين المدروسين التي زادت زيادةً معنويةً مقارنةً بمعاملة الشاهد، وكانت أعلى إنتاجية عند معاملة الصنف دينا F1 مع السماد سلفات الأمونيوم، حيث بلغت 14.04 طنًا/ هكتار، تلتها معاملة الصنف فيحاء مع سلفات الأمونيوم 11.25 طناً/ هكتار، وهذا يتوافق مع نتائج[47] التي بيّنت أن الاستخدام الفعال للتسميد الآزوتي في المنطقة المحيطة بالجذور أدى إلى زيادة محصول الذرة بنسبة 5-15%، وزيادة الإنتاجية بنسبة تُراوح من 12-15 طناً/ هكتار؛ أي تفوق الصنف دينا F1 مع السماد سلفات الأمونيوم بنسبة 24.8% على الصنف فيحاء مع السماد سلفات الأمونيوم.



شكل 5. التفاعل المتبادل بين السماد الآزوتي المستخدم والصنفين المدروسين على متوسط الإنتاجية (طن/هكتار). تختلف المعاملات التي تحتوي على أحرف صغيرة اختلافاً معنوياً وفقاً لاختبار (Tukey) للفرق ذي الدلالة الصادقة (HSD) عند مستوى ($P \leq 0.05$).

4- الاستنتاجات والتوصيات

نلاحظ من النتائج السابقة تفوق الصنف دينا F1 من حيث ارتفاع النبات على الصنف فيحاء. وكان لسماد سلفات الأمونيوم تأثيرٌ إيجابي ومعنوي في جميع معايير النمو لنباتات الذرة الصفراء مقارنةً بمعاملات التسميد بنترات البوتاسيوم وبالشاهد أيضًا. وقد استطاع صنفا الذرة المستخدمان في هذه التجربة (دينا F1 وفيحاء) تنظيم امتصاص الكالسيوم، على الرغم من وجوده بتراكيز عالية في محلول التربة (نسبة كربونات الكالسيوم فيها 48%) مما يدعونا إلى الاعتقاد أن هذين الصنفين يتحملان نسب الكربونات العالية. وأيضاً تفوّق الصنف دينا F1 من حيث متوسط الإنتاجية على الصنف فيحاء، وكانت الزيادة بنسبة 14%. وأعطى التسميد بسلفات الأمونيوم أعلى إنتاجية من العرانيس الطازجة مع أغلفتها، وقد بلغت 12.64 طناً/هكتار، وتفوقت معاملة التسميد بسلفات الأمونيوم مع الصنف دينا F1 على جميع المعاملات المدروسة، حيث كانت الإنتاجية (14.04) طناً/هكتار، تلتها معاملة الصنف فيحاء مع التسميد بسلفات الأمونيوم، وكان متوسط الإنتاجية (11.25) طناً/ هكتار. وبناءً على هذه النتائج، ننصح باستخدام سماد سلفات الأمونيوم في الترب الكلسية، وبزراعة الصنف دينا F1 في الترب الكلسية، وكذلك ننصح بإجراء تجارب أخرى عند مستويات أعلى من كربونات الكالسيوم لتأكيد مقاومة هذا الصنف لنسب الكربونات العالية.

المراجع

1. Chen Y, Barker P. Iron nutrition of plants in calcareous soils. Advances in Agronomy. 1982; 35:217–240.
2. FAO SOILS PORTA. Calcareous soils. Food and Agriculture Organization of the United Nations; 2016.
3. Marschner H. Mineral nutrition of higher plants. 2nd ed. London: Acadimic Press; 1995.
4. Hagin J, Tucker B. Fertilization of dry land and irrigated soils. Advanced Series in Agricultural Sciences. 1982;164(6): 793-802.
5. Garcia M, Daverede C, Gallego P, Toumi M. Effect of various potassium-calcium ratios on cation nutrition of grape grown hydroponically. Journal of Plant Nutrition. 1999; 22:417–425.
6. Cystic MH, Gluhic D, Coga L, Petek M, Gošćak I. Vine plant chlorosis on unstructured calcareous soils and leaf Ca, Mg and K content. VII. Alps-Adria Scientific Workshop Stara Lesna, Slovakia; 2008.
7. Ksouri R. Gharsalli M, Lachaal M. Physiological responses of Tunisian grapevine varieties to bicarbonate-induced iron deficiency. Journal of Plant Physiology. 2005;162:335–341.
8. Boxma R. Bicarbonate as the most important soil factor in lime-induced chlorosis in the Netherlands. Plant Soil. 1972;37(2):233–243.
9. Mengel K. Iron availability in plant tissues-iron chlorosis on calcareous soils. Plant Soil. 1994;165(2):275–283.
10. Wallace, A. Effect of nitrogen fertilizer and nodulation on lime-induced chlorosis in soybeans. Journal of Plant Nutrition. 1982;5(4–7):363–368.
11. FAO SOILS PORTA. Calcareous soils. Food and Agriculture Organization of the United Nations; 2018.
12. Jules J. Strategy of crop production. Chapter 16: An introduction to world crops. Crop Sci. 1974.
13. Vidal EA, Gutierrez RA. A systems views of nitrogen nutrient and metabolite responses in Arabidopsis. Plant Biology. 2008;11(5):521–529.
14. Tillman D. Global environmental impacts of agricultural expansion: The need for sustainable and efficient practices. Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America. 1999;96:5995–6000.
15. Obreza TA, Alva AK, Calvert DV. Citrus fertilizer management on calcareous soil. University of Florida; 1993.
16. Callot G. La truffe, la terre, la vie. Versailles: INRA; 1999. p. 210.
17. Heller R. Physiolgie Vegetable; 1- nutrition Abreges Masson 3eme edition; 1984. 345.
18. Bloom AJ. Ammonium and nitrate as nitrogen sources for plant growth. ISI Atlas of Science-Animal & Plant Sciences. 1988;1:55–59.
19. Wolt JD. Soil solution chemistry: Applications to environmental science and agriculture. John Wiley and Sons;1994.
20. Khalil N, Bonneau M, Leyval C, Guillet B. Influence du type de nutrition azotee sur le declenchement de la chlorose du sapin de nordmann (Abies nordmanniana, spach, 1842). Annales des Sciences forestieres, France. 1989; 49:325–343.
21. Zhao X, Guihong B, Harkess RL. Effects of different NH4:NO3 ratios on growth and nutrition uptake in Iris germanica 'Immortality'. Hortscience. 2016;51(8):1045–1049.
22. Smiley RW. Rhizosphere pH as influenced by plants, soils, and nitrogen fertilizers. Soil Science Society of America Journal. U.S.A. 1974; 38(5):795–799.
23. Bolan NS, Hedley MJ, White RE. Process of acidification during nitrogen cycling with emphasis on legume based pasture. Plant and Soil. 1991;134:53–63.
24. Gahoonia TS, Nielsen NE. The effect of root-induced pH depletion of inorganic and organic phosphorus in the rhizosphere. Plant and Soil. 1992; 143:185–191.
25. Hinsinger P, Plassard C, Tang C, Jaillard B. Origins of root-induced pH changes in the rhizosphere and their responses to environmental constraints: A review. Plant Soil. 2003;248:43–59.
26. Tang C, Conyes MK, Nuruzzaman M, Poile GJ, Liu DL. Biological amelioration of subsoil acidity through managing nitrate uptake by wheat crops. Plant and Soil. 2011; 338(1):383–397. https://doi.org/10.1007/s11104-010-0552-6
27. Marschner P. Mineral nutrition of higher plants. 3rd ed. London: Academic Press. 2012.
28. Purseglove JW. Tropical crop. Monocotyledons. London: Longmans; 1972. pp. 300–333.
29. Qingfeng M, Chen XP, Zhang FS, Cao MH, Cul ZL, Bal JS, Yue SC, Chen SY, Muller T. In-season root-zone nitrogen management strategies for improving nitrogen use efficiency in high-yielding maize production in China Pedosphere. 2012; 22(3): 294–303.
30. Sherif AEA, El-hedek KS, Abdgwad SHA. Impact of bio-stimulates and some different nitrogen sources on maize and wheat productivity in calcareous soil. Journal of Soil Sciences and Agricultural Engineering. 2019;10(6):337–349.
31. Alzoghbi MM, Alosani AA, Dergham H. Methods of soil, plant, water, and fertilizer analysis. Syria: Ministry of Agriculture and Agrarian Reform – General Authority for Scientific Agricultural Research. 2013 (in Arabic).
32. Imran H, Khan FS, Bhutto NN. A study of the application of HA in the presence of biofertilizer along with P to see if the P use efficiency can be improved. Frontiers of Agriculture and Food Technology. 2015;3:298–303.
33. Ritchie SW, Hanway JJ, Benson GO. How a corn plant develops. Iowa State University of Science and Technology Cooperative Extension Service. Special Report Number: 48, 1993. p.21.
34. Koul GG. Effect of sowing methods, nitrogen levels and seed rates on yield and quality of fodder maize (*Zea mays* L.). M.Sc. Thesis, Faculty of Agriculture, Univ. of Khartoum; 1997.
35. Saigusa M, Kasagaya Y, Watarable SK. Ecology of apple of pru (*Nieandra physalodes* L.). Press and Velvet Leaf (Abudtilon avicennae Garth); 1999.
36. Gasim SH. Effect of nitrogen, phosphorus and seed rate on growth, yield and quality of forage maize (*Zea mays* L.). M.S. Thesis, Faculty of Agriculture, Univ. of Khartoum; 2001.
37. Tang C, Rengel Z. Role of plant cation/ anion uptake ratio in soil acidification. In Handbook of soil acidity. Boca Raton:CRC; 2003. p. 57–81. https://doi.org/10.1201/9780203912317
38. Mils HA, Jones JB. Plant analysis handbook II: A practical

sampling, preparation, analysis, and interpretation guide. 2nd ed. Athens, GA: MicroMacro Publishing; 1997.
39. Jing J, Ruia Y, Zhanga F, Rengel Z, Shen J. Localized application of phosphorus and ammonium improves growth of maize seedlings by stimulating root proliferation and rhizosphere acidification. Field Crops Research. 2010; 119:355–364. doi.org/10.1016/j.fcr.2010.08.005
40. Amanullah H. Rate and timing of nitrogen application influence partial factor productivity and agronomic NUE of maize (*Zea mays* L) planted at low and high densities on calcareous soil in northwest. Journal of Plant Nutrition. 2019;39(5):683–690.
41. Sawi SMA. The effect of nitrogen, phosphorus and time of application on growth and yield of maize. Agric. Univ. of Khartoum.Sudan; 1993.
42. Omara HA. The effect of spacing, nitrogen and phosphorus application on growth and yield of maize (*Zea mays* L.). M.Sc. Thesis, Univ. of Khartoum, Faculty of Agric; 1989.
43. Bloom AJ, Sukrapanna SS, Warner RL. Root respiration associated with ammonium and nitrate absorption and assimilation by barley. Plant Physiology. 1992;99(4): 1294–1301.
44. George J. Nitrate and ammonium interactions in maize. Adelaide: Australian Centre for Plant Functional Genomics; 2014.
45. Cox WJ, Reisenauer HM. Growth and ion uptake by wheat supplied with nitrogen as nitrate, or ammonium, or both. Plant and Soil. 1973; 38:363–380.
46. Vites FG, Hageman RH. Factors affecting the accumulation of nitrate in soil, water, and plants. Agricultural Research Service, US Department of Agriculture; 1971. Agriculture handbook, No. 413: P. 67. https://handle.nal.usda.gov/10113/CAT88913048
47. Zhang F, Niu J, Zhang W, Chen X, Li C, Yuan L, Xie J. Potassium nutrition of crops under varied regimes of nitrogen supply. Plant and Soil. 2010; 335: 21–34. https://doi.org/10.1007/s11104-010-0323-4

المجلة العربية للبحث العلمي
Arabian Journal of Scientific Research

https://doi.org/10.5339/ajsr.2023.5
المجلة العربية للبحث العلمي، 2023، 1 من 8

ورقة بحثية

حساب كثافة الذرات غير المستقرة في محاكاة التفريغ الومضي في التيار المستمر لغاز الكريبتون

عبد العزيز بوشيخي[1*]

[1] قسم الإلكتروتقني، كلية التكنولوجيا، جامعة سعيدة، سعيدة، الجزائر

* Email: bouchikhiabdelaziz1@yahoo.fr

الملخص

في هذا البحث، احتُسبت كثافة الذرات غير المستقرة في محاكاة التفريغ الومضي في التيار المستمر لغاز الكريبتون (Kr) عند الضغوط0.5 ، و1.5 و1.5(Torr)، والجهود المطبقة كانت200 و300 و340(Volt). التباعد بين القطبين المصعد والمهبط يساوي 1 (cm). العمليات الكيمائية التي أُخذت في الاعتبار في هذه الدراسة هي الإشعاع والتأين الكيميائي والتأين التدريجي والإثارة وإزالة الإثارة والاصطدام المرن. القيم القصوى لكثافة الذرات غير المستقرة التي سُجلت في هذه الدراسة تراوح بين 0.54×10^{8} و 2.47×10^{9}(cm^{-3})، ومن ثم، يمكن استخدام هذا النموذج ليحلّ محلّ قياسات مطياف الكتلة.

الكلمات المفتاحية: بولزيك+، كثافة الذرات غير المستقرة، نموذج المائع، معادلة بواسون، معادلة بولتزمن.

Title

Calculation of the metastable atom density in a DC krypton glow discharge

Abdelaziz Bouchikhi[1,*]

[1] Department of Electrical Engineering, Faculty of Technology, University of Saïda, Saïda, Algeria

Abstract

In this paper, we have calculated the metastable atom density in krypton by a fluid model for gas pressure equal to 0.5, 1 and 1.5 Torrs, and the applied voltages were 200, 300 and 340 volts. The inter-electrodes spacing was equal to 1 cm. The chemical processes that were considered in this study were radiation, chemo-ionization, stepwise ionization, both ionization and excitation of the ground atom, and de-excitation and elastic collision. The model was verified experimentally and theoretically. The maximum values for the metastable atom density that was registered in this study were equal between 0.54 x 10^{8} and 2.47 x 10^{9} cm^{-3}. Consequently, this model can be used to replace mass spectrometry measurements.

Keywords: BOLSIG+, metastable atom density, Fluid model, Poisson's equation

1- المقدمة

بدافع الحاجة إلى تطوير التطبيقات الصناعية للبلازما، جرى فحص التفريغ الومضي تجريبيًا ونظريًا، إذ تمكّننا النمذجة الجيدة من فهم سلوك التفريغ في الغازات، مما يؤدي إلى التحكم في مفاعلات البلازما وتحسينها في مختلف القطاعات. توجد مجموعة واسعة جدًا من التطبيقات، مثل ترسيب أو نقش الأغشية الصلبة الرقيقة، ومصادر الضوء الليزري والطيفي والإضاءة وتعديل السطح والكيمياء التحليلية وكيمياء البلازما.

Received 22 October 2022; accepted 03 April 2023; published 15 May 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: Bouchikhi A. Calculation of the metastable atom density in a DC krypton glow discharge. Arabian Journal of Scientific Research 2023:1.5. https://doi.org/10.5339/ajsr.2023.5

وجدت ذرات الغازات النادرة غير المستقرة استخدامًا واسعًا في المجالات التي أحدثتها الثورة في معالجة الذرات بالليزر،[19-1] مثل فيزياء الاصطدام البارد، والشبكات الضوئية، والطباعة الحجرية للذرات، واكتشاف النظائر النادرة، ومؤخراً، تكثيف بوز-أينشتاين (BEC). تتيح الطاقة الداخلية العالية للذرات غير المستقرة مخططات الكشف الجديدة في دراسات (BEC) وتلف السطح الموضعي للمقاومات المناسبة، ومن ثم توفر مكانًا يتخطى الدراسات المماثلة مع ذرات الغاز. بالنسبة إلى هذه الدراسات، تُنتَج ذرات الغازات النادرة غير المستقرة بوجه عام في شكل حزمة عن طريق الاستخراج المباشر من تفريغ التيار المستمر، أو التيار المتناوب بتردد المذياع (أقل من 300 (MHz).

هدفنا في هذه المقالة هو حساب كثافة الذرات غير المستقرة في محاكاة التفريغ الومضي لغاز الكريبتون باستخدام نموذج رياضي. وكما هو موضح في القسم الثاني، يعتمد النموذج على معادلات الاستمرارية للإلكترون والأيونات وكثافات الذرات الثابتة وكثافات التدفق الخاصة بكلٍ منها؛ معادلة بواسون للمجال الكهربائي ومعادلة طاقة الإلكترون.

تشمل منابع معادلات الاستمرارية العمليات الكيميائية الضرورية للحفاظ على التفريغ الكهربائي. وفي القسم الثالث، نناقش نتائج المسافة والزمن. وفي القسم الرابع، جرت مناقشة تأثيرات ضغط الغاز وجهد المهبط على الخصائص الفيزيائية لغاز الكريبتون. وأخيرًا، يحتوي القسم الخامس على الاستنتاجات.

2- النموذج الفيزيائي

يعتمد النموذج على معادلات الاستمرارية والتدفق للإلكترونات والأيونات وكثافة الذرات غير المستقرة. تعتمد معادلة الطاقة فقط على الإلكترونات. ولمراعاة تأثير المجال الكهربائي في الجسيمات المشحونة، تقترن معادلة بواسون بطريقة متسقة ذاتيًا مع المعادلات المذكورة.يحتوي جدول 1 على العمليات الكيميائية الناجمة عن التفريغ الكهربائي وعلى معاملات المعدل الكيميائي.

جدول 1 :المخطط الحركي للعمليات الكيميائية.

المرجع	معاملات المعدل		اسم المعادلة الكيميائية	المعادلات الكيميائية
	القيم	الرمز		
20-21	احتُسبت (eVs^{-1})	P^{ec}	الاصطدام المرن	$Kr + e^- \rightarrow Kr + e^-$
22-23	بولزيك+(cm^3s^{-1})	K_o^{io}	التأين	$Kr + e^- \rightarrow Kr^+ + 2e^-$
22-23	بولزيك+(cm^3s^{-1})	K_o^{m}	الإثارة	$Kr + e^- \rightarrow Kr_m^* + e^-$
22-23	بولزيك+(cm^3s^{-1})	K_m^{o}	إزالة الإثارة	$Kr_m^* + e^- \rightarrow Kr + e^-$
24	احتُسبت (cm^3s^{-1})	K_m^{io}	التأين التدريجي	$e^- + Kr_m^* \rightarrow Kr^+ + ٢e^-$
25	(cm^3s^{-1}) $5.2x10^{-10}$	K^{ci}	التأين الكيميائي	$Kr_m^* + Kr_m^* \rightarrow Kr^+ + e^- + Kr$
26	(s) $5.2x10^{-10}$	τ_m	الإشعاع	$Kr_m^* \rightarrow Kr + h\nu$

يعتمد النموذج الرياضي على معادلات الاستمرارية التي تمثل الحل الأول والتقريبي لمعادلة بولتزمن،[32-27] ومعادلة التدفق التي تمثل الحل الثاني والتقريبي لمعادلة بولتزمن، ومعادلة الطاقة التي تمثل الحل الثالث والتقريبي لمعادلة بولتزمن. اعتمادًا على المخطط الحركي للجسيمات، يكتب النموذج الرياضي على الشكل التالي:

$$\frac{\partial n_e}{\partial t} + \frac{\partial \phi_e}{\partial x} = n_e(n_o K_o^{io} + n_m K_m^{io}) + n_m n_m K^{ci} \quad ,(1)$$

$$\frac{\partial n_+}{\partial t} + \frac{\partial \phi_+}{\partial x} = n_e(n_o K_o^{io} + n_m K_m^{io}) + n_m n_m K^{ci} \quad ,(2)$$

$$\frac{\partial n_m}{\partial t} + \frac{\partial \phi_m}{\partial x} = n_e(n_o K_o^{m} - n_m K_m^{o} - n_m K_m^{io}) - 2n_m n_m K^{ci} - \frac{n_m}{\tau_m} \quad ,(3)$$

$$\frac{\partial \varepsilon_e n_e}{\partial t} + \frac{\partial \phi_{e\varepsilon}}{\partial x} = -e\phi_e E + \varepsilon^m n_e n_m K_m^{o} + \varepsilon^{ci} n_m n_m K^{ci} - n_e P^{ec} - n_e(\varepsilon^m n_o K_o^{m} + \varepsilon^{io} n_o K_o^{io} + (\varepsilon^{io} - \varepsilon^m) n_m K_m^{io}) \quad ,(4)$$

$$\frac{\partial^2 V}{\partial x^2} = -\frac{e}{\varepsilon_o}(n_+ - n_e) \quad (5)$$

معادلات التدفق للإلكترونات والأيونات وكثافة الذرات غير المستقرة تُكتب على الشكل التالي:[30-27]

$$\phi_e = -n_e \mu_e E - \frac{\partial D_e n_e}{\partial x} \quad ,(6)$$

$$\phi_+ = n_+ \mu_+ E - \frac{\partial D_+ n_+}{\partial x} \quad ,(7) \qquad \phi_m = -D_m \frac{\partial n_m}{\partial x} \quad ,(8)$$

$$\phi_{e\varepsilon} = -n_e E \mu_{e\varepsilon} - \frac{\partial n_e D_{e\varepsilon}}{\partial x} \quad (9)$$

تعطى تسمية الرموز في جدول 2.

حيث: $D_m = 38/p\ (cm^2 s^{-1} torr)$ و p هي ضغط الغاز بوحدة (Torr).[33] تعطى سرعة الأيونات المشتقة بالعلاقة التقريبية التالية $w_+ = (2.6E/n_o)/((1+(0.007E/n_o)^{1.5})^{0.33}\ (ms^{-1})$ والتي تكافئ العلاقة التجريبية.[34] يحسب معامل انتشار الأيونات بعلاقة أينشتاين.[37-35] ($\mu_{e\varepsilon}$) و($D_{e\varepsilon}$) يمثلان التنقل والانتشار للطاقة الإلكترونية، على التوالي. تُحسب معاملات وخصائص الإلكترون بدلالة الطاقة المتوسطة للإلكترون في غاز الكريبتون (Kr) عن طريق برنامج بولزيك+. تمت معالجة العلاقات الرياضية (1-9) في المقالات السابقة.[32-31]

جدول 2 :تسمية الرموز.

كثافة الإلكترون والأيون والذرات غير المستقرة	n_e, n_+, n_m
تدفق الإلكترون والأيون والذرات غير المستقرة	ϕ_e , ϕ_+ , ϕ_m
كثافة الغاز	n_o
معامل الإثارة	K_o^m
معامل إزالة الإثارة	K_m^o
عتبة طاقة الإثارة	ε^m
معامل التأين	K_o^{io}
معامل التأين التدريجي	K_m^{io}
عتبة طاقة التأين	ε^{io}
معامل التأين الكيميائي	K^{ci}
عتبة طاقة التأين الكيميائي	ε^{ci}
معامل الإشعاع	τ_m
معامل الاصطدام المرن	P^{ec}
متوسط طاقة الإلكترون	ε_e
تدفق طاقة الإلكترون	$\phi_{e\varepsilon}$
التوتر الكهربائي	V
المجال الكهربائي	E
السماحية الكهربائية وشحنة الإلكترون	ε_o , e
الناقلية الإلكترونية والأيونية	μ_e , μ_+
سرعة الأيون	W_+
معامل انتشار الإلكترون والأيون والذرات غير المستقرة	D_e , D_+ , D_m
الناقلية ومعامل الانتشار لطاقة الإلكترون	$\mu_{e\varepsilon} , D_{e\varepsilon}$

3- التمثيل البياني للمسافة والزمن

نقدّم في هذا القسم سلوك التفريغ الومضي لغاز الكريبتون عند ضغط 0.5 (Torr). درجة حرارة الغاز300 (K). والجهد المطبق للتيار المستمر 200 (V). معامل انبعاث الإلكترون الثانوي للمهبط 0.13. الخطوة الزمنية (ps) Δt=10. عدد النقاط في المسافة يساوي 200.

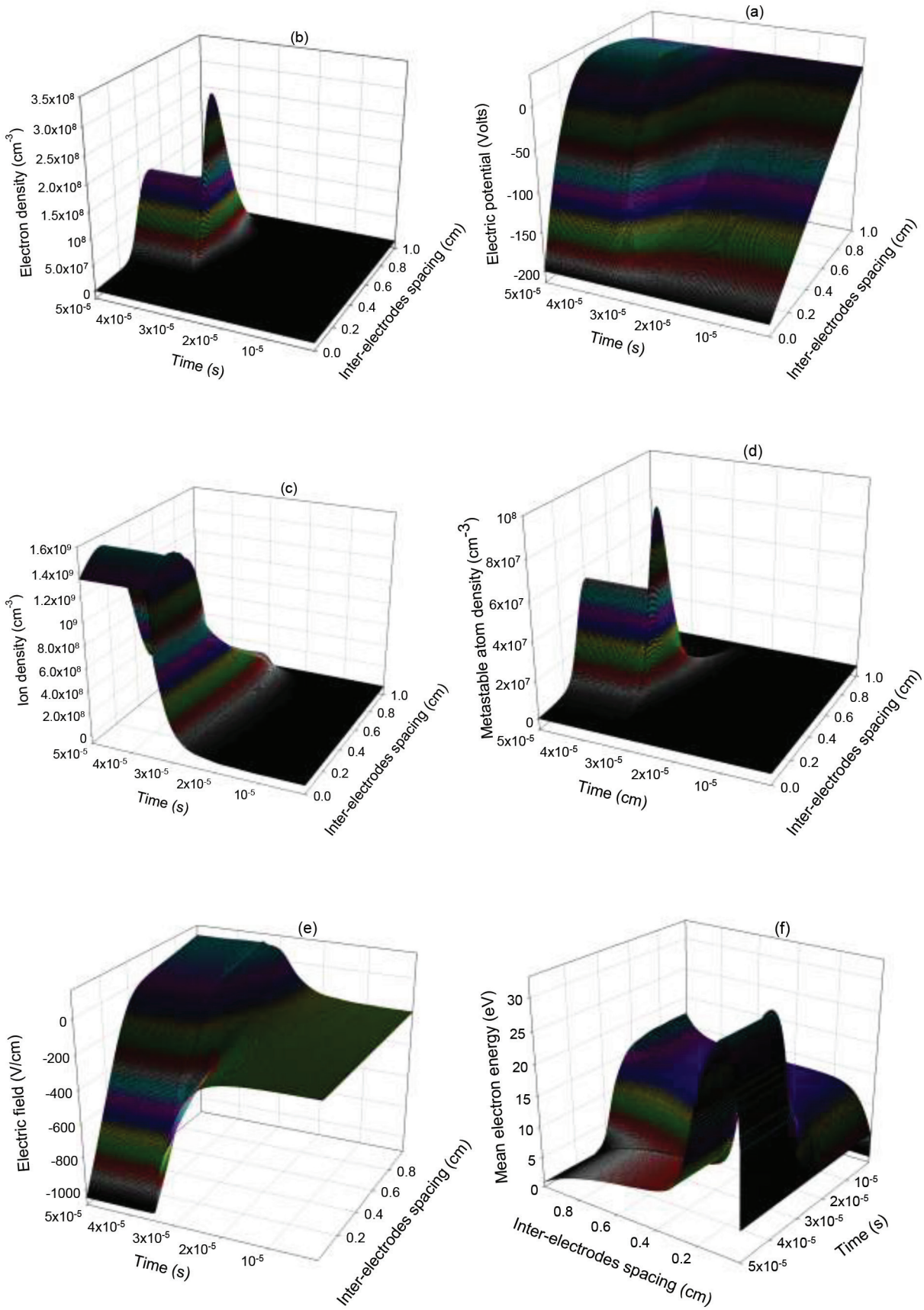
يمثل الشكل 1 التوزيعات الزمنية للتوتر الكهربائي (a)، وكثافة الإلكترون (b)، وكثافة الأيونات (c)، وكثافة الذرات غير المستقرة (d)، والمجال الكهربائي (e)، ومتوسط طاقة الإلكترون (f). نلاحظ أن سلوك التفريغ الومضي كلاسيكي جدًا، ويتميز بمنطقة لابلاسيان عندما تشغل هذه المنطقة محاكاة الوقت بين 10^{-11} و3×10^{-5} (s).

التمثيل البياني للتوتر الكهربائي خطي تماماً بين المصعد والمهبط، وهذا راجع إلى تعادل الشحنات السالبة (الإلكترونات) مع الشحنات الموجبة (أيونات غاز الكريبتون). لذلك، فإن كثافة الغاز الناتجة من التفريغ الكهربائي تكون شبه منعدمة. وبناءً عليه، فإن المجال الكهربائي (انظر الشكل 1-e) ثابت في هذه المنطقة، ويأخذ قيمة -200 (V/cm). يساوي متوسط طاقة الإلكترون 1 (eV) في الوقت 10^{-11}(s) بسبب طاقة الإلكترون الأولية والمفترضة، ثم يصل متوسط طاقة الإلكترون إلى القيمة 13 (eV) عند زمن المحاكاة 3×10^{-5} (s) (انظر الشكل 1-f). إن سلوك كثافة الذرات غير المستقرة كلاسيكي أيضًا، وهو ثابت تقريبًا في هذه المنطقة.

بالنسبة إلى محاكاة الوقت المشغولة بين 3×10^{-5} و4×10^{-5} (s)، نلاحظ شبه ظهور لمنطقة سقوط المهبط عند التوزيع البياني للجهد الكهربائي والمجال الكهربائي (انظر الشكلين 1-a و1-e). هذه الظاهرة نتيجة لكثافة الغاز الناتجة من التفريغ الكهربائي، حيث تكون كبيرة إلى حد ما. نلاحظ أن كثافة الأيونات كبيرة بالنسبة إلى كثافة الإلكترونات في هذه المنطقة (شبه ظهور لمنطقة سقوط المهبط) (انظر الشكلين 1-b و1-c). كذلك، نلاحظ أن كثافة الذرات غير المستقرة تكون دائمًا أقل أهمية في هذه المنطقة (شكل 1-d). يُعد متوسط طاقة الإلكترون (شكل 1-f) مهمًا جدًا في هذه المنطقة نظرًا إلى وجود مجال كهربائي قوي.

بعد ذلك، نلاحظ أن الجهد الكهربائي والمجال الكهربائي ثابتان تقريبًا بسبب كثافة الغاز الناتجة من التفريغ الكهربائي، التي لا تكاد تذكر. وتسمى هذه المنطقة بمنطقة البلازما أو منطقة التوهج السلبي. في هذه المنطقة، تكون كثافة الإلكترون والأيونات متطابقة تقريبًا. نلاحظ أيضًا أن كثافة الذرات غير المستقرة تتميز بذروة في منطقة البلازما. ومتوسط طاقة الإلكترون أقل أهمية في هذه المنطقة بسبب المجال الكهربائي المنخفض.

في المدة 4×10^{-5} و5×10^{-5} (s)، بالنسبة إلى وقت المحاكاة، يتم الحفاظ على سلوك التفريغ الومضي لغاز الكريبتون؛ أي وجود منطقتي المهبط والبلازما لجميع الكميات الفيزيائية (الجهد، والمجال الكهربائي، وكثافة الإلكترون والأيونات، وكذلك متوسط طاقة الإلكترون).



شكل 1. التوزيعات الزمنية للتوتر الكهربائي (a)، وكثافة الإلكترون (b)، وكثافة الأيونات (c)، وكثافة الذرة غير المستقرة (d)، والمجال الكهربائي (e)، ومتوسط طاقة الإلكترون (f)في غاز الكريبتون (Kr) عند ضغط 0.5(Torr) والجهد المطبق للتيار المستمر يساوي 200 (V).

4- آثار ضغط الغاز والجهد الكهربائي

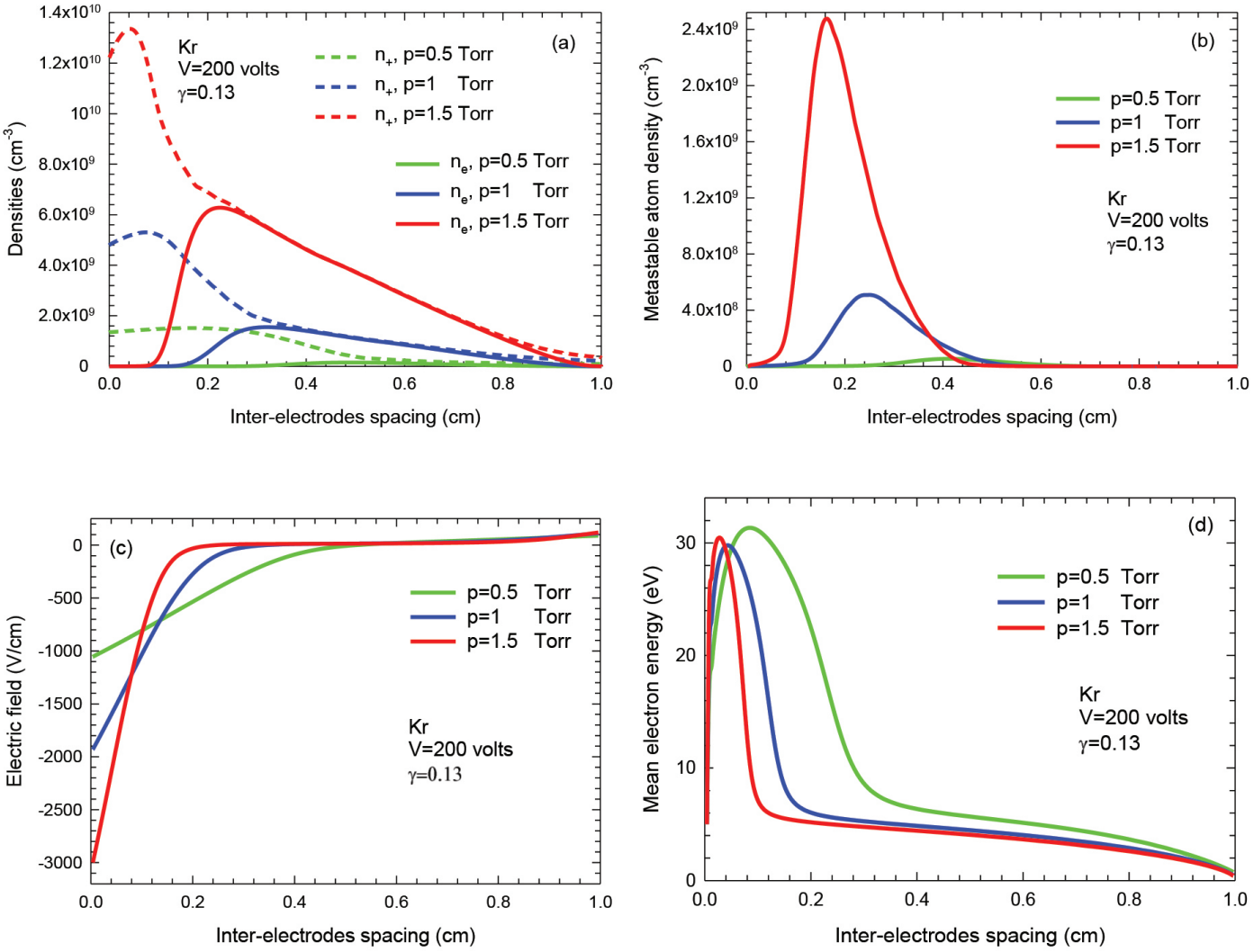
4-1 آثار ضغط الغاز

في هذا القسم، سوف نقدّم تأثير ضغط الغاز في الكريبتون في سلوك التفريغ الومضي في وجود كثافة الذرات غير المستقرة، وهذا في حالة استقرار التفريغ الكهربائي. تساوي المسافة بين الأقطاب الكهربائية 1 (cm)، ودرجة حرارة الغاز تساوي 300 (K). الجهد المطبق عند المهبط ثابت ويساوي -200 (V). يجري تقدير معامل انبعاث الإلكترون الثانوي لغاز الكريبتون بطريقة مرتبطة بالطريقة الحالية في المقالات الخاصة بالغازات النادرة، ومن المفترض أن تكون مساوية لـ 0.13. نطاقات الضغوط المطبقة هي 0.5 و1 و1.5 (Torr).

تُمثّل تأثيرات ضغط الغاز في التوزيعات المكانية للإلكترون والأيون وكثافة الذرات غير المستقرة في الشكلين (a-2) و (b-2). نلاحظ أن كثافة الإلكترون والأيونات والذرات غير المستقرة تزداد مع زيادة الضغط. ويمكن تفسير ذلك من خلال حقيقة أن نمو الضغط يقلل من متوسط المسار الحر للجسيمات، مما يؤدي إلى احتمال أكبر لحدوث التأين، والتأين التدريجي، والتأين الكيميائي وتصادمات الإثارة. تتضمن عمليات الاصطدام هذه زيادة كثافة الجسيمات المشحونة وكثافة الذرات غير المستقرة. وبناء عليه، تزداد كثافة التيار الكلي مع زيادة ضغط الغاز، الذي يساوي 0.06 و0.20 و0.53 (mA/cm^2) مقابل 0.5 و1 و1.5 (Torr)، على التوالي.

نلاحظ في شكل (c-2) أن الحقل الكهربائي في جهة المهبط يزداد مع ضغط الغاز؛ لأن التباعد بين كثافات الإلكترون والأيونات يزداد مع ضغط الغاز. يكون المجال الكهربائي مستقلاً عن قيمة ضغط الغاز في منطقتي البلازما والمصعد، بسبب ضعف كثافة الغاز الناتجة من التفريغ الكهربائي. قيم المجال الكهربائي عند المهبط هي -1053.95 و-1931.04 و-2909.06 (V/cm)، مقابل 0.5 و1.0 و1.5(Torr)، على التوالي.

يمثل الشكل (d-2) تأثير ضغط الغاز في التوزيع المكاني لمتوسط طاقة الإلكترون. ونلاحظ أن متوسط طاقة الإلكترون يتناقص مع زيادة الضغط، لأن زيادة الضغط تقلل من متوسط المسار الحر للجسيمات. وبناء عليه، لن يكون للإلكترونات مسار كافٍ للحصول على الطاقة بين تصادمين متتاليين تحت تأثير المجال الكهربائي.



شكل 2. تأثيرات ضغط الغاز في التوزيعات المكانية لكثافة الإلكترون وكثافة الأيون (a)، وكثافة الذرات الغير مستقرة (b)، والمجال الكهربائي (c)، ومتوسط طاقة الإلكترون (d).

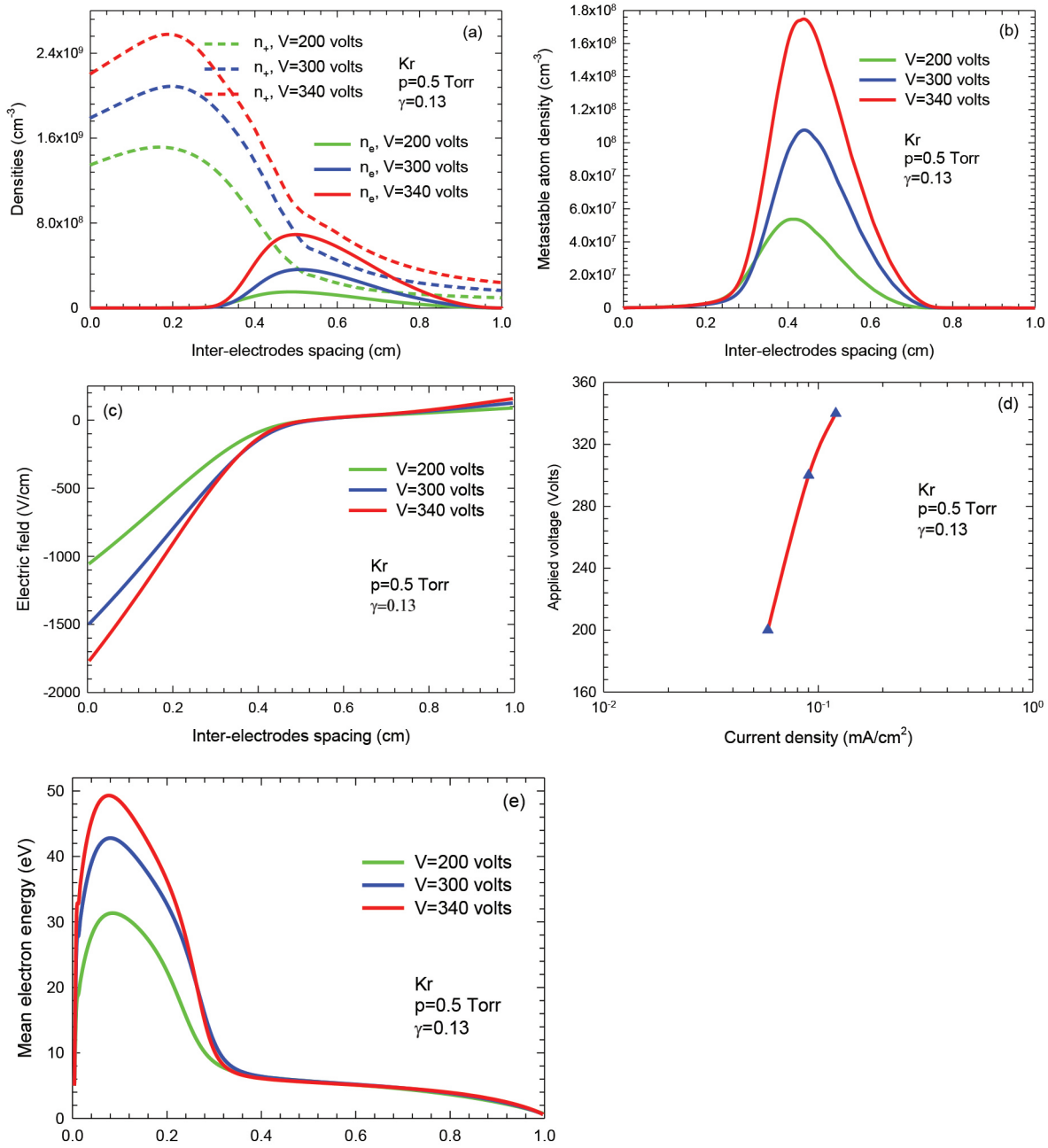
2-4 آثار جهد المهبط

بعد ذلك، نقدم تأثير الجهد المطبق في الخواص الكهربائية لتفريغ ومضي في غاز الكريبتون في وجود كثافة الذرات غير المستقرة. ضغط الغاز ثابت عند 0.5 (Torr)، ودرجة حرارته تساوي 300 (K)، ويساوي معامل الانبعاث الثانوي للمهبط 0.13 ، والمسافة بين الأقطاب الكهربائية تساوي 1 (cm). نطاقات الجهد المطبق عند المهبط هي: -200 و-300 و-340 (V).

يمثل الشكلان (a-3) و(b-3) التوزيعات المكانية للإلكترون والأيونات وكثافة الذرات غير المستقرة بدلالة الجهد المطبق، وهذا في حالة استقرار التفريغ الكهربائي. نلاحظ أن كثافة الإلكترون والأيونات والذرات غير المستقرة تزداد مع زيادة الجهد المطبق. ونستطيع تفسير ذلك بأن زيادة الجهد تنطوي على نمو المجال الكهربائي بين القطبين، ونتيجة لذلك فإن عمليات التأين والتأين التدريجي والتأين الكيميائي والإثارة تزداد؛ مما يؤدي إلى زيادة كثافة الجسيمات.

يمثل الشكلان (c-3) و (d-3) التوزيعات المكانية للمجال الكهربائي وكثافة التيار بدلالة الجهد المطبق، على التوالي. ونلاحظ أن سلوك المجال الكهربائي بدلالة الجهد المطبق كلاسيكي وموافق لسلوك التفريغ الومضي. تساوي قيم المجال الكهربائي عند المهبط: -1053.95، و-1496.52 و -1768.66 (V/cm).

يمثل الشكل (e-3) التوزيع المكاني لمتوسط طاقة الإلكترون بدلالة الجهد المطبق، وهذا في حالة استقرار التفريغ الكهربائي. يظهر تأثير قيمة الجهد المطبق في سلوك متوسط طاقة الإلكترون بوضوح في منطقة المهبط المميز للتفريغ الومضي. ونلاحظ زيادة في متوسط طاقة الإلكترون مع الجهد، وهذا راجع إلى الزيادة في المجال الكهربائي. القيم القصوى لمتوسط طاقة الإلكترون هي: 31.35 و42.80 و49.31 (eV) عند تطبيق جهد 200 و300 و340 (V)، على التوالي.



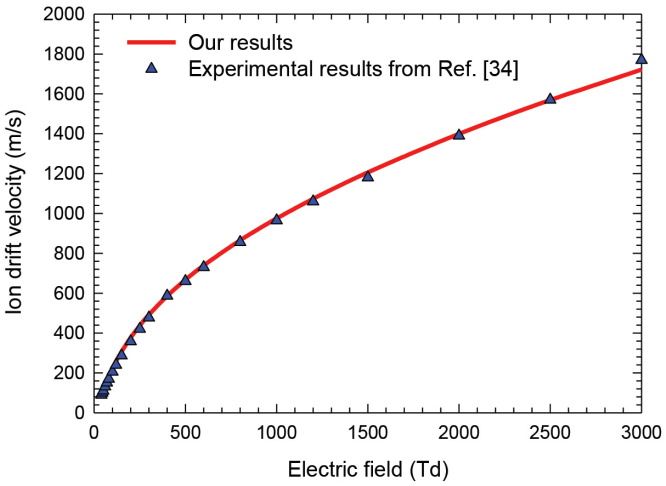
الشكل 3. تأثيرات جهد المهبط في التوزيعات المكانية لكثافة الإلكترون وكثافة الأيون (a)، وكثافة الذرات غير المستقرة(b)، والمجال الكهربائي (c)، وكثافة التيار (d)، ومتوسط طاقة الإلكترون (e).

5- الاستنتاجات

في هذه المقالة، احتسبت كثافة الذرات غير المستقرة في غاز الكريبتون عند ضغط منخفض بواسطة التفريغ الومضي بالتيار المستمر. يعتمد نموذج المحاكاة المستخدم في هذا العمل على المعادلات التقريبية الثلاث الأولى من معادلة بولتزمن. وقد استُخرجت البيانات اللازمة لغاز الكريبتون من برنامج بولزيك+ بدلالة متوسط طاقة الإلكترون. يعتمد النموذج على العلاقة التقريبية المكانية للمجال الكهربائي والطاقة الكهربائية؛ حيث تجعل المحاكاة أكثر صعوبة وتعقيدًا. وإضافة إلى ذلك، عُرضت التوزيعات المكانية والزمنية للإلكترون والأيونات وكثافة الذرة غير المستقرة، والحقل الكهربائي، ومتوسط طاقة الإلكترون، والجهد الكهربائي.

الملحق

برنامج بولزيك+: هو برنامج رقمي، أنجزه الباحثان هيقلار و بيتهوفر في مختبر لابلاس في تولوز في فرنسا.[23-22] ويمكننا هذا البرنامج من حساب الخصائص الفيزيائية للغازات (معاملات التنقل والانتشار للطاقة الإلكترونية ومعاملات الخصائص الكيميائية للذرات وجزيئات الغاز). ويبين الشكل 4 مقارنة السرعة التقريبية لأيونات غاز الكريبتون بالعلاقة التجريبية.[34]



الشكل 4. مقارنة سرعة الأيونات المشتقة بالعلاقة التقريبية مع العلاقة التجريبية.[34]

المراجع

1. Vasilyak L M, Polyakov D N, Shumova V V.Glow discharge positive column with dust particles in neon. Contributions to Plasma Physics. 2013; 53(4–5):432–435.
2. Hechelef B, Bouchikhi A. Identification of the normal and abnormal glow discharge modes in a neon-xenon gas mixture at low pressure. Plasma Science and Technology. 2018 Sep 4; 20(11):115401.
3. Hechelef B, Bouchikhi A.Current–voltage characteristics in a helium–argon gas mixture glow discharge at low pressure.Acta Physica Polonica A. 2019 Dec 1;136(6):855–860.
4. Marković V Lj, Gocić S R, Stamenković S N, Petrović Z Lj.Study of relaxation kinetics in argon afterglow by the breakdown time delay measurements.Physics of Plasmas.2005 Jul 20;12(7):073502.
5. Bouchikhi A. Modeling of a DC glow discharge in a neon–xenon gas mixture at low pressure and with metastable atom densities. Plasma Science and Technology. 2017 Jul 26;19(9):095403. DOI 10.1088/2058-6272/aa74ad
6. Donkó Z, Hartmann P, Kutasi K. On the reliability of low-pressure DC glow discharge modelling.Plasma Sources Science and Technology. 2006 Feb 22; 15(2):178.
7. Bouchikhi A. Parametric study on the DC microdischarge in a 90%Helium–10%Xenon gas mixture at intermediate pressure. *Indian Journal of Physics.* 2022 Apr; 96(5):1443–1452.
8. Meyyappan M, Kreskovsky J P L. Glow discharge simulation through solutions to the moments of the Boltzmann transport equation. Journal of Applied Physics. 1990 Aug 15;68(4):1506–1512.
9. Bouchikhi A. Physical proprieties of DC glow discharges in a neon–argon gas mixture. Canadian Journal of Physics. 2018;96(1):62–70.
10. Rafatov I,Bogdanov E A, Kudryavtsev A A. Account of nonlocal ionization by fast electrons in the fluid models of a direct current glow discharge. Physics of Plasmas. 2012 Sep 14;19(9):093503.
11. Bouchikhi A. Nonlocal ionization theory and secondary electron emission coefficient: Application in helium and neon DC microdischarge at high pressure.IEEE Transactions on Plasma Science. 2019 Aug 20; 47(9):4260–4267.
12. Eremin D, Hemke T, Mussenbrock T.A new hybrid scheme for simulations of highly collisional RF-driven plasmas. Plasma Sources Science and Technology. 2015 Dec 15; 25(1):015009.
13. Bouchikhi A.Dielectric barrier discharge effect on capacitively coupled RF argon glow discharge. Indian Journal of Pure & Applied Physics. 2022 Feb 16; 60(2):163–170.
14. Bouchikhi A. Effect of pressure on argon dielectric barrier discharge. Acta Physica Polonica A. 2022 Aug 1;142(2):249.
15. Stankov M N, Petković M D, Marković V L, Stamenković S N, Jovanović A P. The applicability of fluid model to electrical breakdown and glow discharge modeling in argon. Chinese Physics Letters. 2015 Feb 1; 32(2):025101.
16. Bouchikhi A. Study of the neon dielectric barrier discharge on a capacitively coupled radio frequency at low pressure with metastable atom density: Effect of the pressure. Ukrainian Journal of Physics. 2022 Nov 26; 67(7):504.
17. Bouchikhi A, Bouchikhi A. Calculation of the surface charge concentration on the argon's dielectric barrier discharge: Effect of the amplitude voltage. Indian Journal of Pure & Applied Physics. 2022 Mar 11; 60(11):933–940.
18. Becker M M, Loffhagen D. Enhanced reliability of drift-diffusion approximation for electrons in fluid models for non thermal plasmas. AIP Advances. 2013; 3(1):012108.
19. Bouchikhi A. Parametric studies of CCRF in Ar on 1D model: Effect of pressure and dielectric layers. Fusion Science and Technology. 2023 Jan 16; 79:168.
20. Sigeneger F, Winkler R. Nonlocal transport and dissipation

properties of electrons in inhomogeneous plasmas.IEEE Transactions on Plasma Science.1999 Oct; 27(5):1254–1261.
21. Van Gaens W, Bogaerts A. Kinetic modelling for an atmospheric pressure argon plasma jet in humid air. Journal of Physics D: Applied Physics. 2013 Jun 18; 46(27):275201.
22. Hagelaar G J M, Pitchford L C. Solving the Boltzmann equation to obtain electron transport coefficients and rate coefficients for fluid models. Plasma Sources Science and Technology. 2005 Oct 5; 14(4):722.
23. About the Plasma Data Exchange Project. Lxcat. ND. http://nl.lxcat.net/home/
24. Vriens L, Smeets A H M. Cross-section and rate formulas for electron-impact ionization, excitation, deexcitation, and total depopulation of excited atoms. Physical Review A.1980 Sep 1;22(3):940.
25. Kolokolov N B, Kudrjavtsev A A, Blagoev A B. Interaction processes with creation of fast electrons in the low temperature plasma. Physica Scripta. 1994 Oct 1;50(4):371.
26. John C M. Two-photon resonant, stimulated processes in krypton and xenon*. Proceeding of the 4 (ILS-IV).2–6 October, 1988, Atlanta, Georgia; 1988. Available from: www.osti.gov/scitech/servlets/purl/6609860.
27. Alili T, Bouchikhi A, Rizouga M. Investigations of argon and neon abnormal glow discharges in the presence of metastable atom density with fluid model. Canadian Journal of Physics.2016; 94(8):731–739.
28. Alili T, Bouchikhi A, Rizouga M. Electrical characteristics of an argon glow discharge in the presence of metastable atom density. International Review of Electrical Engineering. 2016; 11: 200.
29. Alili T, Bouchikhi A, Rizouga M.Neon spatio-temporal distributions in a DC glow discharge. Przeglad Eektrotechniczny. 2017; 93(2):188.
30. Becker MM, Loffhagen D, Schmidt W. A stabilized finite element method for modeling of gas discharges. Computer Physics Communications. 2009 Aug 1; 180(8):1230–1241.
31. Bouchikhi A, Hamid A. 2D DC subnormal glow discharge in argon. Plasma Science and Technology.2010 Feb 1;12 (1):59.
32. Scharfetter D L, Gummel H K. Large-signal analysis of a Silicon Read diode oscillator. IEEE Transactions on Electron Devices. 1969 Jan; 16 (1):64–77.
33. Palkina L A, Smirnov B M, Chibisov M I. Diffusion of metastable inert gas atoms in the same gas. Soviet Physics JETP. 1969 Jul; 29(1):187–190.
34. Ellis H W, Pai R Y, McDaniel E W, Mason E A, Viehland L A. Transport properties of gaseous ions over a wide energy range. Atomic Data and Nuclear Data Tables. 1976 Mar 1; 17(3):177–210.
35. Bouchikhi A. Two-dimensional numerical simulation of the DC glow discharge in the normal mode and with Einstein's relation of electron diffusivity.Plasma Science and Technology. 2012 Nov 1; 14(11):965.
36. Bouchikhi A. Proposition of a new geometry of the electrodes in a particular discharge.*Indian Journal of Physics*. 2020 Mar; 94(3):353–360.
37. Bouchikhi A. 2D fluid approaches of a DC normal glow discharge: Current densities. Przeglad Eektrotechniczny. 2016 Jun 5;92(6):149–153.

المجلة العربية للبحث العلمي
Arabian Journal of Scientific Research
https://doi.org/10.5339/ajsr.2023.6
المجلة العربية للبحث العلمي، 2023، 1 من 8

ورقة بحثية

استخدام التقنيات الذكية في تطوير كواشف الأمان النووي وقواعد الوقاية الإشعاعية

جمال الشوفي[1*]

[1] جامعة الاتحاد الخاصة، دمشق، سوريا

Email: jalshoufi2001@gmail.com *

الملخص

تعتبر الكواشف الإشعاعية إحدى أهم الأدوات الفعالة للكشف عن الآثار الإشعاعية وتفادي أخطارها، وقد صُممت تقنياً على أساس الزمن التراكمي للآثار الإشعاعية.
تستخدم الكواشف الإشعاعية في حالات السلم واتّباع إجراءات وبروتوكولات الحماية والأمان النووي، وحدود الجرعة السنوية المسموح فيها للعمال والجمهور على حد سواء من الوكالات والهيئات الدولية المختصة في الآثار النووية وحماية البيئة، كما في الحوادث النووية.
حديثاً، تتيح التقنيات البرمجية الحديثة الذكية إمكانية الكشف الآني عن التعرض الإشعاعي، ومن ثمّ إمكانية استخدامها للإنذار المبكر والتوقع المستقبلي بالجرعة الإشعاعية المحتملة وتفادي أخطارها.
تتناول هذه الورقة البحثية الطرق النظرية لتحديث طرائق الكشف التقنية الإشعاعية باستخدام الألواح الرقمية الذكية واستخدامها بوصفها إنذاراً مبكراً وكواشف نووية ذكية، وفي النتيجة الوصول إلى تجديد معايير وحدود الجرعة السنوية الإشعاعية دولياً على أساس تقدير الجرعة اللحظية والآنية، وتحديث قواعد الوقاية والحماية الإشعاعية: أكثر حماية شخصية (More Personal Protection, MPP)، وأقل ضرراً وخطراً بيئياً (Less Enivrement Risk, LER).
تشير النتائج البحثية المستخلصة إلى أهمية التوصية بإدراج التقنيات الذكية في تحديث الكواشف الإشعاعية والقواعد الدولية في الوقاية الإشعاعية، واعتمادها من الوكالات والهيئات المختصة.

الكلمات المفتاحية: كواشف الإشعاع الذكية، أكثر حماية شخصية (MPP)، أقل ضرراً وخطراً بيئياً (LER).

Title

Smart technologies usage for updating nuclear safety detectors and radiation protection rules

Jamal Alshoufi[1*]

[1] Ittihad Private University, Damascus, Syria

Abstract

Radioactive detectors are considered one of the most effective tools for detecting radioactive effects and avoiding their dangers. They have been technically designed on the basis of the cumulative time of radioactive effects. The rules of procedures and protocols for nuclear protection, safety, and the annual limits intake for both workers and the public, have been established carefully by international agencies concerned about nuclear effects and environmental protection.
Recently, the development of smart technologies has good possibility to update the radioactive detectors and to design smart detectors. Smart detectors can be used for spontaneous detection of radiation exposure and as an early warning detection.
In this paper, the theoretical methods for updating radiological detection methods using smart digital sheets have been designed. As a result, the international standard rules and limits of the annual intake were renewed to allow updating the rules of radiation protection: More Personal Protection-MPP, and less Environment Risk-LER.
The results indicate the importance of recommending using smart technologies to modernize the radiation detectors and the international protection rules.

Keywords: Smart radiation detectors, less Environment Risk-LER, More Personal Protection-MPP

Received 11 October 2022; accepted 10 April 2023; published 15 May 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: Alshoufi J. Smart technologies usage for updating nuclear safety detectors and radiation protection rules. Arabian Journal of Scientific Research 2023:1.6. https://doi.org/10.5339/ajsr.2023.6

1- مقدمة

حددت الوكالات والهيئات الدولية ومراكز البحث العلمية العالمية طرق الوقاية والحماية من الأشعة النووية المؤيّنة وغير المؤيّنة، والآليات والإجراءات المعمول بها في الأمان البيئي ودرء أخطار التلوث الإشعاعي في وقت السلم والعمل في المنشآت النووية، سواء للعاملين فيها أو الجمهور المتعرضين للإشعاع، أو وقت الأحداث الطارئة والحوادث النووية.

القواعد المتبعة في برتوكولات الوكالات الدولية (الوكالة الدولية للطاقة الذرية IEAE، والوكالة الدولية للوقاية من الإشعاع ICRP، والوكالة الدولية للمقاييس والوحدات ICRU، وغيرها) تتبع الطرق الكلاسيكية المُحكمة التي تتعامل مع الإشعاع النووي بأنظمة الحماية والوقاية الملزمة في اتباعها، وتشرف على مراقبتها وتنفيذها هيئات الطاقة الذرية المحلية المنتشرة في كل دول العالم.

الميزة المهمة لهذه الطرق أنها، إضافةً إلى المراقبة والتقيد بإجراءات السلامة والأمان النووي، تعمل على تحديد المعايير العلمية لحماية البيئة من التلوث الإشعاعي وضبط الحدود الدنيا المعيارية للتعرض الإشعاعي، سواء للعاملين في المنشآت ذات المصادر الإشعاعية (الطبية التشخيصية والعلاجية، والمراكز الصناعية النووية، والمفاعلات المنتجة للكهرباء، ومفاعلات البحث التجريبية، ومفاعلات الطاقة النووية ... إلخ) أو للجمهور أيضاً.

رغم أن هذه القواعد لم يطرأ عليها خلال العقود الماضية أيّ تعديلات جوهرية، وذلك نظراً إلى إثبات فاعليتها المعتمدة، سوى بعض التحسينات في شروطها ومعاييرها، ومعالجة الأحداث الطارئة فيها عبر التعاون الدولي العام كما حدث في حادثة فوكوشيما[1] في اليابان عام 2011، فإنها بقيت إلى وقت قريب طرقاً كلاسيكية في طبيعتها الكشفية؛ أي إنها ما زالت تعتمد أجهزة الكشف الكلاسيكية التي رغم أهميتها التقنية والعلمية، تعتمد مبدأ التراكم الزمني للأثر الإشعاعي والفحص الدوري زمنياً، وذلك لطبيعة الآثار الإشعاعية التراكمية من حيث المبدأ. لكن في الآونة الأخيرة، ومع التطور التقني الهائل في برمجيات الذكاء الاصطناعي وتقنيات الألواح الذكية القابلة للبرمجة والاستخدام العام من الجمهور بشكل واسع،[2] تلك المتعلقة بأتمتة الحياة وتسهيل رفاهية الإنسان المستخدمة للبرمجيات الحديثة الذكية فيما عُرف بالمنزل الذكي (Smart home)،[3] بات الحديث عن تقنيات حديثة وطرق جديدة للكشف الإشعاعي ممكن وضرورة بحثية.

حديثاً، بدأت الوكالة الدولية للوقاية من الإشعاع، والعديد من المراكز البحثية العالمية، التوجه إلى اعتماد هذه التقنيات الحديثة وتطوير طرق الكشف الإشعاعي والعمل البحثي على معايرتها وطرحها للاستخدام العام.[4] من التطبيقات المهمة للتقنيات الرقمية الحديثة تلك المستخدمة في ضمان الجودة النووية ومعدّات التحكم من خلال استخدام الدارات الرقمية المتكاملة في التطبيقات النووية،[5] واستبدال التقنيات السلكية باللاسلكية في المحطات النووية بالاستفادة من حساسات استشعار النبات.[6]

2- هدف الورقة البحثية

تهدف هذه الورقة البحثية إلى إلقاء الضوء على الطرق الكلاسيكية المعتمدة في الوقاية الإشعاعية والحماية البيئية بشكل عام، ومن ثم التوجه إلى التقنيات الذكية وطرائق وإمكانية استخدامها لتحديث طرق الكشف الإشعاعي وتوسيعها للكشف عن النواتج النووية. وتكمن الغاية الرئيسية من هذه الدراسة في الانتقال من الكشف التراكمي مع الزمن إلى الكشف اللحظي الآني والتوقع المستقبلي. وللوصول إلى هدف الورقة، تم وضع تصميم نظري للكواشف الإشعاعية الذكية، إضافةً إلى وضع معايير واقتراحات عامة لأمان العمل في المنشآت النووية وحماية البيئة والجمهور بناءً على هذه الدراسة والتصميم النظري.

3- الطرق الكلاسيكية المعتمدة في الوقاية الإشعاعية وحماية البيئة

يُقصد بالتعرض الإشعاعي علمياً نوعان من التأثير:

- التعرض الخارجي (External Exposure) الناتج من التلوث الإشعاعي في المحيط والهواء والبيئة، والذي ينتج منه تعرّض العمال والأفراد والجمهور للخطر الإشعاعي، سواء بشكل مباشر أو غير مباشر.
- التعرض الداخلي (Internal Exposure) الناتج من تعرض الفرد لاستنشاق أو ابتلاع المواد الإشعاعية وتلويثه من داخل جسم الإنسان.

3-1 الإجراءات والبروتوكولات الدولية العلمية

تقوم الوكالات الدولية، وعلى مدى العقود الماضية، بوضع الإجراءات والبروتوكولات الدولية لإجراءات الوقاية والحماية والسلامة النووية وحماية البيئة. ومن أهم هذه الطرق والإجراءات تلك التي حددتها اللجنة الدولية للوقاية من الإشعاع (International Commission on Radiological Protection, ICRP) في تقاريرها ونشراتها الدورية، خاصة: (ICRP-60)،[7] و(ICRP-92)[8] و(ICRP-130)،[9] والوكالة الدولية للطاقة الذرية (International Atomic Energy Agency, IEAE)،[10, 11] ومنظمة الصحة العالمية (World Health Organization, WHO)، ومثلها المؤسسة العسكرية الأمريكية الهندسية (US Army Corps of Engineering, USACE)[12]، التي تقوم بتحديث بياناتها وتوصياتها، والتأكيد على حدود الجرعة السنوية المسموح بها (Annual Limit on Intake, ALI)، سواء للجمهور أو للعمال في المجال الإشعاعي الطبي والسلمي وغيره، كما هو مبيّن في الجدولين (1 و2). مع الأخذ في الاعتبار مصادر التلوث ونوع الإشعاع ودرجة حساسية الأنسجة والأعضاء.[13] يقاس التعرض بوحدات المِلّيسيفرت (mSv) أو الميكروسيفرت (µSv) في حدود الجرعات المسموح بها كما يبين جدول (1).

جدول 1. حدود الجرعة السنوية للتعرض الإشعاعي.[14]

التعرض	حدود الجرعة السنوية (ALI) ولخمسة أعوام
الجمهور	التعرض لأقل من 1 mSv في السنة الواحدة وذلك خلال 5 سنوات عمل. يمكن أن تصل الجرعة إلى 5 mSv في السنة الواحدة على ألا تتجاوز 1 mSv في الخمس سنوات، بينما يمكن أن تصل للجلد والأيدي إلى 5 mSv في العام الواحد.
العمال المختصين	وسطياً 20 mSv / سنة خلال 5 سنوات، ويمكن أن تصل إلى 50 mSv في سنة واحدة، وألا يزيد تعرض الجلد والأيدي لأكثر من 500 mSv في العام.

جدول 2. حدود التعرض الإشعاعي العام وأثرها العام.[15]

الجرعة الإشعاعية	الأثر الإشعاعي
أقل من 0.2 mSv	الحد الطبيعي بلا آثار ضارة.
أقل من 2 Sv	قيء، ووهن عام، وتغير في بنية الدم وزيادة نسبة سرطاناته.
أقل من 6 Sv	احتمال الموت بنسبة 50% بتخريب نِقي العظام (Bone marrow) خلال شهر او شهرين.
6-50 Sv	تدمير الجهاز الهضمي والموت خلال أسبوع.
أكثر من 50 Sv	تدمير الجهاز العصبي كاملاً، والموت خلال ساعات.

تشمل الإجراءات والطرق العلمية المتّبعة في المنظمات والهيئات الحكومية المحلية تبعاً لتوصيات اللجنة الدولية للوقاية من الإشعاع، ما يلي:

- المسح العام لمواقع المصادر الإشعاعية الطبية والصناعية، وأماكن وجود النفايات النووية التي قد يتعرّض لها الجمهور.
- اتّباع آليات الوقاية منها خارجياً و/ أو داخلياً.
- التأكيد على الفحوصات الدورية للعاملين في المجال النووي والإشعاعي، وإجراء التقييم الدوري والفحوصات السريرية.
- تدريب فرق فنية مختصة على طرق إزالة الآثار الخارجية بإشراف الوكالة وهيئاتها المختصة.
- تجهيز فريق تقني مدرَّب لإجراءات دفن النفايات النووية ومخلّفات الجرعات الإشعاعية الطبية أو المستخدمة في الأغراض السلمية العامة.
- وضع الشاخصات والإشارات المتعارف عليها دولياً للإشارة إلى المنشآت النووية وأماكن النفايات النووية لتحذير الجمهور من خطر الاقتراب.
- التأكيد على توصيات اللجنة الدولية للوقاية من الإشعاع بطرق محكمة للوقاية من خطر الإشعاع الخارجي، وإزالة التلوث الداخلي والخارجي بمخلفات الانشطار النووي تقوم بها الهيئات المختصة:

التلوث الإشعاعي الداخلي: ثمة طرق متعددة لإزالة التلوث الإشعاعي الداخلي للفرد المتعرّض لتناول جرعة إشعاعية تعتمد على عدة مبادئ أهمها:

- منع أو تقليل الامتصاص في القناة الهضمية كغسيل المعدة (Stomach lavage)، وتناول المقيئات (Emetics) أو المسهلات (Purgative) في حال تعذّر غسيل المعدة.
- استخدام أزرق بروسيا (Ferric Hexacyanoferrate) لامتصاص أيونات السيزيوم، ومضادات الحموضة (Antiacids)، وكبريتات الباريوم لامتصاص نظائر السترونشيوم.
- إقفال العضو الهدف بالتخفيف النظيري، أو بالإزاحة كاستخدام أملاح اليود غير المشع لتشبع الغدة الدرقية ومنع امتصاص اليود المشع، إضافة إلى شرب كمية كبيرة من السوائل لطرد نظير التريتيوم.
- استخدام العوامل الحركية (Mobilizing agents) ومدرّات البول والأدوية الطاردة للبلغم ومستخلص الغدة الدرقية (Parathyroid extract).[16]

التلوث الخارجي: تنتقل نواتج الانشطار النووي لمسافات بعيدة مع الرياح، وتُلوّث البيئة والطبيعة خاصة الخضروات والفواكه ومصادر المياه المفتوحة وطعام الحيوانات كالأبقار وغيرها، وبالنتيجة استنشاقها أو تناولها فموياً من قبل البشر. تعمل الجهات المختصة بطرق متوازية على إزالة التلوث النووي ذي السميّة الكيميائية أو الشدة الإشعاعية بمستوياتها المتدرجة، بتقسيم مناطق التلوث قطاعاتٍ متتاليةً تُرصد بها الآثار النووية وتعمل على إزالتها بطرق فيزيائية وكيميائية. إضافة إلى إيجاد البدائل الضرورية من تناول الأطعمة المكشوفة والخضروات والفواكه والحليب ومشتقاته في المنطقة الملوثة.[16]

الوقاية الخارجية من الإشعاع المؤيّن: القاعدة الذهبية في الوقاية من الإشعاع النووي المؤيّن: أبعد مسافة ممكنة، وأقل زمن تعرّض ممكن، وأقل جرعة ممكنة. تحدّد هذه القواعد مدى العناية العلمية والفنية باستخدام أدوات الحماية والوقاية باستخدام الدروع الواقية من الإشعاعات المؤينة بأنواعها (α، β، γ)،[18] والقاعدة المشتركة في هذا تعتمد على الحفاظ على مبدأَي الأمان والحماية في آن معاً، التي تحددها شروط كل منشأة باختلاف أنواعها، بدءاً من الأشعة السينية الطبية الواسعة الانتشار، وصولاً إلى مفاعلات الطاقة وإنتاج الكهرباء النووية.[19]

2-3 الكواشف الإشعاعية

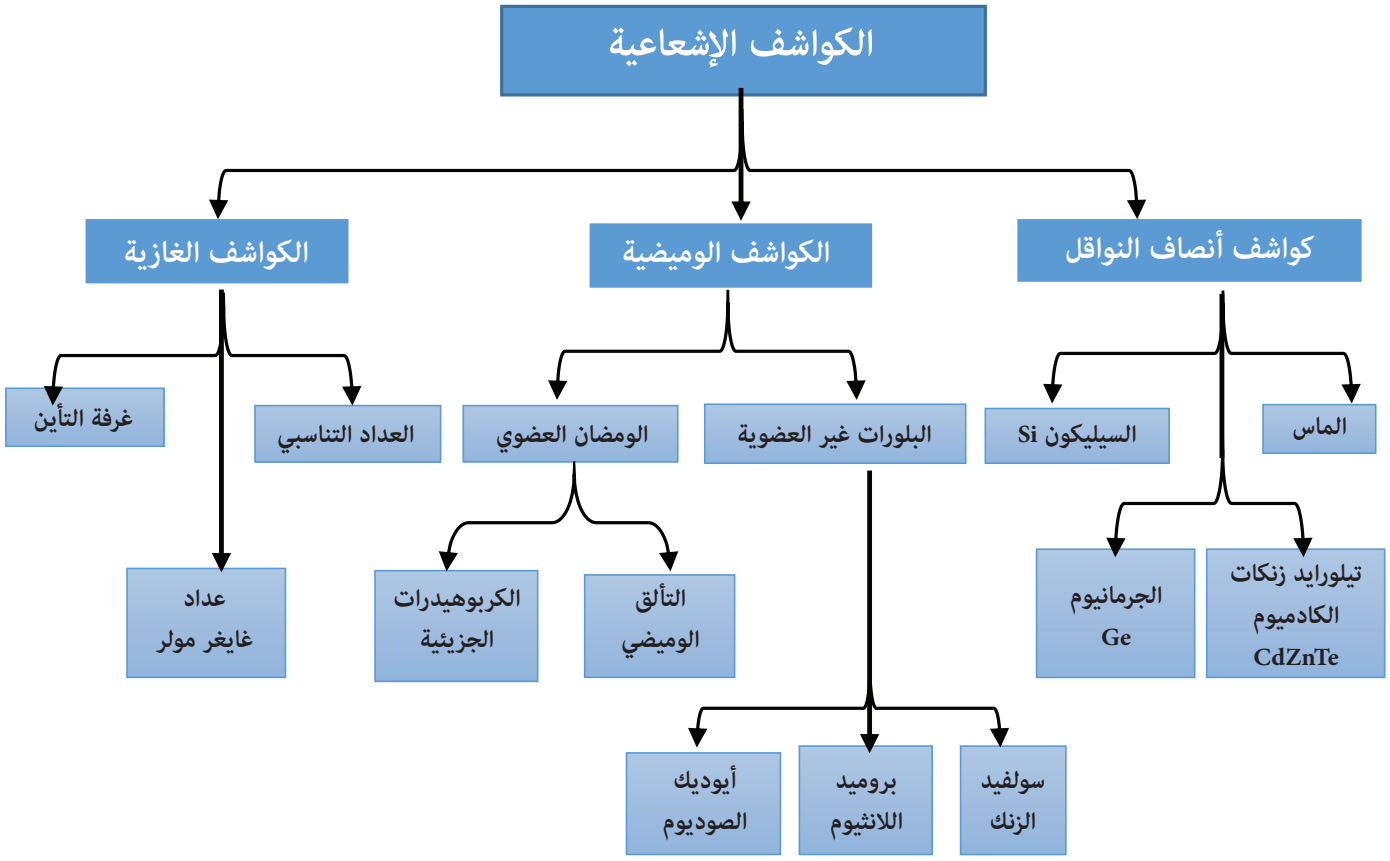
يعتمد تصميم الكواشف الإشعاعية وطريقة عملها على نوع الإشعاع المراد كشفه، سواء كان جسيمات ألفا أو بيتا أو نيوترونات أو أشعة كهرومغناطيسية (غاما وسينية)؛ حيث تعتمد على التأثير الفيزيائي لتفاعل هذه الأشعة، وهي من حيث المبدأ تُصنّف إلى ثلاثة أنواع كما هو موضح في شكل 1:

- كواشف التأين الغازي (Gas Ionization Detectors).
- كواشف الإثارة والتأين في المواد الصلبة (Solid Detectors).
- الكواشف الوميضية التي تعتمد على تحويل الأشعة المؤيّنة إلى ومضات ضوئية باستخدام أشباه المعادن (Scintillation Detectors).

تعتمد الكواشف الإشعاعية في قياس الجرعة على مبدأَي: الغرض والدقة، وتُصنّف إلى نوعين وذلك حسب مكان الاستخدام وضرورته:

- شخصية: كالفيلم الحساس (Film Badge)، ومقياس الجرعة الجيبي (Poket Dosimeter).[20]
- مخبرية: مقاييس السعرات الحرارية (Calorimeters) والمقاييس الوميضية (Thermoluminescent dosimeter, TLD) و(Film Dosimeter).[21]

تعتمد الكواشف الإشعاعية على تقنية التراكم الكمي للإشعاع وحساب جرعته الفعالة الممتصة بطرق الإرجاع التقني والحسابات الرياضية المتعلقة فيها.[22] تقنياً تتم حساباتها التراكمية من خلال زمن تراكمي وفق برامج تعتمد ضمنياً معادلات حساب الجرعة الفعالة لكل نوع من الإشعاع وحسب كل نوع من الكواشف، لكنها لا تقدّم إنذاراً مبكراً بالخطر الإشعاعي أو بزيادة حدوده أو حوادثه الطارئة؛ ما يستلزم، مع تقدّم التقنيات الإلكترونية الحديثة، إمكانية تحديث طرق الكشف الإشعاعية بطرق أكثر ذكاء وفعالية. وهنا يمكن الاستفادة من التقنيات الحديثة ذات الإمكانية على الربط الإكتروني مع الكواشف الإشعاعية كما استخدام الأجهزة الذكية كالهواتف النقالة وأجهزة الآيباد (iPad) المحمولة والمربوطة بشبكة الواي فاي (Wi-Fi).



شكل 1. أنواع كواشف الإشعاع المستخدمة في الوقاية الإشعاعية.[23]

4- تحديث الطرق التقنية للكشف الإشعاعي وأتمتتها لحظياً

لقد أثبتت الدراسات الحديثة تزايد إنتاج أجهزة الأردينيو (Arduino) المستخدمة عالمياً بشكل سريع، كتقنيات تحكّم ذكية وسهلة الاستخدام برمجياً وفنياً،[24] وذلك بعد التطور الكبير الذي حدث في تقانته البرمجية التي وصلت إلى تقنيات متطورة بسرعة معالج تصل حتى 1.5 (GigaHz)، هذا إضافةً إلى تطوير المصفوفات القابلة للبرمجة في البوابات المنطقية (Field Programmable Gate Arrays, FPGA) بواسطته.[25]

4-1 المواصفات الفنية للأردينيو

الأردينيو عبارة عن لوح متطور إلكترونياً مع متحكم دقيق من شركة (ATMEL) تُبرمج عن طريق الحاسب. وهي لوحة إلكترونية مفتوحة المصدر، تم نشر كافة تفاصيلها الفنية والتصميمية والبرمجية. تُبرمج الأردينيو بلغة (Arduino C) والمشتقة من لغة (C++) والتي تعد أساس إحدى لغات البرمجة الحديثة.

يتمتع الأردينيو بمواصفات برمجية سهلة التعلم والتنفيذ، فبواسطة لغة الأردينيو البرمجية وبيئة التطوير المتكاملة (Arduino Integrated Development Environment, AIDE)، تتم برمجته بلغة (C++) المتاحة والمجانية وإدارته من خلال الحساب الشخصي. ويمكن كذلك وصله بحساسات محيطة و/ أو مع برامج موجودة على الحاسب، مثل برنامج (Processing) و(MaxMSP) و(MATLAB)، ومع الهاتف الذكي المحمول عبر شبكة الواي فاي. كما يقدّم تصميماً شكلياً قياسياً يقوم بتقسيم وظائف المتحكم الدقيق على شكل حزمة يسهل الحصول عليها واستخدامها. تُحمّل الأكواد البرمجية على الأردينيو بواسطة (USB)، ما يسهل برمجته، خلاف الكثير من المتحكمات الصغرية الأخرى.

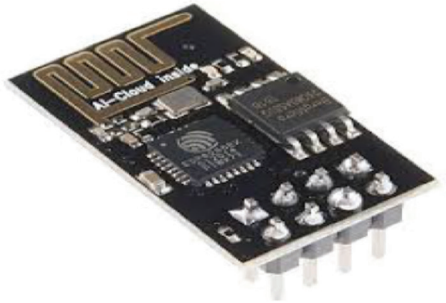
بعد عام 2005، العام الذي قامت شركة (M. Banzi) الإيطالية بإنتاجه باعتبارها أول شركة أنتجته عالمياً نسبة إلى (Arduin of Ivrea)، ازداد تطوره واستخدامه في البرمجيات الذكية، واليوم يوجد العديد من أنواع الأردينيو[26] منها: (Arduino UNO, Arduino Mega, Arduino MEGA, Arduino Nano, Arduino Due, Arduino Yun)؛ حيث يعمل كل عنصر من عائلة الأردينيو هذه وفق جملة من الشروط والمواصفات الفنية من حيث الفولطية والتيار وحجم الذاكرة وسرعة المعالجة حسب التطبيق المراد تنفيذه.

يعتبر أردوينو أونو (Arduino Uno) أحد أكثر ألواح عائلة الأردوينو شيوعاً خاصة للمبتدئين، وهو عبارة عن متحكم صغري من نوع (ATmega 328) كما في شكل 2، يوجد عليه أربعة عشر منفذاً رقمياً، ويعمل وفق الشروط الفنية المثالية تقيناً.

شكل 2. مداخل ومنافذ (Arduino Uno).[27]

2-4 شريحة (Wi-Fi)

هي شريحة ميكروية ذات حجم صغير وقدرة تقنية وبرمجية على التحكم الدقيق، ظهرت لأول مرة في عام 2014 باستخدام وحدة (Extrasensory perception- ESP-01). يوجد منها اليوم شرائح من نمط (ESP8285) و(ESP8266)[29] مع فلاش مدمج (1MByte) صُنعت بواسطة شركة (Ai-Thinker). تسمح هذه الوحدة الصغيرة في وحدات التحكم الدقيقة بالاتصال بشبكة (Wi-Fi) وإجراء اتصالات (TCP/IP).



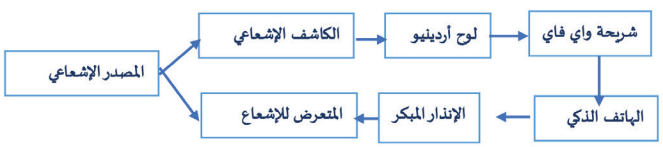
شكل 3. شريحة واي فاي (ESP8266).[29]

3-4 تحديث الكواشف الإشعاعية بالتقنيات الذكية

استناداً إلى الخصائص الفنية وطرق الاستخدام السهلة والبسيطة لألواح الأردينيو الذكية، وإمكانية برمجتها بأكواد متكاملة بلغة برمجية واسعة الأدوات، وإمكانية الربط الإلكتروني بين هذه الألواح الذكية مع حساسات تقنية لأغراض متعددة، منها حساسات الكشف الإشعاعي السابقة؛ فإنه يمكن العمل على تحديث كواشف الإشعاع المتعددة الاستخدام والأغراض بالعمل البحثي التقني والعلمي في آن من خلال بناء وتصميم دارة إلكترونية أساسها ألواح الأردينيو الذكية، والتي ترتبط بدورها بشرائح الواي فاي القابلة للبثّ اللحظي لأجهزة الهاتف المحمول بأنواعها، مع حساسات الكشف الإشعاعي، وفقاً للتصميم التقني المبيّن في شكل 4.

تمتلك ميزة التحديث هذه إمكانية إعادة حساب الجرعة الفعالة الممتصة عبر برمجيات لوح أردينيو، وبثّها لحظياً على الهاتف المحمول، ما يقدّم إنذاراً أولياً مبكراً للجرعة الفعّالة الممتصة والتي يتعرض لها الشخص لحظياً. كما يمكن إضافة حسابات برمجية عليها تتنبأ بالأثر التراكمي للإشعاع خلال عام واحد من العمل، وذلك بتضمين عدد ساعات العمل اليومية والسنوية. وهذا ما يجعل إمكانية التنبؤ بحدود الجرعة السنوية آنياً قبل الوصول إليها فعلياً، والعمل على تلافي أخطار الإشعاع النووي المؤين على الأفراد والعاملين والجمهور والبيئة في آن، سواء بتخفيض ساعات عمل المتعرّض للإشعاع، أو ضبط عمل المنشأة النووية عامة. ويعتمد الإنذار المبكر بسبب وجود الجرعة الإشعاعية في الهواء نتيجة حادث نووي أو إشعاعي، ومن ثمّ الوصول إلى قواعد أمان محدثة، على مبدأين:

- أكثر حماية شخصية (More Personal Protection, MPP).
- أقل ضرراً وخطراً بيئياً (Less Environment Risk, LER).



شكل 4. المخطط الصندوقي للكاشف الذكي والإنذار المبكر.

تفيد الميزات البرمجية الذكية لألواح الأردينيو بأنها سهلة الاستخدام والتنفيذ من جهة، ولا تحتاج إلى مختصين لتلقّي وحساب نتائجها كما في الكواشف الأساسية من جهة أخرى، إضافة إلى كونها سهلة الحمل في أيّ مكان داخل العمل وخارجه؛ ما يتيح استخدامها من الجمهور خاصة في الأماكن القريبة من المنشآت ذات المصادر الإشعاعية، أو في حالة الحوادث الإشعاعية والنووية الطارئة، خاصة عند عدم تمكّن الجهات المختصة من الوصول إليها في الوقت المناسب. فالكشف المبكر عن وجود حادث نووي، أو استخدام الأسلحة النووية في الحروب، أو تلك المصنّعة من النفايات النووية المخصصة كمضادات للدروع والمستخدم فيها اليورانيوم المنضّب، هو الخطوة الرئيسية لتفادي أضرارها الإشعاعية. ومع أنه كان من غير الممكن تفادي قدرتها التدميرية، فإن ثمة إمكانية لتفادي أضرارها الأكيدة موضوعياً في محيطها، وتقليل الآثار الاحتمالية الإشعاعية الناتجة من جرعاتها القليلة عند الكشف المبكر عنها كإنذار مبكر مهم صحياً وإجرائياً.

يمكن تحديد الخصائص العلمية والتقنية للكاشف النووي الذكي للعمل كإنذار مبكر بـ:

- علمياً وتقنياً: يعتمد مبدأ عمل الكاشف الذكي على أساس المعلومات المأخوذة من الكواشف الكلاسيكية، مع إمكانية إضافة الميزات البرمجية لألواح الأردينيو على الكاشف؛ بحيث يمكن معالجة هذه المعلومات لحظياً وإرسالها آنياً إلى الهاتف الذكي ليعمل كإنذار مبكر.
- يتيح التصميم المخبري للكواشف الذكية تطوير وتحديث عمل الكواشف الكلاسيكية، والتي بدورها تمسح إشعاعياً ذات المجالات المستخدمة في التلوث الإشعاعي وإضافة ميزة عرضها لحظياً.
- يمكن التحكم في الكاشف من خلال تصميمه الذكي بالتنبيه الذي يحدثه عند حدود الجرعات المعيارية المعمول بها في البروتوكولات الدولية والتنبيه الفوري عنها.
- إمكانية تطوير تصميم الكاشف الذكي التقني للكشف عن التلوث الإشعاعي بنواتج التفكك الإشعاعي أو بالغازات الإشعاعية كغاز الرادون ومعايرته؛ بحيث يربط بين خصائص كل مادة مشعّة (الطاقة، والتردد، وطول الموجة) مع شكل الإنذار الممكن المختلف لكل مادة، وهذا مجال بحثي مهم وحيوي مستقبلي.
- في النماذج التجريبية والمخبرية الممكن تنفيذها في تصميم الكاشف الذكي، يمكن معايرته على العمل في بيئات مختلفة كالهواء والتراب والماء، وتحديد مديات التأثير الممكنة في الظروف المتغيرة، كونه من حيث المبدأ يعمل على أساس الكاشف الكلاسيكي بكل خصائصه المجرّبة والمحكمة. في حين أن مهمة الكواشف الذكية المحدثة والمطورة هي تقديم الإنذار المبكر واللحظي عن الحادثة الإشعاعية. وهذا هو المميز والجديد في أسلوب عمل الكاشف النووي الذكي.

4-4 معايرة الكاشف تقنياً وبرمجياً

يمكن معايرة الكاشف الذكي وفقاً لمستويات الجرعة الإشعاعية التي يتعرّض لها الجمهور والعمال بشكل عام، وذلك عند وقوع حادثٍ إشعاعي ما؛ حيث يمكن إرسال الإنذار برسالة صوتية مرافقة مع التنبيه بإصدار ضوء مختلف اللون حسب مستوى الخطر.

يعتمد المقياس الدولي للأحداث النووية والإشعاعية (INIS)[30] قواعد رقمية محدّثة تشير إلى أهمية الأحداث النووية والإشعاعية، والتي تصنّف رقمياً، حسبها، إلى سبعة مستويات، تبدأ من الطبيعي الذي لا أثر له، وتتزايد لوغاريتمياً بفاصل عشرة بين كل مستوى وآخر، وصولاً إلى الأحداث الأشد

خطراً. وتعتمد ثلاثة معايير محددة للأحداث النووية والإشعاعية من حيث: تأثيرها في البيئة والناس بداية، وتأثيرها في الحواجز الإشعاعية والرقابة، وتأثيرها في الدفاع والعمق.

برمجياً وتقنياً، تتيح شرائح الأردينيو برمجتها بلغة (C++) بسهولة، بحيث يعاير الكاشف عند المستوى الطبيعي (مستوى الخلفية العامة المحددة دولياً كما في جدول 2)، ومن ثمّ يقترح تحديد المستويات العامة الثلاثة للخطر الإشعاعي، مع إضافة إشارات تقنية كإصدار إنذار لوني محدد لكل مستوى، مع رسالة صوتية ونصية متضمنةً نوع الخطر وفقاً لما يلي:

1- مستوى الضرر بالجمهور، وهذا معناه وجود تسرّب أو حادثة نووية أو إشعاعية.
2- مستوى الضرر بالعمال، ويتضمن الضرر بالجمهور أيضاً، مع مراعاة الحد السنوي في هذا المستوى وفق جدول 1.
3- مستوى الخطر النووي الواسع، الذي يمكن تصنيفه إلى: مستوى محدود الأثر كاستخدام اليورانيوم المنضّب كسلاح، ومستوى حادث نووي ضخم كانفجار محطة توليد كهرباء نووية، أو خطر سلاح نووي وانفجار مفاعل نووي.

يشير جدول 3 إلى المستويات المقترحة نووياً في تصميم الكاشف الذكي، وفقاً لمعايير النظام الدولي للمعلومات النووية (International Nuclear Information System, INIS) ومعايير السلامة الدولية وفق مستويات محددة، والتي تُبرمج رقمياً وفق أكواد برمجية شرطية على شريحة الأردينيو، التي تتلقى معلوماتها النووية من الحساس النووي الكلاسيكي، وتُحوّلها إلى أرقام ومعايير.

جدول 3. مستويات الإنذار المبكر المقترحة والمرتبط بحدود الجرعة الإشعاعية وأثرها.

المستوى	حد الجرعة	الإنذار	الفعل
الطبيعي	0.2 mSv	أزرق عادي	لا يوجد
الجمهور	1 mSv	أخضر فاتح، رسالة صوتية	البحث عن سبب التسرب من قبل الجهات المختصة.
	5 mSv	أخضر عاتم، رسالة صوتية	
العمال	20 mSv	أصفر، رسالة صوتية	البحث عن سبب الحادثة النووية، وقف العمل ريثما يُزال السبب، اجراء مسح إشعاعي فردي للعمال.
	50 mSv	برتقالي، رسالة صوتية	
حادث نووي	أكثر من 50 mSv وأقل من 1 Sv	أحمر، إنذار عام	أخذ إجراءات الحماية والوقاية العامة شعبياً، تحذير السكان وطلب التعاون مع الجهات المختصة، تقديم المساعدات الطبية والإجرائية، مسح طبي للتلوث النووي، فرض إجراءات الحظر العام
	أكثر من 1 Sv	أحمر داكن، إنذار عام	

من حيث المبدأ التقني، الكاشف الإشعاعي مرتبط بلوح أردينيو، يتيح إمكانية وصله بحساسات لونية تعطي لوناً محدداً عند كل مستوى إشعاعي يستجيب لرقم محدد شَرطي، كحالة إنذار لوني كما هو مقترح في الجدول 3، وتحميل رسالة صوتية وكتابية برمجياً لها عند كل مستوى من مستويات الخطر وإرسالها بطريقة ذكية عبر شريحة الواي فاي إلى الهاتف المحمول. ويمكن أيضاً وصل وإضافة أكثر من هاتف ذكي بالشريحة واي فاي لزيادة التنبيه، على أن يكون حامل الهاتف شخصاً مدرباً ومؤهلاً لتلقّي هذه الرسائل والقيام بالتصرف اللازم عند كل حالة، سواء بإخطار الجمهور و/ أو الجهات المختصة.

في حالات تطبيقية متقدمة، يمكن إضافة برمجيات إضافية على الكاشف يمكنها التعامل مع نوع الأشعة الصادرة، وذلك من خلال معايرة جرعتها الإشعاعية مقارنةً بالأشعة السينية ووضعها الحالة المعيارية والمرجعية للكشف. في حين يُصنّف الخطر الإشعاعي بحسب تدرجات الخطر الناتج من أشعة غاما، وبيتا، وألفا، ونيوترونات. تلك التي صُنفت آثارها الإشعاعية من حيث معامل الوزن الإشعاعي (Radiation weighting factor, W_R) حسب تصنيف (ICRP-92)[8] من حيث حساب الجرعة الممتصة وفقاً للجدول 4.

جدول 4. معاملات الوزن الإشعاعي بالنسبة إلى كل نوع من الأشعة النووية.

نوع الأشعة النووية	معامل الوزن الإشعاعي
الفوتونات من جميع الطاقات دون (20 MeV)	1
جسيمات بيتا (الإلكترونات) والميونات	1
النيوترونات وفق مستويات متدرجة: أقل من (10 KeV) حتى أكثر من (20 MeV)	معادلة متغيرة تتبع للطاقة
أشعة غاما (الفوتونات) أكبر من (20 MeV)	2
جسيمات ألفا، جميع الطاقات	20

يعدّ العمل التقني على تصميم كواشف ذكية وتدريب السكان والجمهور عليها وعلى طرق تفادي الضرر الإشعاعي وجرعاتها المحتملة، والذي هو مهمة الحكومات بداية، خطوةً متقدمةً عصرياً يمكن تنفيذها في حال توفر الإمكانيات. كما يمكن أن يضاف إلى برامج المنظمات الأممية العاملة من خارج الأطر الحكومية (NGOs) إضافة إلى برامجها التدريبية في التأهيل والتدريب المدني عند غياب دور الحكومات وقت الحروب وانتشار الفوضى والحوادث المفاجئة.

5- توصيات ختامية

في دراسة بحثية سابقة، وفي مؤتمر الأمن النووي وحماية البيئة للمركز الديمقراطي العربي[31]، في ألمانيا في 2021/5/23، دُرس مقترح بحثي تقني للكواشف الذكية التي تتحرى الآثار الإشعاعية الناتجة من استخدام اليورانيوم المنضّب وقت الحروب، وذلك عبر تدريب المنظمات المدنية والمجتمع الأهلي على استخدام مثل هذه الأجهزة، مع طرق الوقاية والحماية اللازمة. ولم يزل العمل التقني قيد التجريب والتطبيق مخبرياً إلى اليوم. وبناءً على النتائج الممكنة استخلاصها من التصميم النظري التقني باستخدام الطرق البرمجية الذكية مع الكواشف الإشعاعية، فإننا نجد ما يلي:

- تقدّم الطرق البرمجية الذكية ميزات فنية وتقنية سهلة الاستخدام والتنفيذ العملي.
- تساعد على تقديم إنذار مبكر عن الظواهر الإشعاعية التي قد يتعرّض لها سواء العمال أو الجمهور، في حالات السلم والحوادث الطارئة والحرب أيضاً.
- توفر البرمجيات الذكية حماية شخصية أكثر (MPP)، وأقل خطراً وضرراً بيئياً (LER).
- من ضرورات الأمان النووي تحديد الآثار النووية من حيث نوع التعرض الخارجي، أو الداخلي (بلع أو تنفس). وهنا تكمن أهمية الكواشف الذكية كإنذار مبكر لوجود حادث نووي، أو زيادة في الجرعة الإشعاعية في الهواء، أو تجاوز حدود التعرض، والتي تعتمد بشكل رئيسي على قياس الجرعة الخارجية التي تُظهرها مستويات التعرض الخارجي من حيث المبدأ. ويمكن تطويرها تقنياً للكشف عن نواتج التفكك الإشعاعي والمواد المشعة.
- يمكن استخدام الكواشف الذكية للكشف عن نواتج التفكك الإشعاعي والغازات المشعّة مثل غاز الرادون، عند معايرة الكاشف للإنذار على المادة المشعة في الهواء كوجود الرادون في الجو بناء على طاقته المميزة وتركيزه في الهواء.
- يمكن استخدام الكواشف في كل الظروف والبيئات، سواء في التربة والماء والهواء مع تعديل في مديات التأثير. وبناء عليه، ضرورة معايرة الكواشف تجريبياً بحسب تغيير الظروف وتحديد مدى دقتها وفاعليتها، ويتطلب هذا أبحاثاً مستقبلية، تقنية تشاركية وتطبيقية بين اختصاصات متعددة كالمهندسين الزراعيين والأطباء الصيادلة والفيزيائيين.
- تساهم الكواشف الذكية وآلية عملها من حيث الكشف الآني في تحسين وتحديث القواعد المعيارية للعمل في المنشآت ذات المصادر الإشعاعية والنووية من حيث الوقت وإدارته وتقدير الجرعة الإشعاعية لحظياً، وتلافي الآثار المحتملة للإشعاع الناتجة من الجرعات القليلة وعدم تجاوزها الجرعات المسموح بها دولياً للعمال والجمهور والاعتناء بصحة العاملين والجمهور على حد سواء.
- في حال نجاح العمل التطبيقي لهذا المقترح النظري، فإنه سيمثّل خطوة متقدمة في تحقيق مستويات الأمن النووي والحماية البيئية في آن، وتحقيق معايير الأكثر حماية شخصية (MPP) والأقل ضرراً وخطراً بيئياً (LER) كمعايير محدثة في قواعد الأمن والأمان النووي.

أخيراً، نوصي وبحرص أن تقوم الهيئات والمراكز البحثية بإيلاء الاهتمام البحثي وتقديم الدعم الفني والتقني للعمل على الإسراع في تطوير كواشف الإشعاع وطرق عملها التقليدية إلى كواشف رقمية ذكية، لما لهذا من أهمية عصرية تقنية من جهة، وما يقدّمه من خدمات في الحماية والوقاية العامة.

المراجع

1. WHO. Global report on Fukushima nuclear accident details health risks [Internet]; 2013. Available from: www.who.int.
2. Benzi M, Shiloh M. Getting started with Ardunio. 3rd ed. USA: Maker Media and Sebastopol Inc; 2014. p. 262.
3. Bregman D. Smart home intelligence – the eHome that learns. International Journal of Smart Home, Korea. 2010;4(4):35–46.
4. IAEA. Addressing safety of smart devices for use in nuclear power plants. IAEA Office of Public Information and Communication, 3/2020; 2020.
5. IEAE. No. NR-T-3.31, Challenges and approaches for selecting, assessing and qualifying commercial industrial digital instrumentation and control equipment for use in nuclear power plant applications. Vienna: IAEA; 2020. p. 81.
6. IEAE. No. NR-T-3.29, Application of wireless technologies in nuclear power plant instrumentation and control systems. Vienna: IAEA; 2020. p. 77.
7. ICRP-60. 1990 recommendations of the international commission on radiological protection. The International Commission on Radiological Protection. Oxford: Pergamon Press; 1990. p. 211.
8. ICRP-92. Relative biological effectiveness (RBE), quality factor (Q), and radiation weighting factor (WR). The International Commission on Radiological Protection. Oxford: Pergamon Press; 2003. p. 121.
9. Paquet F, Etherington G, Bailey MR, Leggett RW, Lipsztein J, Bolch W, et al. ICRP Publication 130: Occupational intakes of radionuclides: Part 1. Annals of the ICRP. 2015;44(2):188.
10. IAEA. International basic safety standards for protection against ionizing radiation and for the safety of radiation sources. Vienna: IAEA; 1996. p. 322.
11. IAEA. Quality assurance for radioactivity measurmenet in nuclear medicine, Technical Reports no. (454). Vienna: IAEA; 2006. p. 96.
12. USACE. Safety and health requirments. Washington, USA: US Army Corps of Engineers; 2013 [cited 2020 Feb 1]. p. 930. Available from: https://bit.ly/39fwpNA
13. McCollough CH, Schueler BA. Calculation of effective dose. Medical Physics. 2000;27(5):828–837.
14. WHO. Depleted uranium: Sources, exposure and health effects. Geneva: Department of Protection of the Human Environment, WHO; 2001. p. v.
15. ICRP-60. 1990 recommendations of the International Commission on Radiological protection. The International Commission on Radiological Protection. Oxford: Pergamon Press; 1990. pp. 84–85.
16. فؤاد، ليلى فكري وآخرون. البرنامج التدريبي الأساسي للوقاية من الإشعاعات المؤينة، هيئة الطاقة الذرية المصرية، القاهرة، مصر.2005 ص -260 265.
17. Doin-Schwarz C, Evans S, Geist E, Harold S W, Koym V R, Savitz Sc, and Thrall L. Technological from the Fukushima Dailchi Accident. Santa Monica, Galif: RAND Co., National Defense Research Institute; 2016. p. 102.
18. Lochard J, Bogdevitch I, Gallego E, Hedemann-Jensen P, McEwan A, Nisbet A, Oudiz A, Schneider T, Strand P, Carr Z, Janssens A, and Lazo T. ICRP-111. Annals of ICRP. 2009;39(3):74.

19. IAEA. The interface between safety and security at nuclear power plants. Vienna: International Nuclear Safety Group, INSAG-24; 2010.
20. Minder W, Osborn SB. Personal monitoring services. 5. WHO; 1980. p. 54.
21. Eakins J S, Hager L G, and Tanner R J. Calibration of thermoluminescence and film dosimeters for skin doses from high-activity microparticles. Radiation Protection Dosimetry, 2016;170(1–4):173–176.
22. Cember H. Radiation instruments: 2001 Health Physics Society, summer school proceedings. In: Kathren RL, editor. Ionization radiation and quantities and units. Medical Physics Publishing, University of Findly; 2001.
23. Muhammad I A, Mohd H R, Rosdiadee N, Faizal M, Asma S, and Nor F A. Ionizing radiation monitoring technology at the verge of Internet of Things. Sensors. 2021;21:7629.
24. Severance Ch R. Massimo Banzi: Building Arduino. Computer, 2014;47(1):11–12.
25. Mellal I, Laghrouche M, and Tien Bui H. Field programmable gate array (FPGA) respiratory monitoring system using a flow microsensor and an accelerometer. Measurement Science Review, Slovak. 2017;17(2):61–67.
26. Smith AG. Introduction to Ardunio: A piece of cake. Amazon: Create Space Independent Publishing Platform; 2011. p. 172.
27. 27. ARDUINO101 Datasheet. NAIS. Matsushita Electric Works; 2019 [cited 2020 Feb 15]. Available from: https://bit.ly/34ID6rT
28. ARD10012CQ and ARDUINO101 Datasheet. NAIS. Japan: Matsushita Electric Works; 2019. 8.
29. ESP 8266EX Datasheet V. 6.0. Espressif Systems. Shanghai, China; 2018 [cited 2020 Feb 15]. Available from: https://bit.ly/3ciGbAg
30. Dobrica S. International Nuclear Information System (INIS): 50 years of successful contribution to nuclear science and society. Grey Journal. 2021;17(3):171–175.
31. Arab Democratic Center – ADC. Nuclear security and environmental protection conference; 2021. Available from: https://democraticac.de/?p=74953

المجلة العربية للبحث العلمي
Arabian Journal of Scientific Research

https://doi.org/10.5339/ajsr.2023.7
المجلة العربية للبحث العلمي، 2023، 1 من 9

ورقة بحثية

مياه العيون في إقليم شيشاوة في المغرب بين الوفرة والنضوب: دراسة في العوامل والنتائج

أحمد بوحامد[1*]، خالد الحاضري[2]

[1] جامعة الحسن الثاني الدار البيضاء، كلية الآداب والعلوم الإنسانية، عين الشق، المغرب
[2] جامعة القاضي عياض، كلية الآداب والعلوم الإنسانية، مراكش، المغرب
Email: Bouhamed1984@gmail.com *

الملخص

تحتل مياه العيون مكانة متميزة داخل التراب الوطني المغربي، خاصة في المناطق والسفوح الجبلية؛ فهي تُعدّ المحدد الطبيعي للاستيطان البشري داخل هذه المجالات، وأحد المقومات الأساسية لتحقيق التنمية المحلية في ظل التحولات الاقتصادية والاجتماعية التي تشهدها الأرياف المغربية عامة. في هذا الإطار، تحاول هذه الدراسة تسليط الضوء على الأهمية البالغة للعيون المائية في إقليم شيشاوة، باعتبارها تراثاً طبيعياً فريداً، وأهم مورد مائي متجدد في المنطقة، وكذلك على دورها الكبير في تنظيم المجال المغربي وهيكلته. وعلى المنوال نفسه، ونتيجة التكثيف الفلاحي (عن طريق السقي المفرط عبر حفر الآبار)، والتغيرات المناخية المرتبطة بتوالي سنوات الجفاف، أصبح وجود مياه هذه العيون مهدَّداً، واختفت المياه من معظمها، مما يطرح إشكالية تنميتها وتجديدها.

الكلمات المفتاحية: مياه العيون، إقليم شيشاوة، تغيرات مناخية، تكثيف فلاحي، تنمية محلية.

Title

Spring water in the province of Chichaoua, between abundance and depletion: a study of factors and results (Morocco)

Ahmed Bouhamed[1], Khalid El Hadiri[2]

[1] Faculty of Letters and Human Sciences, University Hassan II, Casablanca, Morocco
[2] Faculty of Letters and Human Sciences, University Cadi Ayyad, Marrakech, Morocco

Abstract

Spring water is highly valued within the national territory of Morocco, especially in the mountainous regions and slopes as it is vital for human settlement within these areas. It is also one of the basic elements for achieving local development in the light of the economic and social transformations taking place in the Moroccan countryside in general. In this context, this paper attempts to highlight the critical importance of water springs in the province of Chichaoua, as it is a unique natural heritage and the most important renewable soil resource in the region. It also has a great role in organizing and structuring the field. However, a combination of agricultural intensification, excessive irrigation via digging wells, and successive years of drought (as a result of climate change), have caused drying up of these springs. This impedes any plans for development and renewal in this region.

Keywords: Spring water, Chichaoua region, climate change, agricultural intensification, local development.

Received 30 January 2023; accepted 13 April 2023; published 30 May 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: Bouhamed A, El Hadiri K. Spring water in the province of Chichaoua, between abundance and depletion: a study of factors and results (Morocco). Arabian Journal of Scientific Research 2023:1.7. https://doi.org/10.5339/ajsr.2023.7

1- المقدمة

يكتسي عنصر الماء أهمية استراتيجية في مختلف برامج التنمية الترابية على الصعيد العالمي؛ ذلك أنه يُعدّ مورداً طبيعياً أساسياً يرتكز عليه الجزء الأكبر من الأنشطة الاقتصادية للإنسان.[1] لكن بسبب تتابع سنوات الجفاف خلال العقود الأخيرة، وتزايد إشكالية التغير المناخي الكوني، وارتفاع الطلب على هذه المادة الحيوية في ظل التزايد الديموغرافي السريع للساكنة العالمية، والتكثيف الزراعي وغيرها، أصبحت المياه مهددة بالندرة والنضوب وتلوث جودتها،[2] خاصة بالمناطق الجافة وشبه الجافة والقاحلة.

تعتبر مياه العيون المائية من أهم وسائل الإنتاج في المناطق الجافة التي تُطل على السلاسل الجبلية؛ إذ تساهم في تغذية مجالات مهمة بالمياه اللازمة للحياة الإنتاجية، فينتج من جرّاء ذلك مشاهد متفردة على شكل أحزمة خضراء داخل مجالات جافة. ونظراً إلى هذه الأهمية، فقد ساهمت العيون المائية في هيكلة المجتمعات الريفية،[3] حيث أدت دوراً كبيراً في نشأة التجمعات السكانية واستقرارها، وحملت الكثير من التجمعات السكانية تسميتها، لأن عنصر الماء «له دلالات رمزية وثقافية يتوحد حولها أفراد المجموعات».[4]

في هذا الإطار، يعتبر إقليم شيشاوة من أهم المجالات داخل جهة مراكش-آسفي التي عرفت انتشاراً واسعاً لمياه العيون، وذلك بسبب التضاريس الطوبوغرافية (سهول وأديرة وجبال) المتجسدة في وجود عاليةٍ مؤهلة هيدرولوجياً، مثل عالية الأطلس الكبير، وكذا طبيعة الركائز والسحنات الصخرية، علاوة على التكوين الجيولوجي. ولكل هذه الاعتبارات، شكّلت مياه العيون إحدى أهم وسائل الإنتاج؛ بل ركيزة أساسية لكل مختلف الاستعمالات البشرية، ولا سيما المجال الفلاحي، جاعلةً من الإقليم واحداً من أهم المجالات الفلاحية؛ وذلك بسبب مساهمته الوازنة في مجموعة من المنتجات الزراعية والحيوانية، وفي تحوّل الإقليم إلى حوض مهم للتشغيل المؤقت، وكذلك ساهمت مياه العيون، إلى جانب معطيات أخرى، في احتضان الإقليم لساكنة مهمة تعتبر ركيزة أساسية في جهود التنمية؛ فهذه الساكنة عُرفت عبر تاريخها الطويل بتطوير أنماط السقي والري، التي شكلت هويتها الثقافية والحضارية المميزة عبر مجموعة من الممارسات والخبرات المحلية في مجال استعمال الماء، مساهِمةً بذلك بشكل واضح في تشكيل تنظيم مجتمعي متميز أوجد نوعاً من التجانس الاجتماعي بين مكونات المجموعات القبَلية، وساهم في استمرار الروابط الاجتماعية فتراتٍ تاريخيةً طويلة. وفضلاً عن كل ذلك، كانت قوة القبيلة مرتبطة بنصيبها المائي.[5] إلا أن صبيبها تعرّض لاستعمال مكثّف من المجتمعات المحلية، خاصة خلال فترة شح المياه بناءً على تطبيق تشريعات وأعراف موروثة. وفي العقود الثلاثة الأخيرة، وتحت تأثير عوامل كثيرة ومتداخلة، تعرّضت عيون كثيرة للنضوب، وخاصة العيون المرتبطة بوادي شيشاوة.

وإجمالاً، ساهم تراجع صبيب مياه العيون أولاً في نضوب بعضها، وثانياً في إحداث تغيرات متعددة الأبعاد: اقتصادية واجتماعية ومشهدية وبيئية. وفي هذا الصدد، تحاول هذه الدراسة تناول مسألة واقع تغير مياه العيون في إقليم شيشاوة، وخاصة المياه المرتبطة بوادي شيشاوة، وذلك بحثاً عن العوامل ورصداً لتجلياتها المجالية، بغية المساهمة في النقاش العلمي حول قضية الماء في الجهة، باعتباره إحدى القضايا الراهنة بشكل خاص.

2- إشكالية الدراسة

تعتبر قضية تراجع الموارد المائية إحدى أهم القضايا الراهنة، بسبب سيرورة التراجع والتدهور اللذين يطبعانها، بفعل عوامل متعددة، ولا سيما في المجالات الجافة وشبه الجافة.[6] وضمن الموارد المائية، تشهد مياه العيون وضعاً خاصاً، سمته الأساسية التراجع والنضوب؛ وخاصة مياه العيون في إقليم شيشاوة؛ إذ بعد أدوارها المهمة عبر التاريخ الطويل للمنطقة، بات تراجعها ونضوب الكثير منها في الوقت الراهن يساهمان في إحداث تحولات مجالية خطِرة ومختلفة الأبعاد، سواء في الجانب المرتبط بالمشهد أو الجوانب ذات الصلة بالمعطيات السوسيو-اقتصادية، والأكثر من ذلك تحوّل مجالات خضراء حية إلى مجالات بائرة وميتة. لذلك، تتطلب طبيعة الأبعاد وحجمها الناجمة عن هذه الوضعية ضرورة وجود مؤسسات فاعلة، وكذا أدوات تنظيمية، من أجل تحقيق الرهانات المرتبطة بأهداف وغايات الحفاظ على الإمكانات المائية، عبر سنّ سياسات شمولية تتوخى الحفاظ على الرصيد المائي لمياه العيون المتبقية. وفي هذا الإطار، تتمثل إشكالية الدراسة في الأسئلة الآتية: ما الثابت والمتحول في وظيفة مياه العيون وقدرات إنتاجها؟ وما مختلف العوامل المساهمة في تراجع مياه العيون أولاً ثم نضوبها ثانياً؟ وما مختلف الأبعاد والانعكاسات المترتبة على هذه الوضعية المائية المرتبطة بمياه العيون في مختلف تجلياتها، سواء المشهدية أو البيئية أو السوسيو-اقتصادية؟ وأيّ المقاربات أجدى لمعالجة الاختلالات المترتبة على هذه الوضعية المائية المقلقة لمياه العيون في مجال الدراسة؟

3- منهجية الدراسة وأدواتها

تفرض مقاربة الأسئلة السابقة تنويع المقاربات والمناهج، وذلك من خلال الاعتماد على المنهج التوثيقي بهدف معرفة دينامية صبيب مياه العيون وتشخيصها اعتماداً على وثائق رسمية، ثم المنهج الإحصائي الكمّي، لمعرفة وضعية الموارد المائية في مجال الدراسة وتحديد آثار ديناميتها في مياه العيون، ولا سيما النقطة المتعلقة بدينامية الآبار، وكذلك احتياجات الساكنة من المياه ومختلف استعمالاتها. وتعتمد الدراسة أيضاً على المنهج التاريخي، لمعرفة الوظائف الإنتاجية والمجالية لمياه العيون، من خلال بعض المحطات التاريخية البارزة في حياة الإقليم المجالية. ونظراً إلى كون موضوع الماء من المواضيع التي تمسّ سلوكيات الساكنة المحلية وعيشها وأنماطها، فقد اعتمدت الدراسة على الملاحظة والدراسة الميدانية المباشرة، عبر لقاءات متعددة مع فلاحي المنطقة وساكنتها.

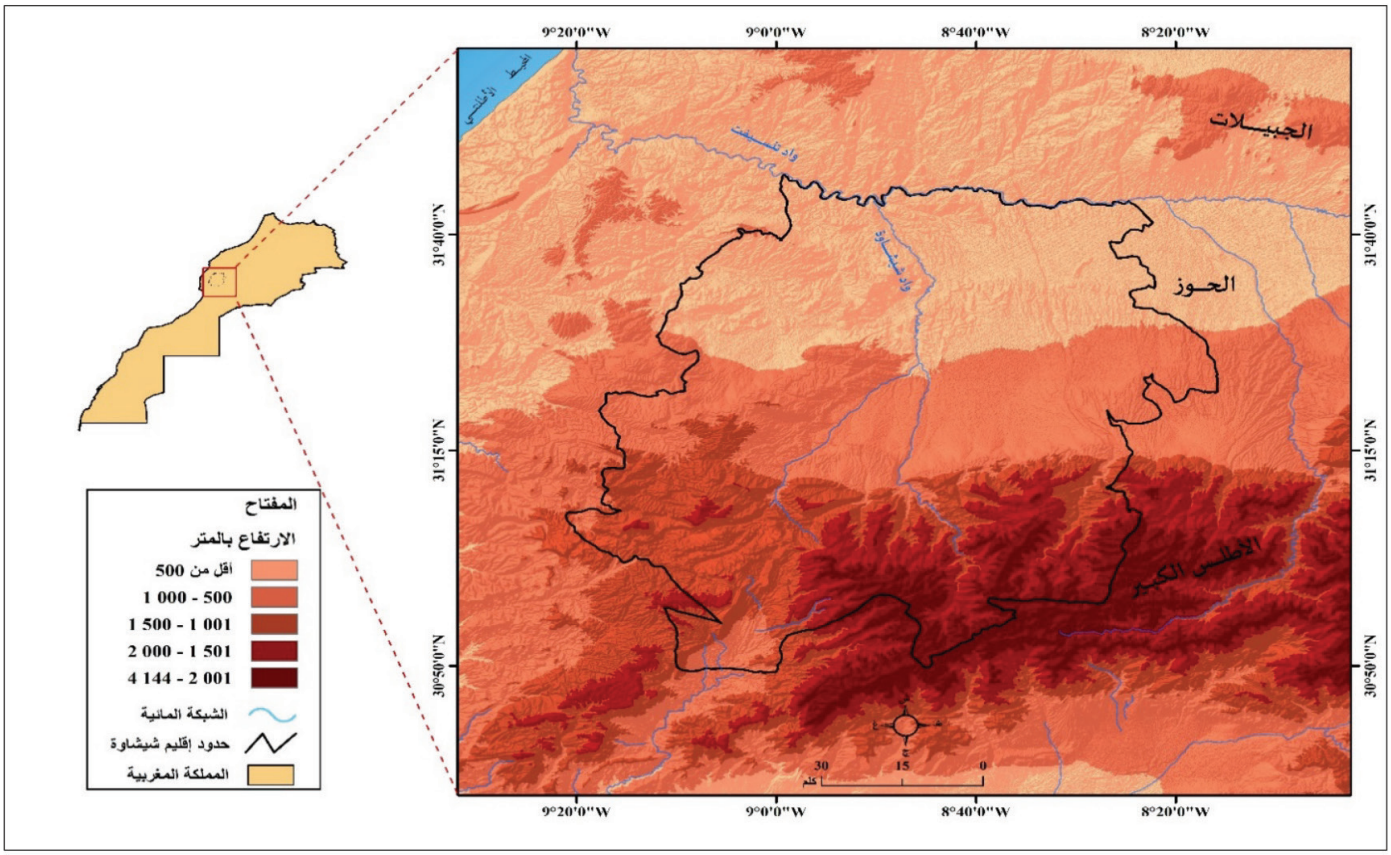
4- أهداف الدراسة

تسعى هذه الدراسة إلى تحقيق جملة من الأهداف:

- إبراز وضعية مياه العيون في إقليم شيشاوة، والإشارة إلى القدرات الإنتاجية المرتبطة بها، وإبراز مدى مساهمتها في إنتاج مشاهد فلاحية متميزة داخل مجالات جافة.
- الوقوف على مختلف العوامل والأسباب المساهمة في تراجع صبيب مياه العيون ونضوب الكثير منها، مع إبراز مختلف الانعكاسات المترتبة على هذه الوضعية المقلقة.
- المساهمة في النقاش العلمي حول مسألة الموارد المائية، ولا سيما جهة مراكش-آسفي، ولفت الانتباه إلى الوضعية المقلقة التي توجد عليها مياه العيون في إقليم شيشاوة، في آفق اقتراح حلول عملية تمكّن من تجاوز هذه الوضعية عبر سنّ ممارسات أكثر نجاعة، تصبّ في اتجاه الحفاظ على هذه الموارد باعتبارها جزءاً من رأس المال المادي واللامادي الذي يطبع الإقليم ويميّزه.

5- تقديم منطقة الدراسة

يقع إقليم شيشاوة عند هوامش الأطلس الكبير الغربي، على الضفة اليسرى لوادي تانسيفت، ويحدّه الجبيلات شمالاً، وإقليم الصويرة غرباً، والأطلس الكبير الغربي جنوباً، وإقليم الحوز شرقاً (شكل 1)، يمتد على مساحة تُقدّر بـ 6872كم^2، وبساكنة تناهز 321249 نسمة حسب الإحصاء العام الأخير في المغرب سنة 2014، ويغلب عليها الطابع الريفي.



شكل 1. توطين إقليم شيشاوة ضمن المجال المغربي.
المصدر: النموذج الرقمي للأراضي (MNT) باستعمال برنامج (Arcgis).

يسود الإقليم مناخ جاف، تُراوح فيه التساقطات المطرية ما بين 300 ملم في العالية، وأقل من 180 ملم في السافلة، وتتجاوز فيه الارتفاعات 750 متراً، وتتميز المنطقة بوجود صخور كلسية وطينية تنتمي إلى الزمن الثاني ساهمت في وجود منابع مائية مهمة.[7]

من الناحية الاقتصادية، تشتغل غالبية الساكنة النشطة في الزراعة وتربية الماشية؛ وذلك لوجود إمكانات مائية معتبرة، خصوصاً المياه الجوفية لغراسة الأشجار المثمرة كالزيتون والرمان، إضافة إلى بعض الخضروات كالطماطم، والفواكه الصيفية كالبطيخ الأحمر والأخضر، والحوامض وغيرها.

يُعدّ وادي شيشاوة أهم الأودية في المنطقة، ويتغذى من السفوح الشمالية للأطلس الكبير الغربي، وتزيد من صبيبه مجموعةٌ من العيون النابعة من الطبقات الكريتاسية جنوب مدينة شيشاوة.

ساهمت هذه الظروف الطبيعية وغيرها في دخول مستثمرين فلاحيين كثر إلى المنطقة، حيث أُنشئت ضيعات فلاحية كبرى متخصصة في إنتاج البطيخ الأحمر والأصفر، والحوامض من نوع أفورار (Agrumes reticulata). وهذه منتوجات كلها مستهلِكة للمياه، الأمر الذي نتج منه ندرة وجفاف للمياه الجوفية، خاصة مياه العيون.

6- نتائج ومناقشة

6-1 مياه العيون في إقليم شيشاوة: مساهمتها في هيكلة المجال وخطر الندرة والنضوب

أدت مياه العيون، وخاصة العيون المرتبطة بوادي شيشاوة، أدواراً مهمة سواء على مستوى الإنتاجية الفلاحية أو على مستوى هيكلة المجتمعات المحلية. بيْد أن تعرّضها لعملية الجفاف لأسباب متعددة كان له بالغ الآثار في التوازنات المجالية البيئية.

6-1-1 مياه العيون في إقليم شيشاوة بين تعدد الأدوار: الإنتاجية والمساهمة في هيكلة المجال

تعتبر مياه العيون المرتبطة بوادي شيشاوة أهم مورد ترابي، ما جعله مساهماً في التأسيس لاقتصاد محلي تقليدي يرتكز على الزراعة؛ ذلك أن أساس الاستقرار البشري في هذا المجال ارتبط ارتباطاً وثيقاً بمياه العيون، فالانتشار المجالي لمياه العيون عبر شبكة من السواقي أدى دوراً كبيراً في المحافظة على مساحة الأراضي المسقية، وكذا تأمين حاجات المجموعات البشرية الضاربة في المجال.

أشارت معظم المصادر الجغرافية التاريخية إلى أهمية مياه العيون في وادي شيشاوة؛ فقد أشار أبو عبيد الله البكري والشريف الإدريسي إلى

وفرة مياه العيون في وادي «شاوشاوة».[8] وفي هذا الإطار ذكر البكري «أن وادي شيشاوة كثير المياه والفواكه»، في حين يصف ابن خلدون وضعية مياه العيون في شيشاوة بقوله «يسير الراكب فيها من تامسنا وسواحل مراكش إلى بلاد سوس ودرعة ثماني مراحل [...] تفجرت فيها الأنهار والعيون وركبت فيها مواد الزرع والضرع».[9]

وفي هذا الإطار، اعتُبرت مياه العيون والمياه الجارية من أهم العوامل التي دفعت الحكم المركزي السعدي إلى تمكين الإقليم بواحد من أهم المشاريع الزراعية والصناعية في الآن نفسه، ويتعلق الأمر بزراعة قصب السكر وإنشاء معمل لصناعته. فبحسب دراسة للباحث توفيق محمد لقبابي المنشورة في مجلة **ضفاف** العدد الأول «فإن عدد مصانع السكر بلغ خلال القرن 16م 14 مصنعاً،[10] وكان نصيب شيشاوة مصنعاً واحد». ودونما شك، فإن زراعة قصب السكر وصناعته ما كان ليتمّا لولا وفرة المياه، ولا سيما مياه العيون، وذلك بحكم ديمومة جريانها.

ظلت المنطقة محافِظة على إمكاناتها المائية حتى بداية القرن العشرين؛ فبحسب المستكشف Brives Abel في كتابه **السفر إلى المغرب ما بين 1901-1907**، أشار إلى أن[11] «هناك العديد من عيون المياه والتي تصب في الوديان والتي تسقي القطع الأرضية المستغلة، والتي تشكل مدرجات على السفوح التي تمثل المنازل أعلاها كما هو الحال بالنسبة لدوار إفرين لارباع»؛ والشيء نفسه بالنسبة إلى الدواوير المتتالية إلى المنبع، حيث تختلط أشجار الزيتون بأشجار اللوز وتحتل القطع الأرضية المسقية. ومن دون شك، فإن أهمية مياه العيون في الإقليم هي كذلك جلبت أطماع المعمر الفرنسي، حيث ساهمت ظروف الاستعمار وما ارتبط به من استحواذ المستعمرين على أهم الأراضي، سواء في إطار الاستعمار الرسمي أو الخاص، في تحوّل جزء كبير من مياه العيون من الأهالي إلى الجاليات الأوربية، ولا سيما الفرنسية منها، كما ساهم المستعمر في إحداث تغيرات على بنية مياه العيون من خلال إنشاء تجهيزات هيدروليكية عصرية، وكذلك إدخال مزروعات جديدة كالمشمش والرمان والزيتون. وبعد الاستقلال، وفي إثر عملية استرجاع الأراضي، أُنشئت مجموعة من التعاونيات الفلاحية، ظلت مرتبطة بمياه العيون، حيث توسعت المساحة المزروعة، وخاصة الغراسة، كتعاونية النواصر وسيدي بوزيد وأورهالن.

إجمالاً، اضطلعت مياه العيون بدور كبير في تشكيل المجتمعات المحلية، وكانت وقتاً طويلاً أهم مورد ترابي، لكنها تعرضت اليوم لعملية النضوب أو على أبعد حد قل صبيبها بشكل مخيف.

6-1-2 تنظيم وتصريف مياه عين أباينو خلال فترة الحماية

جرى توزيع مياه عين أباينو على السواقي وتحديد صبيباتها من طرف سلطات الحماية، معتمدةً في ذلك على عدة مراجع. فإضافةً إلى القياسات التي أُخذت لهذه السواقي قبل عمليات الإعداد، استغلت كذلك مجموعة من الظهائر والقوانين التي كانت تحكم توزيع مياه المنابع في المغرب.[12] وفي هذا الإطار، ولاستغلال مياه عين أباينو على وادي شيشاوة، أوجدت سلطات الحماية عدة ظهائر وقرارات اتخذتها مطية شرعية وقانونية تسترت وراءها لاستغلال مياه هذه العين. وهكذا، اعتمدت سلطات الحماية بشكل أساسي على ظهير 1 يوليو 1914 المتعلق بالملك العمومي، وظهير 1 أغسطس 1925 الخاص بنظام المياه، إضافةً إلى الظهائر التي عدلتهما أو كملتهما. ولم تقف عند هذا الحد، بل أضافت إليهما القرار الوزاري المؤرخ في 1 أغسطس 1925 المتعلق بتطبيق نظام المياه والقرارات الوزارية، وملف التحقيق المفتوح على أراضي شيشاوة والشماعية، والدعوة الشفوية لاتحاد لجان التحقيق لشهر مايو 1938. وبناء عليه، فقد حددت سلطات الحماية صبيب كل ساقية من سواقي منابع رأس العين. ويتضمن جدول 1 تحديد صبيب سواقي عين أباينو.

جدول 1. صبيب سواقي عين أباينو بحسب القرار الوزاري عام 1938.

السواقي	الصبيب المتوسط (لتر/ثانية)	الصبيب الأعلى (لتر/ثانية)
تبراشين	120	144
لعطايشة	80	92
ترماست	160	200
بوحجر	30	30

وبهذا، فقد حققت سلطات الحماية رغبتها في الاستفادة من عين أباينو من دون أن تثير أي مشاكل بفضل نباهتها وتحايلها على السكان، واستغلال مجموعة من الظهائر والقرارات الرسمية المتعلقة بملكية المياه وتوزيعها. لكن في المقابل، لا يمكن أن ننكر بأيّ حال من الأحوال، رغم كل السلبيات التي نتجت من الاستغلال الاستعماري لهذه المياه، أن لها الفضل في استصلاح وإعداد هذا المنبع وسواقيه.

6-1-3 مياه العيون في إقليم شيشاوة ومسارات الاتجاه نحو الندرة والنضوب

تُعدّ دراسة الإمكانيات المائية المتعلقة بمياه العيون في إقليم شيشاوة مسألةً أساسية في ظل مجموعة من التحولات التي يعرفها صبيبها المائي المرتبط بالتقلبات المناخية والأنشطة البشرية، ثم ارتفاع الطلب على الماء من طرف الأنشطة الاقتصادية، خاصة الفلاحية منها، الأمر الذي نتج منه دينامية قوية في المنطقة عبر إنشاء مقاولات فلاحية ضخمة كانت سبباً مهماً في جفاف وندرة هذه الموارد المائية.

جدول 2. بعض المنابع المائية ومتوسط صبيبها ووضع الحالي في وادي شيشاوة.[13]

المنابع	رقمها	إحداثياتها		متوسط صبيبها (لتر/ ثانية)	
		X	Y	2006	2022
عين أباينو	116/52	178,20	93,50	530	60
عين رأس العين	115/52	177,50	92,85	32,6	جاف
عين أفضال	45/52	180,50	97,00	199,8	30
عين الرمش	113/52	182,30	11,5	24,4	جاف
عين بودلال	-	-	-	20	جاف

تنبثق على طول وادي شيشاوة عدة عيون مائية (جدول 2)، تقطع النقط العليا للبنى الجيولوجية لتنفجر على مستوى الكلس الدولومي من السينومنين والترونين خلال الحقبة الكريتاسية العليا. يبلغ مجموع عيون وادي شيشاوة خمس عيون،[13] وصل مجموع صبيبها حوالي 806,8 ل/ ث سنة 2006. تُعدّ عين أباينو أهم شريان مائي في المنطقة، وبصبيب وصل إلى 530 ل/ ث خلال السنة نفسها. لكن ساهم توالي سنوات الجفاف والضغط المتزايد على المياه الباطنية عبر الزيادة في حفر الآبار وظهور الضيعات والمقاولات الفلاحية الكبرى مساهمة فاعلة في تراجع شديد لمياه هذه العيون، حيث يبين جدول 2 التراجع الكبير لصبيب هذه العيون؛ إذ وصل في عين أباينو إلى 60 ل/ ث، وعين أفضال 30 ل/ ث، في حين يُسجَّل جفاف تام لعين رأس العين وعين الرمش وعين

بودلال. وهذا الأمر يُنبئ بوقوع أزمة مائية حقيقية تحتاج إلى أساليب تدبيرية أكثر حكامة تصبّ في اتجاه الحفاظ على هذا المورد البالغ الأهمية في الحياة الفلاحية والحضرية للإقليم. وهذا لن يتأتى في نظرنا إلا بمقاربة تشاركية تقتضي التضحية بالزائد والثانوي، وذلك ضماناً وصيانةً لهذا المورد الترابي.

شكل 2. تراجع صبيب مياه عين أباينو ما بين سنتي 2011 و2022: أ- صبيب عين أباينو في وضعية عادية سنة 2011؛ ب- بداية تراجع صبيب عين أباينو سنة 2016؛ ج- التراجع الفعلي للصبيب سنة 2020؛ د- التراجع التام للصبيب سنة 2022 واستعمال الساكنة المحلية قناة بمسافة 200 متر لجلب المياه عبر آلة الضخ، وذلك لاستمرار الساقية الرئيسة المرتبطة بالعين وسقي الأراضي الزراعية.
المصدر: معاينة ميدانية لسنوات 2011، 2016، 2020، 2022.

تجب الإشارة هنا إلى أن أباينو معناها بالأمازيغية العين من حجم صبيب كبير تكون في أرض مستوية ناهلةً مياهها من فرشة مائية مهمة. أما تسمية عين أباينو فهي شبيهة بتسمية عين أغبال المركبة من كلمة عربية وكلمة أمازيغية، فلها المعنى نفسه مع اختلاف دلالة الكلمات الأمازيغية لها.[14] وعلى هذا الأساس، فعين أباينو اسم لمسميين: هيدرونيمي وطوبونيمي، وتعتبر من العيون الأكبر حجماً على مستوى الصبيب داخل الإقليم، حيث تنبع في شبه واحة تحيط بها بيئة شبه جافة في مجال غير بعيد عن جبال الأطلس الكبير الغربي. إلا أن هذه العين وبعد أن أدت - على غرار باقي مياه العيون في إقليم شيشاوة - أدواراً بارزة في حياة الإقليم فلاحياً وحضارياً، من خلال إنتاج مشاهد فلاحية وريفية متميزة، ومساهمة في نشأة وتشكّل تجمعات سكانية ريفية وحضرية على حد سواء، أخذ صبيبها في العقود الأخيرة يشهد تراجعاً.

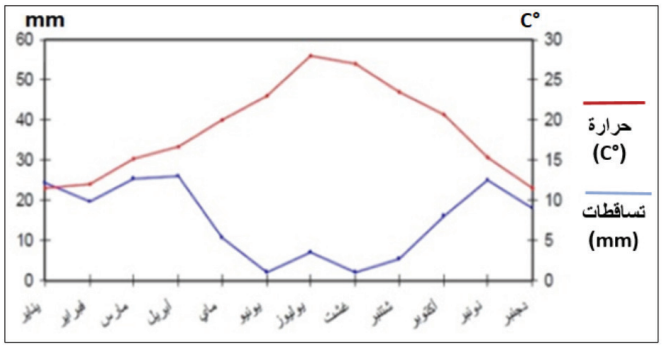
إن المؤشرات المعبّر عنها سلفاً هي دلائل كافية على الوضع المائي العطوب الذي باتت تعرفه مياه العيون في الإقليم؛ حيث يسجل البعض منها تراجعاً حاداً على مستوى صبيبها المائي، كما وصل الكثير منها إلى وضعية الجفاف والنضوب، مما يؤشر على وجود أزمة مائية حقيقية، لها دونما شك تداعيات على الحياة الفلاحية والإنتاجية في مجال الدراسة، ومن ثم على مستوى التوازنات الاجتماعية والبيئية والمشهدية. إن أهم ما يؤشر على استفحال الأزمة المائية في الإقليم، خاصة تلك المرتبطة بمياه العيون، هي الوضعية المائية التي كانت توجد عليها في العقود القليلة الأخيرة؛ حيث لوحظ أن صبيب السواقي مثلاً المرتبط بعين أباينو بات اليوم يفوق أو يضاعف أحياناً الصبيب الإجمالي للعين إجمالاً.

2-6 العوامل المساهمة في نضوب مياه العيون في إقليم شيشاوة

1-2-6 الجفاف من أهم سمات المجال

على الرغم من الموقع الجغرافي لإقليم شيشاوة ضمن العروض شبه المدارية، وانفتاحه على المؤثرات الجافة القادمة من الشرق (الحوز) تارة، ومؤثرات رطبة قادمة من الغرب (الصويرة) تارة أخرى، فإن هذا لا يمنع سيادة مناخ جاف من مميزاته الأساسية: البرودة خلال فصل الشتاء (بدرجة أكبر في المناطق المرتفعة مثل إمنتانوت)، وبصيف حار وجاف ناتج من هبوب رياح الشركي الحارة الآتية من الشرق، والتي لها تأثير مباشر في الأنشطة والموارد المائية.[15] ومن دون شك، فالمناخ يؤثر في توافر الموارد المائية أو قلتها، لذلك لا بد من تشخيص الوضعية المناخية في المنطقة، وذلك بدراسة أهم العوامل المساهمة في نضوب مياه العيون، باعتماد معطيات الرصد الجوي، والاستدلال ببعض المؤشرات العملية المساعدة على تحديد الجفاف في المنطقة.

وبما أن قلة الأمطار هي السائدة في المنطقة، فإن مؤشر كوسن[16] قد يساعد في الاستدلال على مناخها؛ فكلما كانت كمية الأمطار السنوية أقل من ضعف درجة الحرارة دَلّ ذلك على جفاف المنطقة.



شكل 3. الرطوبة والجفاف وفق مؤشر كوسن في محطة شيشاوة.

يبيّن شكل 3 أن جل الشهور في محطة شيشاوة تعتبر جافة؛ ذلك أن كمية التساقطات في غالبية الشهور أقل من ضعفَي درجة الحرارة، باستثناء شهر يناير الذي تتجاوز فيه كمية التساقطات المعدل الحراري. وبناء عليه، يمكن اعتبار المنطقة ذات مناخ جاف بحسب مؤشر كوسن، وهذا لا يساعد على وجود نبات طبيعي غني ومتنوع، كما تصعب إقامة فلاحة مستدامة من دون الاعتماد على سقي منتظم.

يعبّر المعامل الحراري «إمبيرجي» (Emberger Index) على جفاف المنطقة، فهو يرتكز على دراسة تغاير متوسط الحرارة الدنيا (m) لأبرد الشهور، وتغاير متوسط الحرارة العليا (M) لأدفأ الشهور، وكذلك على تغاير متوسط التساقطات السنوية، وتترجم معادلة إمبيرجي الحاصل الرطوبي الذي يقدَّم على الشكل الآتي:[16]

$$Q2 = P2000/ ((M+ m)*(M - m))$$

حيث:

(P): متوسط التساقطات السنوية (ملم).

(M): متوسط الحرارة القصوى لأدفأ الشهور

(m): متوسط الحرارة الدنيا لأبرد الشهور.

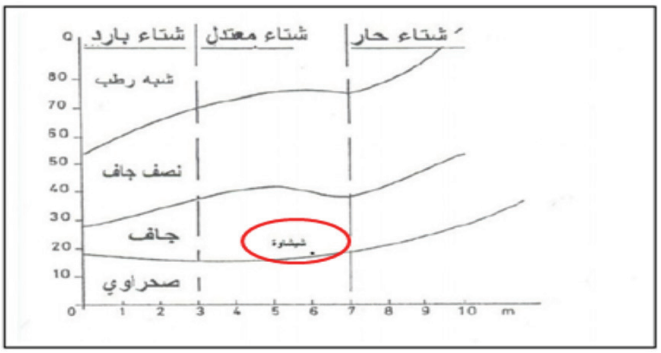
يُعبَّر عن الحرارة بالدرجة المطلقة أو بدرجة «كلفن» التي تساوي: K = C° + 273. ويقتضي استعمال هذا المعامل التمثيل البياني، حيث يوضع الحاصل (Q2) على محور الأراتيب (العمودي)، ومتوسط الحرارة الدنيا (m) على محور الأفاصيل (الأفقي).[17]

وبتطبيق هذه الطريقة على مقاييس العناصر المناخية الممثلة لمنطقة الدراسة، حصلنا على النتائج في جدول 3.

جدول 3: تطبيق المعامل الحراري لإمبيرجي لتحديد النطاق المناخي في شيشاوة.

المحطة	شيشاوة
P(mm)	187,00
M(°C)	36,44
m(°C)	6,10
P2000	374000
(M+m(K	588.54
M-m	30.34
Q2	20.90
تصنيف المجال	مناخ جاف

وبناء عليه، فعند تطبيق المعامل الحراري لإمبيرجي في تحديد النطاق المناخي، اتضح من خلال شكل 4 أن المنطقة تنتمي إلى الطابق البيوميناخي الجاف، وقريبة من الطابق الصحراوي.



شكل 4. الحرارة والتساقطات وفق معامل إمبيرجي في محطة شيشاوة.

2-2-6 زيادة الاحتياجات المستقبلية للسكان من الماء

يتزايد الطلب على الماء في المغرب بوتيرة سريعة نتيجة النمو الديموغرافي وتوسع المساحات المسقية ومختلف أوجه النشاط الاقتصادي. وفي هذا السياق، يشهد حجم استعمال الماء للأغراض المنزلية في إقليم شيشاوة تذبذباً كبيراً بين مختلف المناطق، نتيجة الظروف الطبيعية بين مناطقها، وضعف مشاريع التنمية المتوازنة بين تلك المناطق وعدم إعطاء الأولوية القصوى للمناطق ذات الحاجة الملحة إلى توفير المياه لها. وبما أن عدد سكان المنطقة يزداد باستمرار في كل جماعة من جماعات إقليم شيشاوة، فإن الاحتياجات المائية للسكان ستزداد معه زيادة كبيرة ما بين 2015 و2030 (جدول 4)، الأمر الذي لن تستطيع الموارد المتاحة حالياً تلبيته نظراً إلى قلة نصيب الفرد من الماء. ولتعويض هذا الخصاص المائي لأغراض منزلية وفلاحية، كان من اللازم استغلال مياه هذه العيون فتراتٍ طويلةً وفق نظام تقليدي عرفي.

جدول 4. تطور احتياجات السكان[18] من ماء الشرب في بعض جماعات إقليم شيشاوة (2015-2030).

الجماعة	احتياجات مياه الشرب بالمتر[3] في السنة			
	2015	2020	2025	2030
آيت هادي	149466	162960	177356	192993
أسيف المال	154517	168467	183349	199902
إدويران	274914	299733	326212	355663
إمنتانوت	627155	683775	744180	811366
لمزوضية	654381	713459	776486	846589
مجاط	249487	272011	296040	322767
مزوضة	309113	337020	366792	399907
سيدي المختار	411253	448381	487991	532048

3-2-6 التكثيف الفلاحي وظهور المشاريع الفلاحية الكبرى

عرفت المنطقة في الآونة الأخيرة إدخال منتوجات زراعية جديدة مستهلِكة للمياه. ويُعدّ البطيخ الأحمر والأصفر والحوامض من نوع أفورار وغيرها أهم هذه المنتوجات؛ حيث توسّعت مساحة زراعتها على نحو ملحوظ، مقابل تزايد الطلب ودخول الرأسماليين الفلاحيين الكبار والاستعمال الواسع للطاقات الشمسية.

جدول 5. تطور عدد الآبار في بعض الجماعات داخل إقليم شيشاوة ما بين 2006 و2022.

الجماعات	عدد الآبار سنة 2006 (وكالة الحوض المائي لتانسيفت)	عدد الآبار سنة 2022 (بحث ميداني)
لمزوضية	110	1200
السعيدات	6	1000
أولاد مومنة	20	450
مجاط	111	1100
أهديل	27	800
شيشاوة	3	50
أيت هادي	1	20
سيدي بوزيد	10	32

المصدر: معطيات وكالة الحوض المائي لتانسيفت سنة 2006 وبحث ميداني سنة 2022.

نتج من هذا الوضع تكثيف فلاحي وزيادة في حفر الآبار، ويبيّن جدول 5 التطور في عدد الآبار ما بين 2006 و2022؛ إذ تسجل بعض الجماعات داخل الإقليم تزايداً مهولاً في عدد الآبار، فإحصائيات 2006 الصادرة عن وكالة الحوض المائي لتانسيفت تبيّن عدداً معتبراً، لكن من دون الأخذ في الاعتبار الآبار غير المرخصة، وهذا ما يظهر جلياً من خلال العمل الميداني؛ حيث نسجّل ارتفاعاً كبيراً لعدد الآبار في المجال (يضم العمل الميداني جرداً للآبار المرخصة وغير المرخصة). فمثلاً، سُجّل في جماعة السعيدات سنة 2006 فقط 6 آبار (مرخصة)، لكن في سنة 2022 بناء على العمل الميداني سُجّل حوالي 1000 بئر بما فيه المرخصة وغير المرخصة. والجدير بالذكر أن هذه الآبار أُنشئت عند عالية عين أباينو وبعمق يتعدى 250 متراً؛ مما تسبب في جفاف شديد لمياه العين (مقابلة ميدانية أُجريت يوم 6 سبتمبر 2022 مع فلاحين بعالية عين أباينو).

3-6 التغيرات المصاحبة لنضوب مياه العيون في المنطقة

رافق عملية نضوب مياه العيون أو تراجع صبيبها مجموعة من النتائج والتغيرات، يمكن إجمالها كما يلي:

1-3-6 تغيرات مشهدية

تراجعت المساحات الخضراء والمغروسات بسافلة وادي شيشاوة بفعل الأنشطة البشرية، وخاصة المرتبطة بتزايد عدد الآبار وبمشاريع فلاحية كبرى. وساهم ذلك في موت عدد كبير من الأشجار المثمرة، مثل الزيتون والرمان، وتجريد المساحات الخضراء لعين أباينو، وتعرّض الغطاء النباتي للتدهور والاندثار، على اعتبار أن هذه الحياة النباتية في مجال الدراسة، كما هو الحال بالنسبة إلى كل المجالات الجافة، ترتبط أشد الارتباط بالماء. وبناء عليه، فإن تراجع الموارد المائية قد بدأت تتحكم في هندسته خريطة زراعية مغايرة، تقتصر في أغلب الأحيان على ري شجر الزيتون والقليل من الفصة والبرسيم، فبعدما كان المجال المسقي يضمّ زراعات متنوعة من زيتون ورمان ومشمش وغيرها، باتت الأنشطة الزراعية تقتصر على مزروعات محددة.

ترك هذا الوضع خوفاً شديداً لدى الفلاح البسيط؛ فاستناداً إلى مقابلات مع فلاحين في المنطقة، فإنه إذا ما استمر صبيب العين في التراجع، فإن المزروعات ستتراجع هي الأخرى إلى 80 في المئة، مؤديةً إلى تحول كثير من المجالات، التي كانت بالأمس القريب مساحات خضراء، إلى مجالات جرداء وبائرة.

شكل 5. أ- تدهور الغطاء النباتي الطبيعي؛ ب- تدهور السواقي الترابية من جرّاء النقص الحاد في الموارد المائية.
المصدر: بحث ميداني، يونيو 2022.

6-3-2 تحولات اجتماعية واقتصادية

كان للجفاف الذي أصاب مياه العيون، أو بفعل تراجع صبيبها، آثارٌ بالغة في مستوى معيشة الساكنة المحلية؛ فقد تراجعت القدرة الشرائية للأسر في ظل ضعف المدخول الحالي، وما عمَّق هشاشة وضعيتها المعيشية هو ما قام به الفلاحون من إجابات تقنية لتعويض النقص المائي الناجم عن تراجع صبيب مياه العيون، تتجلى في حفر آبار جديدة وزيادة في عمق الآبار المستغلة سابقاً واستهلاك عدد قارورات غاز البوتان المستعملة في عملية استخراج المياه الجوفية وضخّها؛ وذلك لعدم اعتماد أغلبية الفلاحين على ألواح الطاقة الشمسية، ولتأثير ضالة صبيب مياه العيون في تقليص حجم المساحة المزروعة وزيادة في زمن العملية السقوية، وهي سلوكات مجالية كثيرة عملت على زيادة في تدهور وضعية معيشة الفلاح المحلي.

ومن جانب آخر، دفع غلاء تكاليف السقي، ولا سيما حفر الآبار أو الزيادة في عمقها، وكذا التكاليف المرتبطة بتجهيزات الضخ، الكثير من الفلاحين إلى تأجير أراضيهم، وخاصة تلك الموجودة في عالية العين، لمستثمرين أجانب، أو لبعض الشركات الفلاحية، وتحوّل الكثير منهم ولا سيما الشباب إلى عمال فلاحين لمالكي الضيعات الفلاحية، إضافةً إلى بروز نزاعات حول الأراضي السلالية من خلال عملية السطو والتزوير، وذلك بهدف ضمان كرائها لتلك المؤسسات الفلاحية التي باتت تقدّم إغراءات لصغار الفلاحين لكراء الأراضي. ومثل هذه الأوضاع لا يمكن إلا أن تفضي إلى انتشار وتكريس علاقات مبنية على العدائية، وتكريس التفكك الأسري والعائلي، وشيوع الإحساس بالفردانية والأنانية، واختفاء قيم التضامن والتكافل والعمل الجماعي التي تطبع حياة ساكنة واحة عين أباينو.

شكل 6. الوضعية التي آلت إليها بعض المنشآت الخدماتية المرتبطة بعين أباينو؛ حيث ضعف ارتياد هذه المنشآت خلال فصلي الربيع والصيف بدوار آيت هادي، جماعة آيت هادي.
المصدر: بحث ميداني، يونيو 2022.

ومن جانب آخر، وبعد أن اضطلعت العين بأدوار في المجال السياحي والترفيهي، فكانت قبلةً للزوار من حيث الاستجمام، وترتّب على هذه الوضعية بروز أنشطة موسمية سياحية (تقديم خدمات للزائر خلال فصلي الربيع والصيف كالمأكولات والفضاءات الخضراء ... إلخ)، فقد ساهمت هذه الأنشطة على قلتها في تنمية الدخل الفردي لساكنة المنطقة، كما ضمنت للمجال عناصر حية كإرث تاريخي وثقافي وطبيعي قادر على تجسيد روح التنمية المستدامة. لكن ساهم تراجع جفاف مياه هذه العيون ونضوبها في تراجع مداخيل الساكنة، وركود حركية الخدمات السياحية (شكل 3)، ومن ثم استفحال ظاهرة الهجرة القروية، حيث لوحظ ميدانياً التزايد الكبير والمطّرد للدور المهجورة في مجال الدراسة.

7- الخاتمة

تعتبر مياه العيون أهم مورد ترابي، ومساهماً فعالاً في تشكّل المجتمعات المحلية، وأفرزت عبر تاريخها الطويل مجموعة من الخبرات والمهارات المحلية في تدبير هذه المياه. لقد مكنت الموارد المائية لمياه العيون من

المحافظة على التوازن الاجتماعي المجالي للمجموعات البشرية، وساهمت في تلبية مختلف احتياجاتها، وذلك ارتباطاً بتعدد الأدوار والوظائف لها (ماء الشرب، السقي، إرواء الماشية والقطيع). وقد ساهمت مجموعة من المتغيرات المناخية والطبيعية وسلوكيات المجموعات البشرية والنزعات الجديدة للممارسات الإنتاجية الفلاحية (من خلال تبنّي مزروعات مستهلكة للماء) في الاتجاه بصبيب مياه العيون نحو التراجع، ومن ثم النضوب على الأقل خلال فترات جافة من السنة. وقد خلّف هذا التراجع تغيرات مشهدية واجتماعية وبيئية وسوسيو-اقتصادية. ولضمان عيش سليم وكافٍ للمجموعات البشرية، فإنه بات من الضروري المحافظة على الماء باعتباره العصب الحي الذي تقوم عليه مختلف الاستعمالات البشرية.

ولتجاوز الوضعية الصعبة المتمثلة في ندرة مياه العيون ونضوبها في إقليم شيشاوة خاصة، والمجالات الريفية المغربية عامة، ولضمان حقوق جميع المستعملين، لا بد من تفعيل مضامين ومقتضيات القوانين التي ترمي إلى حماية الموارد المائية.[19] وهنا لا بد من أجرأة بنود قانون الماء (15-36)؛ فقد حان الوقت لزجر كل المخالفين للقانون، حيث خلصت الدراسة إلى تزايد في حفر الآبار العشوائية قرب منابع هذه العيون، والتي يتعدى عمقها 300 متر، كما يجب منع المستثمرين الفلاحيين من زراعة المنتوجات (أو التقليل منها) المستهلكة للمياه (البطيخ الأحمر والأصفر) وتشجيع الفلاحين بالاعتماد على مزروعات متأقلمة مع الظروف المناخية السائدة مثل الزيتون والرمان والحبوب وغيرها؛ حمايةً لهذا المورد الطبيعي النادر.

المراجع

1. العمراني، عبد الواحد. أطلس العيون المائية بعالية حوض ورغة الأوسط ودورها في تنظيم المجال والمجتمع (حالة جماعات: عين مديونة وبوعادل وبني وليد)، أطروحة الدكتوراه، كلية الآداب والعلوم الإنسانية فاس سايس، 2014، غير منشورة، ص 3.
2. العمراني، ع، والعمراني، س. أهمية العيون في هيكلة عناصر المنظومة المكانية بجنوب الريف الأوسط: حالة عيون جماعة عين مديونة، إقليم تاونات، شمال المغرب، جيو مغرب، رقم 17، 2021، ص 25-38.
3. Achhbar H, Amajoud N, Ouled Zian O, El Maftahi A, Ben Zakour M, Ben Driss E. Physicochemical and bacteriological quality assessment of spring waters in the Tetouan region (Morocco). EWASH and TI Journal. 2020;4(3):431–441.
4. الأكحل، المختار، دينامية المجال الفلاحي ورهانات التنمية المحلية: هضبة بنسليمان. أطروحة لنيل دكتوراه الدولة، جامعة الحسن الثاني كلية الآداب والعلوم الإنسانية، 2001، منشورة، ص87.
5. Segonzac M. Au cœur de l'atlas-mission au Maroc (1904-1908). Paris: Emillle la rose; 1910. p. 250
6. ضايض، حسن. المجال والمجتمع جنوب الريف الأوسط. أطروحة لنيل دكتوراه الدولة، جامعة سيدي محمد بن عبد الله، كلية الآداب والعلوم الإنسانية فاس سايس، 2005، غير منشورة، ص239.
7. Bouhamed A, Nassah H. Apport de la télédétection et SIG dans l'évolution du couvert végétal dans le bassin du Haouz (cas du sous bassin Chichaoua), cahiers de la recherches géographique N°4. Les écosystèmes au Maroc: Aspects de dégradation et perspectives de développement, études géographiques; 2021. ISBN : 978-9920-33-867-7, pp. 19–26.
8. بكري، أبو عبيد الله. المغرب في ذكر بلاد افريقية والمغرب، وهو جزء من كتاب المسالك والممالك .القاهرة:دار الكتاب الإسلامي، 1958، ص 235.
9. ابن خلدون، عبد الرحمن. كتاب العبر وديوان المبتدأ والخبر، تحقيق محمد علي بيضون، دار الكتب العلمية بيروت لبنان، المجلد 6، الطبعة 2، 2000، ص 218.
10. محمد، أقديم. التحولات السوسيوتاريخية في منطقة الأطلس الكبير من أفيفن إلى إمنتانوت مساهمة في كتابة التاريخ المحلي. الرباط: دار الأمان، 2016، ص 380.
11. Brives A. Voyages ou Maroc (1901-1907). Adolphe Jourdan; 1909. pp. 117–118.
12. Chantiers P. Dans le grand Atlas Marocain: Extraits du carnet de route d'une Médecin d'assistance médicale indigène, 1912–1916. Paris: Librairie Plon-Libraire. pp. 111–112.
13. Bouchra R. Mise en place d'un système de gestion de base de données pour la gestion des ressources en eaux souterraines de la plaine du Haouz (Meseta Occidentale, MAROC), mémoire pour obtenir le grade de docteur, option: hydrogéologie, Faculté des Sciences SEMLALIA – Marrakech; 2001. p. 51.
14. Délégation Provinciale d'Agriculture de Chichaoua. Répartition des eaux de l'oued de Chichaoua entre les sources de Ras Ain incluses et la confluent de l'oued Tensift. Rabat 15 septembre 1938
15. Gharnati F. Diagnostique de l'alimentation en eau potable de la province de Chichaoua : Aspect Quantitatif et Qualitatif, Mémoire de Master, Faculté des Sciences et Techniques Marrakech, Université Cadi Ayyad Marrakech; 2012, p. 24.
16. السلوى، عبد الملك. التساقطات والحصيلة المائية بالسهول الأطلنطية المغربية. منشورات كلية الآداب والعلوم الإنسانية المحمدية، سلسلة ندوات رقم 8، 2006، ص 68.
17. Moukhtari R, Mrabet P, Lebailly L. Spatialisation des bioclimats, de l'aridité et des étages de végétation du Maroc. Revue Marocaine des Sciences Agronomiques et Vétérinaires. 2014;2 (1):50–66.
18. بوحامد، أحمد. إشكالية تدبير المياه واستعمالها بالمناطق الجافة، إقليم شيشاوة نموذجا. أطروحة الدكتوراه في الجغرافيا، كلية الآداب والعلوم الإنسانية المحمدية، 2018، غير منشورة، ص 65.
19. بونبات، محمد. حقوق الماء في المغرب. مراكش: المطبعة والوراقة الوطنية، 2000، سلسلة آفاق القانون، ص 48.

المجلة العربية للبحث العلمي
Arabian Journal of Scientific Research

https://doi.org/10.5339/ajsr.2023.8
المجلة العربية للبحث العلمي، 2023، 1 من 17

ورقة بحثية

الأمراض النّفسيّة في التّراث الطّبّيّ العربيّ الإسلاميّ (العصر العبَّاسي نموذجًا)

مَها عبد القادر زكريّا[1]*

[1] دكتوراه في التاريخ الإسلامي من جامعة القصيم، باحثة مستقلة، بُريدة، المملكة العربيَّة السُّعوديَّة

Email: dr.maha1zak@gmail.com *

الملخص

حاولَ الإنسان منذ فجر تاريخهِ التَّعرّف على الاضطراباتِ النّفسيّةِ الَّتي تصيبه، فحاول التّصدّي لها تارة بالسِّحرِ والشَّعوذةِ والكهانةِ، وتارة أخرى بالتّجربةِ والبحثِ فتوصَّل إلى عدة أساليب في معالجةِ الأمراضِ النّفسيّةِ مستفيدًا من تجاربه وتجارب الآخرين. ولكن برغم هذه المحاولات بقيَ الجزء الأكبر من علم الطّبّ النّفسيّ حبيس الأسطورةِ والشَّعوذةِ إلى أن وصل هذا العلم إلى ديار حضارة الإسلام في العصر العبّاسيِّ حاملًا بين جنباته تجارب الأمم السَّابقة. سلطت هذه الورقة البحثية الضّوء على عدد من الأمراض النّفسيّة الّتي نجح أطبّاء العصر العبّاسيّ في تشخيصها وعلاجها ومعرفة سبل الوقاية منها بعد أن درسوا أسبابها، ولاحظوا التّغيُّرات التي أحدثتها في النّفس والجسم. وأظهرت النتائج أنّ أطبّاء المسلمين ولا سيما في العصر العباسي قد حازوا قَصَب السَّبق في شرح العديد من الأمراض النّفسيّة والعقليّة الوظيفيّة، وتجلّى إبداعهم في هذا الميدان بتأكيدهم مسألة تشابك الصِّحَّة النَّفسيَّة بالصّحّة الجسدية على أساس تشابك النّفس بالجسد، فركّزوا على دور العوامل النّفسانيّة في الصّحّة والمرض النّفسيّ والجسديّ، وعالجوا اضطراب الجانب الانفعاليّ في الشّخصيّة باستعمال الفكر والمعرفة إلى جانب تعديل السّلوك.

الكلمات المفتاحية: أطبّاء المسلمين، أمراض نفسيّة، سوداوي، طبائع الأمزجة، العصر العبّاسيّ، الماليخوليا.

Title

Mental Illness in the Arab-Islamic medical heritage- The Abbasid era as an example

Maha Abdel Qader Zakaria1*

[1] Ph.D. in Islamic History, Qassim University, Buraidah, Saudi Arabia

Abstract

Since the dawn of history, humans have attempted to identify the various mental disorders they have suffered from and find ways to treat them, sometimes via magic and religious practices, and at other times via experimenting and research. However, most psychiatry was mainly dominated by myth and sorcery until the time of the Islamic Civilization during the Abbasid dynasty, when they started benefiting from findings of former civilizations and developing it further and vastly freed it from magical superstitions. This paper sheds light on a number of mental disorders, which the Abbasid physicians succeeded in diagnosing, treating, and knowing ways to prevent them, after studying their causes and noticing the changes they caused in the soul and body. The results showed that Muslim physicians took the lead in explaining many psychological and functional mental illnesses. Their creativity in this field was evident in their emphasis on the correlation of mental health with physical health on the basis of the intertwining of the soul with the body. They focused on the effects of psychological factors on mental and physical illness. They treated the emotional side of personality disorder via using thought and knowledge along with behavior modification.

Keywords: Muslim physicians, mental illnesses, temperaments, the Abbasid era, Malikholia

Received 29 August 2022; accepted 18 April 2023; published 15 June 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: Zakaria MAQ. Mental Illness in the Arab-Islamic medical heritage: the Abbasid era as an example. Arabian Journal of Scientific Research 2023:1.8. https://doi.org/10.5339/ajsr.2023.8

1- المُقدّمة

لما كانت مهنة الطّبّ من أسمى المهن الإنسانيّة لحاجة جميع النّاس إليها ولارتباطها الوثيق بصحّة الإنسان العضويّة والنّفسيّة، كتب عددٌ من المؤرّخين والباحثين من عرب ومُستشرقين في تاريخ الطّبّ العربيّ الإسلاميّ، ومنهم من استطاع أن يصل إلى نتائج قيّمة في هذا المجال، ولكن بقيت بعض فروع الطّبّ مثل (الطّبّ النّفسيّ) بحاجة إلى دراسات معمّقة، يبذل فيها الباحثون جهدهم وإمكاناتهم ويستقصون المصادر الأصليّة للوصول إلى نتائج مُرضية.

وبناءً على ذلك، طمحت الباحثة أن تكون في عداد هؤلاء الباحثين وأن يكون البحث الموسوم بـ «الأمراض النفسية في التراث الطبي العربي الإسلامي (العصر العباسي نموذجًا)» عملًا علميًّا جديدًا يضاف إلى الرَّصيد العلميّ للمكتبة العربيّة.

إنّ البحث في تاريخ الأمراض النفسية وإسهامات أطباء العصر العباسي في دراستها وتشخيصها دراسة شائِقة وشاقّة في آن واحد هي شائِقة؛ لأنّها تبعث الماضي وتسمح للباحث أن يتصور أبطاله بصور حيّة مكتملة الأوجه.

على أنَّ هذه النّظرة المتكاملة هي ذاتها الّتي جعلت من هذا البحث دراسة شاقّة؛ فلكي يصل الباحث إلى تكوين صورة عامّة عن إنجازات أطبّاء العصر العبّاسيّ في هذا الميدان ينبغي أن يُلمَّ بمظاهر الحضارة العربيّة الإسلاميّة كافّة في تلك الحقبة الزّمنية.

ويضاف إلى ذلك موضوع البحث الذي يغطي مدّة طويلة من العصر العبّاسي، فهذا يوقع على عاتق الباحث العودة إلى أنواع مختلفة من المصادر الأوّليّة سواء أكانت طبّيّة، أم تاريخيّة، أم جغرافيّة، أم فقهيّة، أم كتبًا في التّراجم، أم في وثائق برديّة؛ ذلك لأنّ كثيرًا من معلومات هذا البحث كانت مبعثرة في ثنايا المصادر العربيّة.

وإنْ كان البحث قد نهل مادته الرئيسة من المصادر الأوّليّة فإنّ ذلك لا يعني مطلقًا أنّه كان بمنأى عن الاستفادة من الدّراسات الحديثة وبخاصّة تلك التي بحثت في تاريخ الطّبّ النفسي (العربيّ- الإسلاميّ)، ومن الدراسات العربية الحديثة التي تطرقت إلى موضوع إسهامات علماء المسلمين في الصِّحَّة النَّفسيَّة نذكر منها:

- علم النّفس في التّراث العربي الإسلاميّ للزُّبير بشير طه، استعرض فيه الباحث إنجازات العديد من أطبّاء المسلمين وفلاسفتهم في علم النّفس مثل: تسليطه الضوء على آرائهم في الاضطرابات النّفسيّة، والعقليّة، والتّعليم، والذّكاء، ودراسة الجهاز العصبي عند الإنسان.
- علم النّفس التّجريبي في التّراث العربي الإسلامي لعمر هارون خليفة وهو من الكتب المهمة لدراسة تاريخ الطّبّ النّفسي العربي لِما اتّسم به المؤلف من دقة علميّة ورؤية موضوعيّة في عرضه للمعلومات.
- لمحة موجزة عن تاريخ الطب النفسي في بلاد المسلمين لطارق الحبيب وهو كتاب مختصر قليل الكم غير أنه يحتوي على مفاتيح مهمة للباحث في تاريخ الطب النفسي العربي الإسلامي.
- موسوعة علم النّفس في التّراث الإسلاميّ لمجموعة من المؤلفين، وجاءت في ثلاثة أجزاء سلّطت الضّوء بصورة مفصّلة عن إسهامات علماء المسلمين في تطوّر علم النّفس وما وصلوا إليه من آراء ونظريّات طبّيّة وفلسفيّة، وما يميّز هذه الموسوعة هو ربط إنجازات علماء المسلمين في هذا الميدان مع علم النّفس الحديث.

إنَّ محاولة استقراء إسهامات أطباء العصر العباسي في تقدم علم الطب النفسي وما يتعلّق به من دراسةٍ لمفاهيم النّفس، ما بين رسالة الدّين الإسلاميّ السائدة في المجتمع العباسي ونظريّات الطّبّ (الإغريقيّة) المعروفة آنذاك قد تبدو للنّاظر العابر أنّها على قدر من التّباين وحظٍّ من التّنافر، وهي على خلاف ذلك.

فلا ريب أنّ الإحساس بجوهر المشكلات وإدراك ما بينها من صلاتٍ يساعد الباحث على معرفة الجامع الّذي يجمعها، فيرتفع بها جميعًا إلى مشكلة جوهريّة واحدةٍ، ومشكلة البحث الجوهريّة هي: الحضارة العربيّة الإسلاميّة نفسها ماذا أضافت حضارة المسلمين للحضارة الإنسانيّة في ميدان الصِّحَّة النَّفسيَّة؟!

لقد كان في اتّصال العقل البشري (الحديث) خلال هذه الرحلة المعرفية بأكبر عقول العصور الوسطى، أطبّاء العصر العبّاسيّ فرصة له للارتفاع إلى مستوىً من التّقدير للتّراث الطّبّيّ الإسلاميّ في علم الصِّحَّة النَّفسيَّة وأن تكبر لديه قيمة الإنسان وهو يسبر تاريخه ويقرأ تجاربه، ويتعرّف على الخرافات الّتي وقع فيها، وهو يحاول تحليل ما يعتريه من اضطرابات نفسيّة، وحتّى تلك الخرافات ستزيده احترامًا وتقديرًا لتاريخ الإنسان إذ هي محاولاته المتكرّرة لفهم ذاته.

إنّ هذه المحاولات بكلّ ما فيها من علم وخرافة كانت دليلًا على أنّ الإنسان ليس محكومًا بالضّعف والتّبعيّة، أو سجين بوتقةٍ اجتماعيّةٍ تحكمه فيها التّصوّرات والمفاهيم الشّعبيّة، وأنّ الإنسان يستطيع بكلّ الظّروف المحيطة به أن يقدّم كلّ ما هو خاصّ به ويخرجه للملأ، وألّا يستسلم لإغراءٍ مُفاده أنّ جهلنا هذا سيبقى ويحكمنا!

فها هو تاريخ الإنسان يروي كيف انتقل بفكره من السّحر إلى العلم ومن الخيال إلى التّعقّل ومن النّجامة إلى الفلك، ومن ذكاء الكِهانة إلى ذكاء الإحساس (الفِراسة) ومن النّقل إلى الإبداع.

وعلى هذا، فقد هدف هذا البحث إلى تسليط الضوء كيف أنّ الحضارة العربية الإسلامية حفظت للعالم تراث الأقدمين في علم الصحة النفسية، وزادت عليه ابتكارًا وإبداعًا في شرح وتفصيل الحديث عن الأمراض النفسية المعروفة آنذاك، فقدّمت للبشريّة تصوّرًا علميًّا جديدًا عن الإنسان الّذي بدأت تتّضح ملامحه من بعد تنزيل (القرآن الكريم) على النّبي محمّد (ﷺ) وما حمله من إشاراتٍ صريحةٍ عن حقيقة النَّفس وكيفيّة خلق الأبدان ومنحها الرُّوح، وعن القُوى النّفسيّة المدرِكَة (الحواسُّ الخمس) وما يصيب النّفس من همٍّ وحزن، فكوّن هذا قاعدة مهمّة للانطلاق نحو دراسة عمليّة علميّة لنفس الإنسان وصحّته النّفسيّة.

ومما لا يفوت ذكره في هذا المقام أنّ الدّين الإسلاميّ لم يزوّد العرب بوجهة نظر دنيوية متماسكة تمكّنهم من السّموِّ على القيود الضّيقة لوجودهم القبليّ فقط وإنما دفع بهم بقوّةٍ إلى المسرح الثّقافيّ فباتوا أمام تحدٍّ كبيرٍ يتمثّل في الحاجة إلى التّوفيق ما بين رسالة الإسلام والمعارف الدّنيويّة، سيّما وقد فُتحت أمامهم الكنوز المذهلة من معارف الحضارات القديمة.

ومن الثّابت أنّ جميع العلوم لها خيط ناظم يربطها فيما بينها وتستفيد الأمم من نقل العلوم بقدر ما يسمح به نموها المعرفي ونضجها الفكريّ، وهذا يعني أنّ الفكر العربيَّ لم يكن أرضًا جرداء حتّى جاءه العلم اليونانيُّ وغيره فزرع حقوله!

وإنّما استعداد العرب الفكريّ والنّفسيّ جعلهم أهلًا لاستقبال العلوم الأخرى وبخاصة العقليّة منها، فقد كان اطلاع علماء المسلمين على نظريّات فلسفيّة قديمة في هذا المجال دافعًا لأن تنال الدّراسات النّفسيّة في الفكر الإسلاميّ أهمّيّة بالغة لارتباط النّفس عندهم بجوهر الإنسان، وهنا حصل التّداخل العميق بين علم النّفس وعلم الطّبّ، وكان لذلك أثره الكبير في أن تشهد الحضارة العربيّة الإسلاميّة قفزات مهمّة في الشِّفاء النّفسيّ، فقد أثارت هذه الأمور بكُلِّيّتها ملكة التّفكير عند أطبّاء المسلمين في موضوع الصِّحَّة النَّفسيَّة.

وهنا يمكن القول إنّ انتفاضة العرب الفكريّة والقفزة العلميّة الّتي حقّقوها في علاج الأمراض النفسانية، قد تمّت نتيجة لعدة عوامل منها:

احتكاكهم بالثّقافات الأخرى وبخاصة اليونانيّة القائلة بنظريات الأخلاط والطّبائع والأمزجة في علم الطّبّ الّتي تبنّاها عددٌ كبيرٌ من أطبّاء المسلمين.

إلى جانب ذلك، ما شهده العصر العبّاسيّ من نشاطٍ كبيرٍ لحركة الترجمة، ويعود ذلك إلى سياسة الدّولة الدّاعمة للانفتاح الثّقافي بين الحضارات وبخاصة مع البلدان الّتي فتحها المسلمون وامتزجوا بشعوبها واطّلعوا على ثقافتها، فأدركوا عندئذ أن لا قِبل لهم بمنافسة هذه الشّعوب وقيادتها إلّا باقتباس جذوة من نورها، فبدأت رحلة التّرجمة العبّاسيّة رحلة طويلة ماتعة حافلة بالإنجازات، يعود تاريخها إلى نحو منتصف القرن الثّاني الهجري/الثّامن الميلادي، واستمرّت بنشاطها اللافت حتّى نهاية القرن الرّابع الهجري/العاشر الميلاديّ، وخلال هذه المدّة نُقل عدد كبير من كتب الطّبّ والفلسفة من اللّغات: اليونانيّة والفارسيّة والهنديّة إلى اللّغة العربيّة.

لقد بات جليًّا للمسلمين في ذاك الوقت أنّه من أجل بناء صرح الحضارة العربيّة الإسلاميّة الّذي بدأ يتراءى أمام أعينهم، لا بدّ من أن تتحطم الخلافات والنّزاعات الفكريّة والمذهبيّة وكان لتبني الدّولة العبّاسيّة هذه السّياسة؛ ما جعلها أكثر قدرة على رسم حدود أخلاقيّة واضحة بين خصوصيّات الأقلّيّات من جهة والمجتمع من جهة أخرى، فنجدهم قد أوكلوا مَهمّة قيادة (رحلة التّرجمة) إلى خيرة علماء الدّولة وأطبائها وفلاسفتها من مختلف المذاهب والجنسيّات ولم يلتفتوا إلى مُعتقد المترجم أو الطبيب بقدر ما التفتوا إلى كفاءته، بل كان سيّد الموقف مقصد واحد عظيم هو خدمة حركة التّقدّم العلميّ في الدّولة الإسلاميّة.

وهذا الكمّ الغزير من الكتب المترجمة عن مختلف الحضارات والثّقافات أدى دوره في إبراز جيل فريد من الأطبّاء في العصر العبّاسي تمكّنوا من أن يُخرجوا عقولهم من المعارف الطّبّيّة المغلوطة والمألوفة سابقًا إلى فهمٍ عميقٍ لعلوم الأوائل وكذلك إلى تصحيح ونقد العديد من نظرياتهم، ولعلّ أبلغ برهان على هذا ما فعله الرّازي (313هـ/925م) في كتابه (الشّكوك على جالينوس) والحسن بن الهيثم (نحو 432هـ/1040م) في كتابه (الشّكوك على بطليموس)، فلم تغشَ أبصارهم غاشية صيت ذائع ولم يدخل الوجل إلى قلبهم اسم كبير فيرهبهم فأدهشوا العالم بحريتهم العلمية الموضوعيّة التي ظهرت بوضوح في مرحلة التّأليف في علم الطّبّ فبدأ أطبّاء المسلمين - أول الأمر- بوضع الرّسائل والكُنّاشات الطّبّيّة المختصرة ثمّ عكفوا على كتابة المطوّلات، ومنهم من صاغ معلوماته الطّبّيّة في قالب شعري محكم (الأراجيز) فزَها تراث الحضارة الإسلامية وازدان بمؤلفات طبّيّة لا مثيل لها آنذاك لا سيما في ميدان الصحة النفسية، ومن هذه المؤلفات: (دفع الأحزان) للكندي (نحو 252هـ/866م) و(مقالة في الماليخوليا) لإسحاق بن عمران (نحو 295هـ/906م) و(الطب الروحاني) للرازي و(مصالح الأبدان والأنفس) لأبي زيد البلخي (322هـ/934م) و(أحوال النّفس) لابن سينا (428هـ/1037م).

وجميع ما سقناه لتأكيد أنّ التّيّار الحضاريّ- الثّقافيّ يتخذ مسارًا واحدًا؛ هو التّفاعل بين الحضارات ليحصل الإنسان على ما يسدُّ به حاجاته الرُّوحيّة والماديّة، فلا يمكن أن تنشأ حضارة بمعزل عن غيرها من الحضارات ودون أن تتفاعل معها تأخذ وتعطي، وبذلك تكون الحضارات الإنسانيّة على مرِّ العصور كُلًا مُتماسكًا، فالتّأثير والتّأثر هو نتيجة طبيعيّة للاحتكاك الثّقافي بين الشّعوب.

ومن ذلك يمكن القول إنّ تأثّر العلوم العربيّة في الصّحّة النّفسيّة بعلوم الحضارات الأخرى لم يكن من مُنطلق أنّها ثقافة مقصورة على الإنتاج والإبداع أو أنّها كانت مُتلقّية بطريقةٍ سلبيّةٍ، بل هو دليلٌ على قوّة الثّقافة المؤثّرة، وحيويّة الثّقافة المتأثّرة.

فقد بلغ النّشاط العلميّ في الدّولة العبّاسيّة شأوًا بعيدًا من التّقدّم، وإنّ أفكارًا علميّة عن النّفس الإنسانيّة وخصائصها وأمراضها وسبل علاجها أخذت طريقها نحو النّضج والاستيعاب في أذهان الأطبّاء فأخذوا يضعون عليها الشّروحات ويبتكرون وينقدون ويزيدون على ما جاء فيها فانتقلوا في تلك الحقبة من مرحلة التّرجمة والجمع والتّحليل والتّصحيح إلى مرحلة الإنتاج الشّخصي المبتكر-كما سيبيّن البحث- وممّا يُحسب للتّراث الطّبّيّ عند المسلمين تدوين الحالات المرضيّة التي تعكس التّجربة العمليّة الحيّة في الممارسة التّشخيصيّة والعلاجيّة؛ إذ إنّ علماء الإغريق بحثوا ونظّموا ووضعوا النّظريّات، ولكن روح الملاحظة الدّقيقة والتّجربة المستمرّة كانت غريبةً عن فكر الإغريق بعض الشّيء، على خلاف علماء المسلمين الّذين برعوا في العلم التّجريبيّ، ويعود الفضل إليهم في تعريف أوروبّا والعالم كلّه به.

وأخيرًا، تجدر الإشارة إلى أنّ البحث في تاريخ الأمراض النفسية في التراث الطبي العربي الإسلامي خلال الحقبة المحدّدة لم يكن الهدف منه استقصاء جميع الأمراض النفسية وإسهامات أطباء العصر العباسي في هذا الميدان لأنّ ذلك تعجز عن استيعابه صفحات البحث ولذلك حاولتِ الباحثة قدر جهدها رسم الخطوط العريضة وإعطاء صورة عامّة لأبرز وأكثر هذه الإسهامات أهمّيّة في تاريخ الطّبّ النّفسيّ العربيّ. وترجو الباحثة أن تكون قد وفّقت بما بذلته من جهدٍ لإخراج هذا البحث على وجهٍ مُرضٍ وإن كان فيه ما يَقصر عن الهدف فتأمل أن يكون في محاولاتها القادمة ما يعوِّضه.

2- نظرة على تاريخ الطب النفسي قبل العصر العباسي

إنَّ الحديث عن تاريخ الأمراض النفسية في التراث العربي الإسلامي ومدى إسهام أطبّاء العصر العبّاسيّ في تقدم علم الطب النفسي يتطلّب أولاً، ولكي يُفهم بصورة صحيحة، الإشارة إلى بداءات بعض النّظريّات الطّبّيّة-النّفسيّة الّتي سادت قبل الحقبة المراد دراستها.

عَرَفَ الإنسان الألم النّفسيّ منذ عصور التّاريخ المبكّرة وحاول انطلاقًا من معتقداته الرُّوحيّة وفلسفته الاجتماعيّة تفسيرها وعلاجها، فعزا سببها إلى أنّ قُوىً خفيّة موجودة في الكون تتفاعل مع عناصرَ داخل جسم الإنسان فتؤثّر في سلوكه وتُحدث له عذابًا روحيًّا.[1]

ومع استقرار الإنسان في القرية واهتمامه بزراعة الحبوب والكروم والنّخيل وتكديس بيادرها وتعرّضها للأمطار وتخمّرها، اكتشف الكحول في الألف السّادس قبل الميلاد بوصفه أوّل دواء مهدّئٍ للإنسان يخفّف عليه ما يعانيه من قلقٍ وخوفٍ وحزنٍ بسبب التّنافس على الأرض الخصبة والمياه العذبة أو بسبب ما يصيبه من كوارث طبيعيّة.[2]

وما إنْ ظهر الدّين البُدائيّ في عقيدة الإنسان حتّى بات يعتقد أنَّ سبب حدوث الأمراض هو غضب إلهيّ يحلّ على الإنسان بسبب خطأ ارتكبه أو تقصيرٍ في أداء واجباته التّعبّديّة فتأمر الآلهة بسبب آثامه إحلال لعنة المرض عليه، ولكن إذا ما استُرضيت بالصّلوات والقرابين فإنّها تشفي المريض وتمنّ عليه بالعافية.[3] هذه الأفكار كانت شديدة القدسيّة والتّأثير في الشّعور الإنسانيّ لما تُحدث فيه من تأنيبٍ أو راحةٍ، ومن أجل هذا نصَّب كهنة المعابد أنفسهم وسطاء بين الإله والمريض وراحوا يمارسون طقوس التّعبّد على أنّها العلاج المناسب للاضطرابات النّفسيّة.[4]

وعليه، فلا عجب أنَّ العلاج بالسِّحر عند البابليّين كان مشروعًا لا يتصدَّى له الحكّام، بلْ وجدوا فيه تعاونًا طبّيًّا محمودًا من السَّحرة لحماية وشفاء المواطنين من الأمراض فنظروا إلى المرض على أنّه علّة روحيّة وعلى هذا وجب أن يكون العلاج عملًا روحانيًّا أيضًا.[5]

أمّا الإغريق فلم يكونوا عن هذه الطّقوس العلاجيّة ببعيدين، فقد اعتقدوا أنَّ المرض من عمل الشّيطان الّذي يتلبّس بالبشر وبصورةٍ خاصةٍ أصحاب المرض النّفسيّ والعقليّ وقالوا بألُوهيّة مرض الصَّرع[6] وأطلقوا عليه اسم المرض المقدَّس[7] لِما له من أعراضٍ لا تشبه الأمراض الأُخرى[8] واعتقدوا أنَّ

من يعاني من اضطرابٍ نفسيٍّ، ما هو إلّا شخص تسكنه أرواح شرّيرة تتصارع باستمرارٍ مع روحه وجسده ولذلك كان يعالج المريض بالقسوة والضّرب لتُطرد هذه الأرواح من جسده[9] ويترافق مع ذلك تلاوة الصّلوات والتّعويذات وتقديم الأضاحي لإله الطّبّ.[10]

وبعد أن بقي الإنسان قرونًا طويلة يبحث عمّن يسجد له ليخلّصه من آلامه النّفسيّة حصل تحول فكري حين كشف علماءٌ من الإغريق خطأ التّصوّرات الخرافيّة للمرض النّفسيّ فوضعوا أُسسًا لدراسة علم الطّبّ تعتمد على الملموس والمعقول لا على الحَدْس والخيال وعملوا على تنقيته من أجواء الهياكل والمعابد المشبعة بالأسرار والألغاز ووضعوا لعلاج المرض النفسي تفاسيرَ تنسجم مع الطّبيعة وتخضع لقواعد المنطق والتّجربة.[11]

وكان من أوائل من نادى بذلك الفيلسوف والطّبيب الإغريقيّ أبقراط (460-370ق.م) الّذي عكف على دراسة النّفس البشريّة لكشف أسرارها وفهم آليّتها فتوصل إلى أنّه من الدّماغ تنبثق متع الإنسان ومباهجه، وتصدر عنه أيضًا آلامه وأحزانه وهو يفكّر ويبتكر بصفةٍ مميّزةٍ من خلاله.[12]

بحث أبقراط في أسباب حدوث الصّرع وأسقط عنه اسم المرض المقدّس وتعمّق في دراسة الكآبة الّتي عرفت في كتبهم باسم ماليخوليا (Mélancolie)[13] وهذا المصطلح يُحيل البحث إلى نظريّة الطّبائع الأربعة لجسم الإنسان وهي: اليبوسة، والرّطوبة، والحرارة، والبرودة وتعرف بالأركان أو العناصر،[14] ثمّ أعقبتها نظريّة الأخلاط الأربعة وهي: الدّم، والبلغم،[15] والمِرّة السّوداء،[16] والمِرّة الصّفراء[17] وتعرف بالأمشاج.[18]

وجاء أوّل شرحٍ لنظريّة الطّبائع في رسالة أبقراط (طبيعة الإنسان)[19] فوجد أنّ كلّ ما في الجسم الإنسانيّ يتواصل بنظامٍ متكاملٍ متناغمٍ يعمل تحت إمرة الدّماغ وله علاقة تجاوب وانسجام مع الطّبيعة، فإذا اختلّ توازن الأخلاط داخل الجسم حدث المرض، وإذا اختلّ التّوازن بين طبيعة الإنسان والبيئة الخارجية حدث المرض كذلك، وأنّه «لو خُلق الإنسان من طبيعةٍ واحدةٍ لما مرض أحد لأنّه لم يكن هناك شيء يضادّها فيمرض».[20]

ومن بعد أبقراط جاء الطبيب جالينوس (201م) واستكمل هذه النّظريّات بالحديث عن ضرورة تحقيق التّوازن بين الأمزجة الأربعة[21] وهيَ: البلغمي، والدّمويّ، والصّفراويّ، والسّوداويّ.[22]

واعتمادًا على ما سبق، قسَّمَ علماءُ الإغريق سلوك الإنسان إلى أنماطٍ محدّدة وفقًا لأيّ خلط هو الغالب في جسمه، فقالوا: هذا بلغمي (أي رضي الخُلُق) وذاك دمويّ (أي سريع الانفعال والغضب) أو سوداويّ (أي السّاكت السّاهي) أو صفراويّ (أي الضّاغن الحاقد).[23] (شكل 2).

ويُفهم من هذه النّظريّات أنّ الصّحّةَ حالة من التّناسق والتّناسب بين النّفس والجسد، والمرض يحصل بنتيجة اختلال التّناسب إفراطًا أو تفريطًا ولهذا وجب على الإنسان أن يوفّر لنفسه الرّاحة الجسديّة والنّفسيّة ليتسنّى للطّبيعة تحقيق قوّتها الشّفائيّة بإعادة التّوازن إليه.[24]

هذه الأفكار الجديدة عن النّفس الإنسانيّة بدت للمجتمع حينها غريبة وبلا معنى فكان من الطّبيعي رفضه لهذا الوعي الجديد، والنّظر إليه على أنّه أفكارٌ عاصيةٌ لمعتقداتهم، وهذا ما أعاق انتشار هذه النّظريّات الطّبّيّة الجديدة وتطويرها، فعاد وتغلّب الطّبّ الدّينيّ-التقليدي على الطّبّ الدّنيويّ مرّة أخرى ولا سيما في أوروبا العصور الوسطى.[25]

أمّا في بلاد المشرق فقد أُستكمل دين الحقّ من عند الله ببعثة النّبي محمّد (ﷺ) وحمله لرسالة الدّين الإسلاميّ والّذي جاء منسجمًا مع العقل والحكمة، فكان له دورٌ كبيرٌ في تغيير نظرة النّاسِ للنّفسِ الإنسانيّةِ بمحاربته للخرافات، والدّعوة إلى الممارسة الطّبّيّة القائمة على القياس والتّجربة. فجعل حفظ صحّة الجسد والنّفس أمانة والتّداوي وجه من أوجه حفظ هذه الأمانة، وبهذا يكون الدّين الإسلامي قد فتح الباب على مصراعيه لطبٍّ نفسانيٍّ قائمٍ على القياس والمحاكاة العلميّة لا على الشّعوذة واستخفاف العقول فحارب خرافات الجاهليّة، وجعل الطِّيَرَة والتّمائم من الشّرك[26] وكفَّر من استشار عرّافًا أو كاهنًا[27] أو توجّه لغير الله تعالى[28] فأسهم بذلك في بلورة مفاهيم إنسانيّة جديدة تجاه المريض النّفسيّ تضمّنت التّكريم والاحترام. وأرشد النبي محمد (ﷺ) إلى قاعدةٍ علميّةٍ مهمةٍ لتحرير عقل الإنسان من سيطرة عقليّة الخرافة الكهنوتيّة «أَنْتُمْ أَعْلَمُ بِأَمْرِ دُنْيَاكُمْ»[29] وبهذا القول الكريم لم يدع مجالًا لتدخّل المشعوذين في علاج الأمراض باسم الدّين.

لقد بدا التّنوُّر واضحًا في روح الرِّسالة الإسلاميَّة، وكان لانتشارها وتداخلها مع معارف وفلسفات الحضارات الأخرى الأثر البارز في تقدّم الطّبّ النّفسيّ بخطوات علميّة ليصبحَ الطّبّ عِلمًا منظّمًا في بغداد في كنف العبّاسيّين، بعد أن اتّبع في تطوُّرِهِ القوانين الطّبيعيّة والتّسلسل المنطقيّ. فلم يقف أطبّاء المسلمين عند حدود ما عند الأمم السّابقة من علوم طبّيّة ولا عند حدود التوصيات النّبوية في الطب، بل أدركوا أنّ العلوم الدّنيويّة والطّبّ النّفسيّ أحدها تحتاج إلى دوام البحث والنّظر ليغوصوا بمهارةٍ في أعماق النّفس الإنسانيّة، وفي ذلك تطبيقٌ عمليٌّ لهدي الإسلام الدّافع دومًا للاستزادة من كلّ ما هو نافع ورفض العبوديّة الفكريّة والبحث الدّائم عن الحكمة أينما وُجدت.

3- المرض النّفسيّ من منظور أطبّاء المسلمين

تَعرّض الإنسان منذ أن وجد على سطح المعمورة لأمراضٍ نفسيّةٍ كثيرةٍ ومتنوعةٍ، منها ما نجح القدماء في تشخيصها وعلاجها بعد أن عرفوا مُسَبّباتها، ومنها ما نجحوا في تشخيصها، ولكنّهم أخفقوا في علاجها ومعرفة أسبابها، ومنها ما لم ينجحوا في تشخيصها ولا علاجها ولا معرفة أسبابها.

سنسلط الضوء في الصفحات الآتية على بعض الأمراض النّفسيّة الّتي نجح أطبّاء المسلمين في تشخيصها وعلاجها ومعرفة سبل الوقاية منها بعد أن درسوا أسبابها ولاحظوا التّغيُّرات الّتي أحدثتها في النّفس والجسم.

وإذا ما رمنا بمطلبنا فوزًا فيجدر البدء بتعريف المرض النّفسيّ، ثمّ دراسة الأسباب العامّة لحدوثه وكيفيّة حدوثه داخل جسم الإنسان من منظور أطبّاء المسلمين خلال مدّة البحث.

3-1 تَعريف المرض النّفسيّ

عُرّف المرض بأنه حالة تجعل العضو عاجزًا عن أداء وظيفته التي يختصُّ بها، أو أنّه يقدر على أدائها قدرة ضعيفة.[30] أما المرض النفسي فقد عرفه البلخي بأنه هيجان القوى النّفسانيّة (الحواس) في جسم الإنسان،[31] وضمن هذا النطاق عرفه ثابت بن قرة بأنه حال خارج عن الحال الطّبيعي للإنسان وهو مضر بأفعاله.[32]

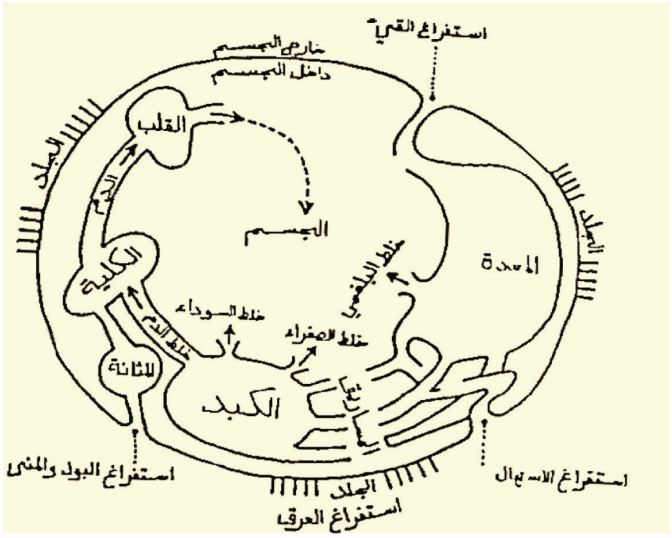
3-2 أسباب المرض النّفسيّ

أسبابٌ تمهيدية

- أسبابٌ داخليّةٌ وتُعْرف بـالأسباب الستّة: الهواء، والمكان، الطّعام، والشّراب، الحركة، والسُّكون، النّوم واليقظة. الأسر والانحِباس (حصر البول والإمساك). الاستفراغ بأنواعه (التّعرّق، القيء، الجِماع، الإسهال، التّبوُّل، والتّغوُّط). (شكل 1) والانفعالات النّفسانيّة المؤقّتة (الفرح، الغضب، الفزع، الغمّ).[33]
- أسباب خارجيّة (حوادث ومؤثّرات خارجيّة): مثل الجروح والكسور.[34]

أسبابٌ حاسمة

تكمن في تفكير الإنسان الخاطئ وما يتبعه من تصوّرات منحرفة وهو بذلك المسؤول الأوّل عن حدوث المرض النّفسيّ.[35]



شكل1. الأخلاط والفضلات في جسم الإنسان بمفهوم أطباء المسلمين[36]

3-3 كيفيّةُ حُدوث المرض النّفسيّ داخل جسم الإنسان

انطلق أطبّاء المسلمين لفهم آليّة حدوث المرض النّفسيّ من فكرةٍ إغريقية مُفَادها أنّ جسم الإنسان مزيج من مقادير معيّنة من الاستقصات: الماء والهواء والنار والأرض،[37] (شكل 2) وأنّ حالة النّفس والجسد في تناسب وتناسق، والمرض يحصل عمومًا نتيجة اختلال التّناسب إفراطًا أو تفريطًا، فإذا اختلّتِ النِّسب في أخلاط جسم الإنسان وحصل اضطرابٌ في وظائف أعضائه سبّبَ ذلك مرضًا في الجسم أو النّفس أو في كليهما (نفسجسمي)، وإن عادتِ النسب إلى حالتها الطّبيعيّة زال المرض وعادتِ الصّحّة، ومهمّة الطّبيب إعادة التّناسب بين الأخلاط وتحقيق التّوازن بين النّفس والجسد .[38]

وأطلق الأطبّاء على حالة اختلال نسب الأخلاط مصطلح (المِزاج)[39] ووجدوا أنَّ لمزاج كلّ إنسان طابعًا خاصًّا على جسمه فاعتمدوا تقسيم الإغريق لطبائع الأمزجة إلى: البلغمي، والدّمويّ، والصّفراويّ، والسّوداويّ.[40] (شكل 3).

شكل 3. يوضح أنواع طبائع الأمزجة عند أطبّاء المسلمين[41]

بمعنى أنَّ الإنسان السّليم هو من تعادلت فيه تلك العناصر الطّبيعيّة وإن اختلفت كمّيّتها أو بكيفيّة الامتزاج فيما بينها اختلف تبعًا لذلك مزاج الشّخص وفقد عافيته ويكون بذلك خارج الاعتدال ويتطبّع مزاجه بطبائع تتناسب مع طبائع عناصره الغالبة.

شكل 2. يوضح مفهوم طبائع الأمزجة عند أطبّاء المسلمين[42]

وجميع ما سقناه لتوضيح أنّ المرض النّفسيّ يحدث إذا فسدتِ المِرّة السّوداء أو هاجت، فيحدث نتيجة لذلك اختلال في مقادير المادّة في الجسم،[43] فإنّ علّة الماليخوليا –على سبيل المثال- تحدث نتيجة تغلّب الخلط السّوداويّ وزيادته في الدّم وذلك لعجز الطّحال عن امتصاصه فيصاب الإنسان حينذاك بحالة مرضيّة نفسيّة تصيبه باضطرابات في تصرّفاته الشّخصيّة.[44]

ومن الضروري أن يذكر في هذا النطاق خروج بعض الأطباء عن نظريّة الأخلاط،[45] مثل الطبيب محمد التميمي (390هـ/1000م) الذي عارض أن يكون سبب حدوث الأمراض ناتجًا عن اختلال في توازن الأخلاط وبيّن أنّ سببها خمائر تدخل الجسم مع استنشاق الهواء وتستقر فيه إلى أن تتوافر لها الظروف المناسبة (فصول السّنة) لتنشط وتسبب العفونة (الأمراض)، وما مسألة توافق الأمزجة وتعاكسها إلّا عامل مساعد فقط على ظهور المرض أو عدم ظهوره.[46]

وكان يستدلُّ على الإصابة بالمرض النّفسيّ (غلبة السّوداء وهيجانها) من عدّة علامات تظهر في الجسد والنّفس مثل: خضرة لون الجسم أو سواده وسواد الشّعر، وكثرة الحزن والأمراض وطول الفكر وبرد الجسد، ويبس العين والمنخرين، وحموضة الفم ويبسه، وصغر نبض العروق وأن يرى المصاب في منامه الكوابيس مع ما يعتريه من فتور شهوة الجماع.[47]

وهنا لا بدَّ من الإشارة إلى أنَّ تشخيص الأطبّاء للمرض النّفسيّ في تلك الحقبة كان أكثر صعوبة من تشخيص المرض العضويّ، وكان يعرف الطّبيب الحاذق من دونه بتحقُّقه من توازن الأخلاط الأربعة في الجسم وتأمل أحوالها وما يحدث مع كلِّ واحد منها عند خروجه عن الاعتدال في كمّيّته وكيفيّته وإعادته إلى سلامته. لهذا كان من الضَّروري على الطَّبيب أن يكون على معرفة بطبائع الأبدان واختلاف حالاته وطبائع الأسباب المغيّرة له وطبائع الأمراض واختلاف حالاتها.[48]

إنّ هذه المعرفة كانت بمنزلة الأسس الّتي بنوا عليها معرفتهم في علم الصّحّة النّفسيّة التي جعلتهم أكثر قُدرة على التّشخيص وتحديد الأسلوب العلاجيّ المناسب لمختلف حالات المرض النّفسيّ. في هذا الصدد، يقول الطبيب والفيلسوف مسكويه (421هـ/1030م) «علينا أن نتفقد مبدأ الأمراض إذا كان من نفوسنا، فإن كان مبدؤه من ذاتها كالفكر في الأشياء الرّديئة وإجالة

الرأي فيها كاستشعار الخوف والخوف من الأمور العارضة والمترقبة والشهوات الهائجة قصدنا علاجها بما يخصها، وإن كان مبدؤها من المزاج ومن الحواس كالخور الذي مبدؤه ضعف حرارة القلب مع الكسل والرفاهية، وكالعشق الذي مبدؤه النّظر مع الفراغ والبطالة قصدنا علاجه أيضًا بما يخصه».[49]

4- أنواع الأمراض النّفسيّة

4-1 الأمراض النّفسيّة (العُصابيّة Neuroses)

4-1-1 الانفعالات النّفسيّة المؤقّتة

إنّ التّعبير عمّا يجول في العقل والنّفس من أفكار ومشاعر ضرورة للإنسان لكي ينجح في تواصله مع الآخرين ونقل عواطفه وأفكاره إليهم. إلّا أنّ المعاني قد تكون أحيانًا أعمق وأوسع من حدود الكلمات ولهذا يشعر الإنسان بعجزه عن التّعبير بالكلام فيلجأ إلى ابتسامة للتعبير عن سعادته أو دمعة تنهمر للتعبير عن حزنه أو هيجان للتعبير عن غيظه، وما ذلك إلّا محاولاته المستمرّة للتّعبير (مؤقّتًا) عمّا يجيش بداخله من أحاسيس وأفكار وتصوّرات.[50]

هذه الانفعالات النّفسانيّة المؤقّتة مثل الحزن، الخوف، الغضب درسها أطبّاء المسلمين على أنّها انفعالات عصفت بالإنسان فمنعته من السَّكينة والتّلذُّذ بمباهج الحياة والقيام بأعماله اليوميّة بصورةٍ جيدةٍ، وبيّنوا أنَّ هذه الانفعالات تجنح بالنّاس كافّة في حدود أقلّ أو أكثر في حدّتها ودوامها فتُصيبهم بالاختلال النّفسيّ المؤقّت.[51] ومن المفيد في هذا المقام تفصيل القول في أبرز الانفعالات النّفسانيّة المؤقّتة التي تَحدّث عنها أطبّاء العصر العبّاسيّ، ونذكر منها:

الحُزْنُ:

الحُزْنُ والحَزَنُ ضِدُّ السُّرُورِ.[52] واصطلاحًا هو ألمٌ نَفسانيٌّ عارض يقع لفقد محبوب أو فوت مطلوب، وسببه الحرص على الممتلكات الماديّة والشَّره إلى الشَّهوات الجسدية والحسرة على ما يفقده أو يفوته منها.[53] ويتّصل بمعنى الحزن عدة مرادفات تدلُّ على الحالة نفسها مع اختلاف بسيط في جوهرها، فالهمُّ والحزن معنيان قريبان إلّا أنّه يقال إن كان مصدر الألم فوت الماضي جلب الحزن، وإن كان مصدره خوف الآتي جلب الهمّ، و وأشار الطّبيب أبو زيد البلخي إلى أنّ هذين الانفعالين من «أقوى الأعراض النّفسانيّة، فإذا اجتمعا على الإنسان لم يبقيا له لذّة حياة ولا طيب عيش، وإذا زالا سعد بطيب عيشه وفاز بلذّة حياته».[54] أما الجَزَعُ فهو فرط الحزن وشدّته، ووصفه البلخي «بمنزلة النّار الملتهبة، والحزن بمثابة الجمر الباقي بعد سكون اللَّهَب».[55]

وكان من أطبّاء المسلمين من أكّد أنّ الإنسان هو الّذي يجلب لنفسه حالة الحزن وأنّ الحزن ليس ضروريًّا في حياة الإنسان، كما أنّه ليس طبيعيًّا في تكوينه وإنّ ما يصيب الإنسان من حزن هو مصدره. فالإنسان إذا فقد ملكًا أو طلب أمرًا ولم يجده لحقه الحزن؛ ولهذا كان على الإنسان النَّظر في حزنه فسيجد أنّ أسباب حزنه ليست ضروريّة لأنّ غالبيّة النّاس ليس لهم ذلك المُلك، ومع ذلك فهم لا يضعون أنفسهم في دائرة الحزن، والعاقل من ينظر إلى أحوال النّاس في الحزن وأسبابه ليعلم أنّه ليس يختصُّ من بينهم بمصيبةٍ أو محنةٍ غريبةٍ.[56]

ولهذا، قدَّم الكنديُّ (نحو 252هـ/866م) نصائح بالغة الأهمّيّة ليُغيّر الإنسان من أفكاره الخاطئة فيتفادى الوقوع في الحزن، ويُذكر منها:

- السّعادة والحزن مكتسبان؛ فالمكروه والمحبوب الحسّيّ ليس شيئًا في الطّبع لازمًا، بل بالعادات وكثرة الاستعمال، فينبغي على الإنسان ألّا يحزن على الفائتات ولا فقد المحبوبات، وأن يجمل نفسه بالعادة الجميلة.
- أن يحدّد الإنسان أسباب حزنه لتكون وسائل الشفاء منه ظاهرة له سهلة الاستعمال.
- أن يتذكّر المرء مُحزناته الّتي سلا عنها قديمًا والموازنة بينهما وبين محزناته الآن، سيجد أنّ المحزنات القديمة كانت أكبر ومع ذلك سلا عنها، ومن هذا يكتسب الإنسان قوة عظيمة على السلو.
- أن يتذكّر أنّ كلّ ما فاته وفقده قد فات آخرين وفقده الكثيرون وكُلّهم قَنِع بقوّته ولم يحزن فالحزن وَضْعٌ لا طَبْع.
- أن يتذكّر أنَّ الدنيا لم تخلُ ولن تخلو من المصائب لأنَّها ناتجةٌ عن الفساد، والفساد من طبائع الأشياء جميعها، ولن يسلم منها شيء أو فرد، ولا يعقل أن يطلب المرء شيئًا خارج الطَّبع.
- إنَّ تخيُّل ما لا يناله الإنسان وسيلته للتّغلُّب على الحزن النّاتج عن بعد مناله.
- ينبغي للمرء أن يتشاغل عن فقد شيء ما بتذكّر ما بقي له من ممتلكاته الحسّيّة والعقليّة، ففي ذلك سلوى عن فقد الشّيء المفقود.
- يُنصح أن يتمّ إصلاح النّفس وعلاجها من آلام الحزن بالتَّدريج، وذلك بأن يلزم الإنسان نفسه بالعادة المحمودة في الأمور السَّهلة أوّلًا، ثمّ يتدرج بها إلى الالتزام بالعادة المحمودة في الأمور الصّعبة، ثمّ يرقى بها بعد ذلك إلى الأمور الأصعب ويستمرُّ هذا التّدرج حتّى يصل إلى الأمور الّتي هي غاية في الصُّعوبة.[57]

الخوف (القلق النّفسيّ):

إنَّ أساس إحساس الإنسان بالقلق هو خوف من مجهول قد يهدّد حالة الاستقرار والأمن التي يعيشها،[58] ولأجل هذا اهتمّ أطبّاء المسلمين بدراسة هذا الانفعال وصنّفوه على أنّه إحدى الحالات النّفسيّة المرضيّة المؤقّتة التي تصيب الإنسان من شيء يفكّر فيه ويُرَوِّعُهُ تخيّله في نفسه، أو من شيء ينظر إليه فيهوله منظره، أو من شيء يسمعه لصوت شديد فلا يحتمل شدّته وجهارته، أو من خبر مكروه ومخيف يَرِدُ عليه فيرتاع لذلك وتتغيّر منه نفسه.[59]

وأُشير إلى أنّ القلق النّفسيّ من توقع مكروه وانتظار محذور مرتبط بأحداث مستقبليّة، وهذه الحوادث قد تكون عظيمة أو يسيرة وقد تكون ضروريّة أو ممكنة، والأمور الممكنة قد نكون نحن أسبابها وقد يكون غيرنا سببها، وجميعها لا ينبغي للإنسان العاقل أن يخاف ويقلق منها ويتعجّل مكروه التّألّم بها إذ قد تقع وقد لا تقع.[60]

وبعبارةٍ أُخرى، ينبغي أن يكون الخوف على قدر حدوث المكروه وأن يعلم الإنسان أنَّ الحياة لتطيب بالظّنّ الجميل والأمل القويّ وترك الفكر في كلّ ما يمكن ألّا يقع من المكاره. فقد يصل المرء بسبب خوفه الشديد من الإصابة بمكروه ما إلى الانتحار، مثلما فعل الثائر أبو الحسن بن يزيد[61] على أمير صقلية إبراهيم بن الأغلب سنة (285هـ/898م) إذ قتل نفسه بتناول كمية من السم خوفًا من عقاب ابن الأغلب.[62] أمّا العلاج المناسب عندهم لحالات الخوف فهو تغيير تفكير الخائف بتكرار الخبرات المفزعة عليه في ظروفٍ يجد فيها السّكينة والتّشجيع حتّى يعتاد عليها،[63] وهذا العلاج يعد نوعًا من أنواع العلاج السّلوكي الحديث.[64]

الغضب:

عُرِّف الغضب بأنَّه غليان دم القلب رغبة في الانتقام[65] وأنّه من أعراض قوى النّفس التي تتولّد من الغمِّ. ووُجد أنّ الغضب يبلغ في تهييج الإنسان وإقلاقه وإثارة الدَّم في جسده وتغيير لونه وتحريك جسده بالحركات المضطربة ما لا يبلغه غيره من أعراض النّفس حتّى يُخرجه إلى مثل صورة من فقد عقله (المجنون).[66]

وقد وصفَ مسكويه كيفيّة حدوث انفعال الغضب داخل الجسم بأنّه إذا حدث غليان في الدّم تأججت نار الغضب داخل الجسد وامتلأت الشّرايين والدِّماغ دُخانًا مظلمًا مضطربًا ويسوء منه حال العقل ويضعف فعله وتصير حال الإنسان عند ذلك مثل كهف مُلئ حريقًا وأضرم نارًا فاختنق فيه اللّهيب والدُّخَّان. وكلما علا التّأجُّج صعب علاجه وتعذّر إطفاؤه ويصير كلّ ما يدنيه للإطفاء سببًا لزيادته ومادّة لقوّته.[67]

ويكون الغضب من وجهة نظر أطبّاء المسلمين على وجهين: أحدهما يسمّى (الأَنَفة) ويكون بالحقيقة فضيلة لأنَّ النَّفس النَّاطقة (العقل) تستعمله لدفع أمرٍ ما، مثل: الغضب من الرَّذائل والميل نحو الفضيلة، وهذا يكون برويَّةٍ وفكرٍ وهو غضب العقلاء والعلماء، والآخر يسمّى (التَّهور) وهو رذيلٌ لأنَّ النَّفس البهيميّة تستعمله لطلب الانتقام ويكون بلا رويَّةٍ وفكرٍ.[68]

ومن المعلوم أنَّ النَّاس يتفاوتون في سرعة وَحِدّة الغضب بحسب المزاج، وهذا ما بيّنه أطبّاء العصر العبّاسيّ فوجدوا أنَّه إنْ كان المزاج حارًّا يابسًا كان أشبه بالكبريت الّذي إذا أدنيت منه الشّرارة الضّعيفة التهب، وأنَّ هذه الحالة المرضيّة - الغضب- تجلب لصاحبها إفساد العلاقة بينه وبين أهله وذويه وأصدقائه وكلّ من يتعامل معه، وتؤدّي إلى فقدان الثّقة في غيره من النّاس وبذلك يبتعد عن حالة السّرور ويكون صاحبها في حالةٍ من الحزن والاكتئاب، فإذا ثار الغضب حرَّك النّفس البهيميّة وردَّها إلى الحقد والانتقام وإلى التّشاغل بطلب الرّياسة وحبّ الغلبة والتّسلّط، وهذه كلّها من أغلاط النّفس.[69]

ومن سُبل الأطبّاء ليتفادى الإنسان الوقوع في هيجان الغضب أن يعتمد على تجنيد قواه الدّاخليّة والاستعانة بمصدر خارجيّ (مرشد نفسيّ)، ويكون ذلك بأن يختار لنفسه صفوة من خاصّته تعظه وتذكّره وتبصّره بفضيلة العفو والصّفح وما فيه من العاقبة الحسنة في العاجل وجزيل الثّواب في الآجله، فإنَّ ذلك ممّا ينتفع به الإنسان ويساعده في العلاج في حال غضبه واستشاطته وعجزه عن ضبط نفسه.

وضمن هذا النّطاق يقول البلخي: «فإنّ مثل ما يستقبل الغضب المهتاج به من المسألة والشّفاعة مثل ما يقابل به غليان القدر من ماء بارد يصب فيها فيسكن فورانها، ولم تزل من عادة الملوك الأفاضل أن يحضروا مجالسهم العامّة والخاصة من يوجبون لهم هذه الرّتبة فيعظّم انتفاعهم بها»،[70] ولعل هذا ما يفسر سبب تسمية الخليفة العباسي الموفق بالله (256-278هـ/870-891م) للطبيب يوحنا بن بختيشوع بـ (مفرّج كربي).[71]

أما الاستعانة بمصدر داخليّ فيكون عن طريق إعداد حيل فكرية ليستحضرها الإنسان بباله ويتّعظ بها، فقد أوضح الأطبّاء الأمور الّتي ينبغي للإنسان أن يفكّر فيها حتّى يتغلّب على الغضب مثل تفكره بالعواقب السّلبيّة الّتي تُصاحب الغضب الّتي تؤثّر سلبًا على جسده ونفسه، ولتفادي هذه العواقب يقدّم البلخي عددًا من الإرشادات، منها:

- أن يبادر الإنسان بكبح جماح الغضب من أوّله قبل أن يقوى الغضب، ومثله في ذلك مثل النّار التي تبتدئ في الإيقاد حيث يسهُل إطفاؤها بأيسر المؤنة فإذا تركت حتّى تعظم صعب إطفاؤها.
- أن يتذكّر عند إحساسه ببداية هيجان الغضب العواقب الوخيمة على جسده والّتي تصاحب شدّة الغضب وما يتْبعها من: الإحماء، والغيظ، والارتعاش، والقلق، وهذه الأعراض الرّديئة تهيّج أمراضًا يصعب عليه معالجته فيلحقه الأذى والألم أكثر من الشّخص الّذي أغضبه.
- أن يفكّر في عواقب الغضب الّتي لحقت بكثير من الملوك وغيرهم وما جرّه الغضب عليهم من أمور عادت بأعظم الضّرر عليهم في أمر دينهم ودنياهم فاستعتبوا ما لم ينفعهم من الحسرة والنّدامة.
- أن يستحضر فضيلة الحلم، وإنّها لمن أشرف المناقب الّتي وصف بها الملوك وسادات النّاس وعظماؤهم وأجلّها قدرًا.
- أن يتذكّر أن شدّة الانتقام وسرعة المؤاخذة ممّا ينفّر قلوب المرؤوسين الخدم والأتباع من رئيسهم، وقلوب الرّعيّة من الرّاعي وإن أظهروا له في ظاهرهم الخضوع والانقياد، إلّا أنّه يكسب الأحقاد والضّغائن في الباطن، وليعلم أنَّ استعمال العفو والتّجاوز عن الهفوات ممّا يُورِّث تحبيب الرّئيس إلى المرؤوسين، والملك إلى الرعية وإيداع قلوبهم المحبّة والشّفقة.
- تأخير إصدار الأحكام في حال الغضب، وعليه أن يلتزم الحلم والأناة وإرجاء الحكم حتّى يهدأ ليبلغ ما أراده بعد ذلك من التّغيير والإنكار متّى أحبّ ذلك.[72]

لا ريب أنّ هذه الأفكار بمجملها تعمل على تهدئة نفس المصاب بالغضب لأنّها تساعد على الخروج من حالة الهيجان إلى حالة السّلام النّفسيّ، وتعطّل عنده شَهْوة الانتقام من مصدر الغضب (القوّة الغضبيّة) فتُقيّدُها النّفس النّاطقة (العقل) وتمنعها من إرسال العِنان للغيظ.[73]

2-1-4 اضطرابات الشّخصيّة الإنسانيّة

إنَّ الشَّائع بين عامّة النّاس أن يصفوا أشخاصًا بالكرم أو البخل، الهدوء أو العصبيّة، الخجل أو الجرأة، فلكلّ إنسان شخصيّة لها ملامح تعكس شكلًا أو نمطًا أخلاقيًّا معيّنًا نعرفه به.[74] أمّا أطبّاء العصر العبّاسيّ فقد نظروا إلى أخلاق الإنسان من زاوية طبّيّة، وتحدّثوا عن عوارض النّفس الرّديئة وكيفيّة التّلطف لإصلاحها.[75]

ونسوق حادثة تاريخيّة لتوضيح ما ذكرناه، فيُحكى أنَّ أمير الأمراء أبا الحسين بجكم (329هـ/940م) طلب من الطبيب سنان بن ثابت بن قُرّة (331هـ/942م) بأن يتولى إصلاح أخلاقه إلى جانب معالجة جسده، فابتدأ الطّبيب بأن كتب له رسالة شرح له فيها جملة علاج ما أنكره من نفسه من صفات وأخلاق، وطلب منه قراءتها والعمل بما فيها قبل أن يجيئه التّفصيل في أوقات، وركّز في الرّسالة على معالجة الغضب والغيظ بوصفهما أخطر الأمراض الخُلقيّة بالنّسبة للحاكم، ووصف العلاج بضرورة التّخلّق بضديهما (العفو والصّفح) قبل أن يبيّن له طريقة المعالجة فاستحسن الأمير ذلك، ومازالت أخلاقه تصلح والطّبيب ينبّهه على شدّة انفعالاته وما ينكره منه من أخلاقه وأفعاله ويرشده إلى طريق إزالته إلى أن لانت أخلاقه، وكفّ عن كثير ممّا كان يسرع إليه من القتل والعقوبات الغليظة.[76]

ومن هنا بات واضحًا مدى إدراكهم بأنَّ الأمراض قد تصيب الإنسان في أخلاقه، كما تصيبه في جسده وكما أنَّ أحوال الجسد: حال الصّحّة، وحال المرض، وحال ليست بصحّةٍ ولا مرض، فكذلك الأمر في أخلاق النّاس: فمنهم محمودون، ومنهم مذمومون، وآخرون متأرجحون تارة هكذا وتارة هكذا.[77]

وإنَّ هذه السِّمات الشَّاذّة في شخصيّة الإنسان إن لم تعالج قد تؤدي إلى أمراضٍ عضويّةٍ،[78] يقول الطبيب ثابت بن قُرّة (288هـ/900م) «ومما يجب أن يعنى بحفظه واستعماله في تدبير الصّحّة تجنّب جميع العوارض النّفسيّة الرّديئة منها كالغضب، والغيظ، والهمّ، والفزع، والسّهر، والحسد، فإنّ هذه كلُّها تضرُّ الأبدان».[79] ويؤكد ذلك أبو بكر الرّازي بقوله «إنَّ الحسد... هو مضرٌّ بالنَّفس والجسد، أمَّا بالنّفس فلأنّه يدهشها ويعزب فكرها ويشغله حتّى لا تفرغ للتَّصرف فيما يعود نفعه على الجسد وعليها لما يعرض معه للنّفس من العوارض الرَّديئة، مثل طول الحزن والهمّ والفكر، وأمَّا بالجسد فإنَّه يعرض له عند حدوث هذه الأعراض للنَّفس طول السَّهر وسوء الاغتذاء، ويعقب ذلك رداءة اللّون وسوء السّحنة وفساد المزاج».[80] ويقول الطبيب علي بن عباس المجوسيّ (384هـ/994م) في المسألة ذاتها «فأمّا الأعراض النّفسانيّة فإنّه قد ينبغي ألّا يدمن الإنسان على الغمّ ولا يستعمل الغضب، ولا يكثر من الهمّ والفكر ولا يستعمل الحسد، فإنَّ ذلك كلّه مما يغير مزاج البدن ويعين على إنهاكه".[81]

ولكي يتعرف الإنسان على ماهيّة آفات الشّخصيّة الإنسانيّة وسّبل إصلاحها معرفة جيدة، وَجَدَ الأطبّاء أنّه لا بدّ أوّلًا من تعريف النّفس الإنسانيّة وقواها، ثمَّ دراسة علاقتها بالجسد من جهة الأخلاق، ثمَّ علاقة الانفعالات النّفسانيّة بالسُّلوك الأخلاقيّ.[82]

فقيل بوجود ثلاث قُوى للنّفس: القُوّة النّاطقة، والقُوّة الغضبيّة، والقُوّة الشَّهَويّة. حركة النّفس النّاطقة، متى كانت معتدلة وغير خارجة عن ذاتها وكان شوقها إلى المعارف الصّحيحة، حدثت عنها فضيلة العلم وتتبعها الحكمة وهي معرفة الموجودات كلّها والأمور الإنسانيّة والأمور الإلهيّة. حركة النّفس البهيميّة، متى كانت معتدلة منقادة للنّفس العاقلة غير منهمكة في اتّباع هواها، حدثت عنها فضيلة العفّة وتتبعها فضيلة السّخاء. حركة النّفس الغضبيّة، متى كانت معتدلة تطيع النّفس العاقلة فلا تهيج في غير حينها، حدثت عنها فضيلة الحلم وتتبعها فضيلة الشجاعة. ثمَّ يحدث عن هذه الفضائل الثّلاث باعتدالها ونسبة بعضها إلى بعض فضيلة هي كمالها وتمامها، وهي فضيلة العدالة. فاعتدال القوّة النّفسانيّة يكسب الإنسان العقل وجودة التّحصيل والتّمييز وصحّة الفكر، واعتدال القوّة الحيوانيّة يكسبه الهدوء والرّزانة وقلّة الغيظ، واعتدال القوّة الشّهوانيّة يكسبه العفّة وضبطه لنفسه عن اتّباع الشّهوات واللّذّات.[83]

ومن المناسب هنا الإشارة إلى تأكيدهم مسألة الاعتدال في الشّهوانيّات، وبعبارة أدقّ (التّحكم بالدّوافع البيولوجيّة)، وعلى هذا تندرج الاضطرابات الجنسيّة والإدمان تحت نوع اضطرابات الشّخصيّة الإنسانيّة. يقول ابن سينا «فالفضائل ثلاثة: هيئة التّوسّط في الشّهوانيّات مثل: لذّة المنكوح، والمطعوم، والملبوس، والرّاحة، وغير ذلك من اللّذّات الحسّيّة والوهميّة، وهيئة التّوسّط في الغضَبيات كلّها مثل: الغضب، والخوف، والغمّ، والأنفة، والحقد، والحسد، وغير ذلك كهيئة التّوسط في التّدبيرية، ورؤوس هذه الفضائل: حكمة، وعفّة، وشجاعة، ومجموعها: العدالة».[84]

وبناءً على قول ابن سينا تكمن أمَّهات محاسن الأخلاق في الفضائل الأربعة: الحكمة، والشّجاعة، والعفّة، والعدل. أمّا الحكمة فهي فضيلة النّفس النّاطقة وفعل من أفعالها يقوم به الإنسان باستمرار بحيث يصبح عادة وطبعًا له. والعفّة هي فضيلة النّفس الشهوانيّة، وهي أن يصرف الإنسان شهواته بحسب ما توجّه إليه النّفس النّاطقة المميزة وبحيث لا تنقاد لها وتصير عبدًا لها. والشّجاعة هي فضيلة النّفس الغضبيّة، وهي أن تنقاد للنّفس النّاطقة المميّزة فلا يخاف الإنسان من الأمور المفزعة إذا كان فعلها جميلًا، والصّبر عليها محمودًا. أمّا العدالة فهي فضيلة للنّفس تحدث لها من اجتماع هذه الفضائل الثّلاث السّابقة وأنّ جمال النّفس بالعدل وقبحها بالجور.[85]

وأضداد هذه الفضائل الأربع أربع أيضًا: الجهل، والشره، والجبن، والجور. تحت كلّ واحد من هذه الأجناس أنواع كثيرة تحدث منها أمراض نفسانيّة كثيرة، مثل: الخوف، والحزن، والغضب، وأنواع العشق الشّهوانيّ وضروب من سوء الخلق.[86]

ومن ذلك يتبين أنّه كان من سبل الأطبّاء في إصلاح الأخلاق الرّديئة علاج الشّيء بضدّه:

الجهل	الجبن	الشّرَه	الجَور
الحكمة	**الشّجاعة**	**العفّة**	**العدل**

وبهذا يكون إصلاح الأخلاق الرّديئة وتهذيبها هو مظهر من مظاهر علاج العديد من الأمراض النّفسيّة الّتي قد تصيب شخصيّة الإنسان.[87]

أما النّقطة التي استحوذت كثيرًا على اهتمامهم في هذا الجانب: كيف نحفظ نفس الإنسان من الإصابة بالآفات الأخلاقيّة؟! لقد أوضحوا أنّه من أجل الوصول إلى فضائل الأخلاق والتّمتّع بصحّةٍ نفسانيّةٍ جيدةٍ يجب على الإنسان أن يتنبّه للمتغيّرات النّفسانيّة الجديدة التي تُسهم في تكوين شخصيّته وقد تغيّر من سلوكه. وأنّه عليه أن يبتعد عن المتغيّرات السّلبيّة حتى تكون نفسه سويّة وأن يعيش حياته وهو على أعلى مستوى من الفضائل الأخلاقيّة.

وحفظ صحّة الشّخصيّة الإنسانيّة تكون بحفظ ما عليها من الفضائل والابتعاد عن الرّذائل. وأفضل السّبل إلى تحقيق ذلك معاهدة الرّياضات الجَسديّة والنّفسيّة المعتدلة.[88]

وتبعًا لذلك، كان على الإنسان أن يعرف عيوب نفسه وأن يختار صديقًا فاضلًا ثمّ يطلب منه أن يخبره عن عيوبه حتى يتجنّبها ويعالج نفسه منها. ليس هذا فقط وإنما يجب أن يتفقّد عيوب النّاس وسيّئاتهم، فمتى ما رأى سيّئة في أحدٍ منهم ذمّ نفسه عليها كأنّها هي فيه وعاتب نفسه عليها حتّى ترتدع نفسه عن هذه السّيّئة.[89]

2-4 الأمراض العقليّة

1-2-4 اضطرابات التّفكير (Disturbance of Thinking)

التّفكير هو أهمّ عمليّة عقليّة ميّز الله الإنسان بها لأنّه يحوّل عالم الأشياء إلى معانٍ يستطيع الإنسان أن يتصوّرها وأن يجد علاقات تجمّع بينها. كما يستطيع أن يتصوّر أشياء غير موجودة في واقعه المادّيّ، والإنسان الطّبيعيّ يستطيع أن يفرّق بين الحقيقة والوهم وبين الواقع والخيال.[90]

ولهذا كان لا بدَّ لأطباء العصر العباسي أن يتطرقوا إلى دراسة اضطرابات التّفكير فوجدوا بأنها تتظاهر باضطرابات في العقل والسّلوك، مثل: الهذيان، والتّخيل، والإهلاسات البصريّة والسّمعيّة والشّميّة والذّوقيّة، وأطلقوا عليها اسم (آفات الذّهن). وبيّنوا أنّ أصحاب الأمراض العقليّة (المجانين) يعيشون في حالةٍ من الانفصال عن الواقع ويؤمنون بأفكار خاطئة لا يُوافِقُهُم عليها أحد ولا يمكن إقناعهم بعدم واقعيّتها. وهذه الأفكار الخاطئة تعبّر عن قمّة انفصال المريض العقليّ عن الواقع وتُعرف باسم (الهذاءات).[91]وقالوا أيضًا: إنَّ من المرضى من يعاني من إهلاسات مختلفة، فمن الممكن أن يشاهد المريض العقليّ ما يتخيّله؛ إذ قد يتخيّل أحيانًا أشياء في اليقظة أو النّوم ثمّ لا تلبث هذه الأشياء أن تزول عنه وينساها،[92] أو قد يصيبه هذيان بسبب ورم دماغيّ فيختلط عقله ويتوهّم نفسه طائرًا أو دابّة أو غير ذلك من الأمور غير المعقولة،[93] أو يسمع مثل خرير الماء وقرع الرّياح وعصفها وأصوات مهولة في أُذُنِهِ وطنينًا لا ينقطع ليلًا ولا نهارًا، أو يشمّ روائح منتنة من كلّ شيء بسبب بطلان صحّة حاسّة شمّه. ومنهم أيضًا من لا يَلْتَذُّ بطعم المأكل وذلك لفساد مذاقه وبطلان صحّة إحساسه.[94] وهذا ما يعرف في الطّبّ الحديث بـ (اضطراب الإدراك Disturbances of Perception).[95]

إنّ طبيعة سلوك الإنسان هو أحد المظاهر المهمّة الّتي استدلّ بها أطبّاء المسلمين على طبيعة الحالة الّتي يعاني منها المريض، وأشاروا إلى أنّ عقل الإنسان يمرُّ بمراحل قبل أن يصل إلى مرحلة التّلف (الانفصال عن الواقع)، وأوّلها مرحلة ما قبل الإصابة، ففي هذه المرحلة يواجه الإنسان صعوبات ومواقف تؤثّر على نفسيّته.[96] يقول الرّازي «إذا تغيّر مزاج الدّماغ تغيّرت أفعال النّفس».[97]

وإنَّ انفصال الإنسان عن الواقع يقود إلى اضطراب في سُلوكه الإنسانيّ.[98] وهنا تبدأ المرحلة الثّانية، مرحلة الإصابة، وفيها يعتلُّ الإنسان نفسيًّا نتيجة لتلك الضّغوطات الّتي مرَّ بها، ومن ثمَّ يدخل في المرحلة الثّالثة؛ مرحلة الأعراض. فيقول الرّازي «وإن طال المقام بأصحاب الماليخوليا في غمٍّ ووحشةٍ أو هَولٍ اختلطت عقولهم»،[99] وفي هذه المرحلة يخلط النّاس عادة بين المرض النّفسيّ والجنون.

فما أبرز الأمراض العقليّة التي كانت معروفة عند أطبّاء العصر العبّاسيّ وكيف فرّقوا بينها وبين المرض النّفسيّ؟!

الجنون:

عُرِف المجانين عند العرب أنّهم على أنواع فمنهم المعتوه، ومنهم الممرور وهو الّذي أحرقته المرّة السوداء، ومنهم الممسوس وهو الّذي تتخبّطه الأرواح الشريرة من الجن والشياطين، ومنهم العاشق الّذي تيمه الحبّ فأجنه.[100]

غير أنَّ الطّبيب الرّازي كان له رأي آخر إذ فرّق بين بعض الآفات العقليّة وبين الجنون، وأنَّ ليس كلّ ما يصيب الإنسان في عقله هو جنون -كما يدَّعي العامّة- فيقول: «العامّةُ تسمّي مجنونًا أصحاب الصّرع، والماليخوليا، والاختلاط، وبين هذه الثّلاثة فرق كبير، وذلك أنَّ أصحاب الصّرع أصحّاء في كلّ حال إلّا في ذلك الوقت، والماليخوليا ليس معه سهر ولا توثّب على النّاس، ولا يَخلِط كثيرًا في كلامه، بل ربّما لم يكن مخالفًا للأصحّاء إلّا في أشياءٍ قليلةٍ بأفكارٍ ردية، وإذا طال به خَلط تخليطًا كثيرًا، إلّا أنّه في ذلك كلّه ينحو نحو العاقل، ويلزمه الخوف، والفزع، والغمّ، وأمّا الجنون فمعه توثّب، وحركات سريعة قويّة، وسهر واختلاط دائم... (أيْ الجنون) كلّ اختلاط يكون مع جرأة، وإقدام وخبث نَفس».[101]

الرُّعونة والحُمق:

دُرست هذه الآفات الذّهنيّة كأحد أمراض الشّيخوخة الّتي تصاحبها أعراض عقليّة واضحة أبرزها: النّسيان، واضطراب السّلوك. وقد ميّز ابن سينا بين اختلاط الذّهن (Mental Confusion) والرُّعونة والحمُق، فيقول «إنّ اختلاط الذّهن آفة في الأفعال الفكريّة بحسب التّغيُّر (أي بحسب تغير الطبائع)، والرُّعونة والحمُق آفة بحسب النّقصان أو البطلان (أي بحسب نقصان العقل أو بطلانه)، وحاله شبيهة بالخرفيّة والصَّبوية (أي مثل حال من أصيب بخرفٍ أو تصرف باستمرار مثل الأطفال)».[102]

فساد الذِّكر (Dysmnesic syndrome):

أو ما يعرف لديهم أيضًا ببطلان الحفظ وهو أن ينسى ما يراه المرء أو يسمعه من ساعته ولا يذكر شيئًا،[103] وهو «نظير الرّعونة، إلاّ أنّه يكون في مؤخَّرِ الدِّماغ، وسبَبُه نقصان في فعل من أفاعيل مؤخَّر الدِّماغ أو بُطلان في جميعه... فإن كان مع يبوسة دلّ عليه السّهر وأنّه يحفظ الأمور الماضية ولا يقدر على حفظ الأمور الحاليّة والوقتيّة، وإن كان مع رطوبة دلّ عليه السُّبات وأنّه لا يحفظ الماضية البتّة، ولعلّه يحفظ الوقتيّة الحاليّة مدّة أكثر من الماضية».[104]

2-2-4 الماليخوليا (الوسواس السّوداويّ Melancholy)

من الآفات الذّهنيّة التي أفرد لها أطبّاء المسلمين صفحات كثيرة في مصنّفاتهم الماليخوليا. هي مرضٌ عقليٌّ-نَفسي يرتبط بتصوّرات وأفكار وسواسيّة تستحوذ على المريض فتصيبه بالتّوجّس. ينتج عن هذا الشّعور إحساس المريض بالخوف والفزع فيؤثّر ذلك على وظائفه الجسميّة والنّفسيّة والمعرفيّة. وقد عرّفها ابن سينا أنّها «تغيّرُ الفكر عن المجرى الطّبيعيِّ إلى الخوف والفساد لمزاجٍ سوداويّ يوحشُ روح الدِّماغ ويفزعهُ من غير تعطّل الأفعال».[105]

تعمّق الأطبّاء في دراسة مدى تأثير الظّنون والوساوس السّوداويّة على العقل والسّلوك الإنساني، فوجدوا أن تلك الأفكار تجعل عقل الإنسان تحت سيطرة الوهم. ويحدث نتيجة لذلك أن يصاب جسده ونفسه بأضرارٍ كثيرةٍ، كأن يجد المرضى أشياء في أبدانهم، أو يحسّوا أعراضًا في أنفسهم وما هي موجودة بالحقيقة "بل إمّا هولها لهم وصورها في أوهامهم ضعف أدمغتهم لكثرة حسّها الجاذب لبخار المرّة السّوداء لها المظلم لنور عقولهم والمانع لها من النّظر إلى الأشياء بحقيقة ماهيّتها".[106] وقيل إنها من الأمراض النفسانية التي تصيب الرّجال أكثر من النساء[107] غير أنّه إذا أصابت النّساء كانت أقوى.[108]

وضرب الطبيب محمد التّميمي مثالًا على خطورة سيطرة الوهم على نفس الإنسان، فيقول «امرأةٌ من اليونانيّين أحبّت رجلًا... فلمّا أن مات ذلك الرّجل انصرفت من المحفل وهي صائحة، فجاءت إلى بيتها فأخرجت عنها كلّ من كان في البيت ثم إنّها احتبست نفسها ومنعت آلات التّنفّس من فعالها فماتت. فسمعت بذلك امرأة من أهل بيتها فعرض لها فساد الوهم وخيّل إليها أنّها سيصيبها ما أصاب تلك، فلمّا تخوّفت ذلك لم تنم من الخوف فسقمت نفسها من الخيفة والسّهر وفسدت فماتت».[109]

وقد ذكر ابن أبي أصيبعة نقلًا عن التميمي قصة والده الذي استولى الوهم على تفكيره فكانت النتيجة الحاصلة من ذلك أن ساءت حالته النّفسيّة. ومُفَاد القصة أنّ والد التميمي شرب خمرًا إلى حدِّ الثمالة وفقدان الوعي فسقط وهو لا يعي من موضع عال في الخان الذي يقيم فيه، فلمّا أصبح انصرف إلى عمله وقضاء أشغاله، وبعودته أخبره صاحب الخان بما حصل معه، أقبل يضج ويتأوّه ولم يهدأ إلّا بعد أن فصده الطّبيب وجبر مفاصله.[110]

إنّ استسلام الإنسان للأوهام يدفعه إلى الاسترسال في تخيّلات لا معنى لها. وأكّد هذا المعنى مسكويه إذ يقول: «وهذه حال الوهم والعلوم الوهميّة وتتبعها التّخيّلات الباطلة والوساوس المكروهة، وربّما تَرقى إلى الحالات من الأماني واستشعار مخاوف ومهالك لا حقائق لها: وهذه هي صورة الماليخوليا».[111]

فقد عالج ابن سينا رجلًا كان يتوهّم أنّه بقرة،[112]ففي قصّة يرويها السّمرقندي مُفَادها أنَّ ابن سينا زار مريضًا (من أمراء الدّولة البويهية) كان يعتقد أنّه بقرة. كان هذا المريض يطلب بإلحاح أن يذبح ويطبخ لحمه اللّذيذ، وكان يخرج صوتًا كصوت البقرة (الخُوَار) ويصيح اذبحوني. ولما رفض أهله إجابة طلبه انقطع عن الطّعام وضعف كثيرًا وأقلق الأهل والجيران بأصواته المنكرة وطلبه الدّائم أن يُذبح.

وكان قد حاول العديد من الأطبّاء علاجه غير أنهم لم ينجحوا في ذلك فتوصّل أهله إلى ابن سينا وطلبوا منه أن يحضر إليه ويعالجه، فأرسل إليهم يقول: «بَشّروا هذا الشّابّ بأنّ القصّاب آتٍ ليذبحه»، فنقل الأهل قول ابن سينا للمريض ففرح أنّه سيأتي -أخيرًا- من سيستجيب لطلبه. وبعد أيّامٍ حضر ابن سينا وفي يده سكّين طويلة وقال: أين هذه البقرة لأذبحها؟!

وعندما سمع الشّاب صوت ابن سينا قلّد من فوره خوار البقرة، فأمر ابن سينا بربط يدي المريض ورجليه وطرحه على الأرض لأجل ذبحه، ولمّا همَّ بالذّبح جسّ عضلات المريض جسًّا دقيقًا، ثمّ التفت إلى أهله وقال لهم بصوت جهوريّ «إنّ البقرة ضعيفةٌ جدًّا ويجب تسمينها قبل الذبح، فكّوا يديه ورجليه واحملوا إليه ما آمر به من طعامٍ». فأخذ المريض من تلك السّاعة يأكل بشهيّة وأهله يقولون له «كُل كثيرًا، فإنّ هذا نافع تسمن عليه البقرة». فكان يأكل على أمل أن يسمن ويذبحوه، غير أنّ الذي حدث كان أن قوي جسم المريض وتركه وَهمُه وشفي تمامًا.[113]

شخّص ابن سينا هذه الحالة أنّها حالة من حالات الماليخوليا. وكان مقصده من وراء حيلته هذه إقناع مريضه أوّلًا بالأكل فلعلّه يشفى من اكتئابه إذا نال كفايته من الطّعام. ولكنّه لا يستطيع أن يفعل ذلك مباشرة كيلا يزيد في صدمته الّتي تشتدّ وتتعقّد يومًا بعد يوم، ولا سيّما كان أهل المريض يكرّرون أمامه أنّه مصاب بوهم مُفَاده أنّه بقرة حقيقيّة وأنّه ليس كذلك، بل هو إنسان عادي وهذا ما كان يزيد في حدّة مرضه حتّى فقد ثقته بهم جميعًا.

فأدرك ابن سينا أنّه ينبغي أوّلًا أن يبني جسرًا من الثّقة بينه وبين المريض، ومن بعد ذلك يمكنه الولوج إلى نفسه وإقناعه ببطلان أفكاره. ولتحقيق ذلك عمد إلى الحيلة النّفسانيّة ليتسنّى له الدخول إلى عقله الباطن أو منطقة اللّاوعي -حَسَبَ التّعبير الحديث- ويعيد تنظيم أفكاره من جديد. وقد حدد ابن سينا درجات من خطورة الماليخوليا، وهي:

- الماليخوليا السّوداء الحادّة: وهي تعادل ما يعرف اليوم بالاكتئاب في علم الطّبّ النّفسيّ.

- الماليخوليا السّوداء الدّمويّة: تظهر عند صاحبها في شكل فرح وضحك مفرط وتعادل ما يعرف اليوم بذُهان الهَوس الانهياريّ.[114]
- الماليخوليا السّوداويّة الصّفراويّة: وهي أدنى من الجنون.
- الماليخوليا السّوداويّة البلغميّة: تسبّب لصاحبها قلّة الحركة، والسُّكون، والكسل،[115] وهي تعادل ما يعرف اليوم بالفِصام الكتاتوني.[116]

وقصد الإمعان في البيان يُفصّل القول في الأمراض النّفسيّة التي صنّفها أطبّاء المسلمين على أنّها نوعٌ من أنواع الماليخوليا، ويُذكر منها:

المانيا (الهَوَس Mania):[117]

وسُمّي أيضًا هذا المرض بالجنون السّبعي، وتظهر على المصاب بهذه العلّة نفس أعراض الماليخوليا مع تزايد في الهيجان.[118] وقد أوضح ابن سينا الفروق بين الماليخوليا وبين المانيا، وهي:

- المادّة الفاعلّة للمانيا هي من جوهر المادّة الفاعلّة للماليخوليا؛ لأنّ كلتيهما سوداويّان، إلّا أنّ الفاعل للمانيا سوداء محترقة عن صفراء أو عن سوداء وهو أردأ، والفاعل للماليخوليا سوداء طبيعيّة كثيرة أو احتراقيّة، ولكن عن بلغم أو عن دم عذب، وقليلًا ما يكون عن بلغم محترق.
- في الماليخوليا تكون المادّة السّوداويّة في الأوعية، بينما في المانيا تكون المادّة السّوداويّة في مقدّمة الدِّماغ ومركزه.
- تكون الماليخوليا مع سوء ظنٍّ وفكرٍ فاسدٍ وخوفٍ وسكونٍ ولا يكون فيها اضطراب شديد، وأمّا علّة المانيا فكلّها اضطراب وتوثّب وعبث وسبعيّة ونظر لا يشبه نظر النّاس بل أشبه شيء به نظر السّباع.[119]
- ومن أنواع المانيا: (داء الكلب)، ويكون مع غضب مختلط بلعب وعبث وإيذاء مختلط باستعطاف كما هو من طبع الكلاب.[120]

وموسم ازدياد ظهور هذه العلّة فصل الخريف لما يسبّبه من رداءة الأخلاط، وقد تكثر أيضًا في الرّبيع والصّيف، وتكون لها هيجان عند هبوب رياح الشّمال الجافّة.[121]

القُطرب (جنون المسخ):[122]

هو من الأمراض النّفسانيّة التي من الممكن أن تتوارث عن الآباء،[123] وسببه السّوداء والصّفراء المحترقة.[124] وقد وُصفت هذه العلّة وصفًا إكلينيكيًّا دقيقًا إذ لوحظ تغيّر السُّلوك النّفسيّ للمريض وقيامه بأفعال قهريّة، ثمّ انعكاس هذا الاضطراب النّفسيّ على جسد المصاب.

ومن علامات هذا المرض -كما وصفها أطبّاء المسلمين- أنّ صاحبه يصيح مثل الدّيوك وينبح مثل الكلاب،[125] ويكون في حزنٍ دائم، محب لمجاورة الموتى والمقابر والفرار من النّاس الأحياء، ويظهر صاحب هذا الدّاء ليلًا ويتوارى عن الأنظار نهارًا، كلّ ذلك حبًّا للخلوة وبُعدًا عن النّاس، فلا يمكث في مكانٍ واحدٍ أكثر من ساعة واحدة، بل لا يزال يتردّد ويمشي مشية مختلفة لا يدري أين يتوجّه مع حذرٍ من النّاس، ويكون على غاية السّكوت والعبوس والحزن.[126]

وعطفًا على ما سبق، ذكرت صفحات من التّاريخ أنّه في سنة (433هـ/1041م) ظهر في مِصر بالقرافة شيء لا يعرف ما هو حتّى قيل إنّه القطرب، واختطف جماعة من أولاد سكان القرافة وخافوه النّاس ورحل مَنْ كان يسكنها.[127]

أما أعراض المرض الجسمانيّة: يكون المصاب أصفر اللّون، جاف اللّسان، يكثر عطشه، وعلى ساقه ووجهه قروح لا تندمل، وسبّب ذلك فساد مادّته السّوداويّة وكثرة حركة رجله وتعثّره وانكبابه على وجهه، ولهذا سمّيّ قُطربًا،[128] كما تظهر على ساقيه آثار عضّ كلاب، وبصره يكون يابسًا ضعيفًا غائرًا،[129] وشهر شباط هو أكثر الشّهور الّتي يصاب بها الإنسان بهذا المرض.[130]

إنّ ما يثير الانتباه والدّهشة من المعلومات السّابقة دقّة التشخيص لهذه العلّة إذ حدّدت أعراض المرض: بالسّكون والعبوس وملاحظتهم أنّ مريض القطرب يكون واقعًا في تأثير أفعال قهريّة غريبة «فرار من النّاس الأحياء»، «محبًّا لمجاورة الموتى»، كما أنّه لا يسكن في موضع واحد أكثر من ساعة واحدة بل لا يزال يتردد ويمشي مشية مختلفة لا يدري أين يتوجّه لا يقدر على التّخلّص منها.

ويضاف إلى ذلك، تفطّنهم إلى حقيقة تؤكدها دراسات معاصرة في علم الطّبّ النّفسيّ، وهي ارتباط الاضطرابات النّفسيّة بالمشكلات الجسديّة «وعلى ساقه قروح لا تندمل»، فلم يعزلوا المرض النّفسيّ عن الجسديّ وإنّما أكّدوا مسألة التّأثير المتبادل.[131]

أمّا علاجه، فقد أوصى الأطبّاء أن يكون مثل علاج الماليخوليا مع عدم المبالغة في فصده حتّى يخرج منه دم كثير ويقارب الغشي ويدبّر بالأغذية المحمودة والمنوّمات والحمّامات الرّطبة.[132]

مَراقية (العلّة النّافخة):

هو مرضٌ من الوسواس السَّوداوي وينشأ من رياح تتولّد في المعدة تضرّ بالنّفس والجسد ضررًا عظيمًا،[133] ويسمّى هذا المرض بنفخة مراقية،[134] أو ماليخوليا مراقية.[135] بيّن أطبّاء المسلمين أنّ سبب هذا المرض هو شدّة حرارة الكبد، فإذا تراكمت فيه فضول من الغذاء ومن بخار الأمعاء واحترقت أخلاطه، واستحالت إلى جنس سوداويّ أحدثت ورمًا، أو لم تحدث، فيرتفع منها بخار مظلم إلى الرّأس يحدث في العين أعراض الماء، وإذا صعدت عليه أبخرة الصّفراء يحدث الصّداع.[136] ومن المناسب هنا الإشارة إلى أنّ عِلمَ الطّبّ الحديث لا يأخذ بهذا الرّأي.[137]

ومن الأعراض النّفسانيّة لهذه العلّة: فقدان التّوازن العقليّ واستحكام التّفزّع وسوء الظّنّ والوحشة والكرب والهذيان والشبق، وأصناف مختلفة من الخوف، ويكون أكثر خوفه ممّا لا يخاف منه في العادة، فبعضهم يخاف وقوع السّماء عليه أو ابتلاع الأرض إيّاه، وبعضهم يحبّ الموت وبعضهم يفزع منه، ويعرض لهم من التّخيّلات أشياء عجيبة فبعضهم ظنّ أنّه خزفٌ، وآخر أنّه ديك،[138] أو أن يخيّل لهم إهلاسات، يقول التّميمي «ومن ذلك ما عرض لتاوفيلوس[139] المتطبّب لما حدث في بيت خلائه الفساد السّوداويّ، فكان يخيّل إليه أنّ في زوايا بيته أناسًا معهم المعازف والمزامير، وأنّهم دائبون يعزفون بها لا يفترون عن العزف والزّمر فيؤذونه، وكان يخيّل إليه أنّ بعضهم قيام وبعضهم جلوس لا يفترون عن العزف والغناء ليلًا ولا نهارًا، ولأجل ذلك كان يصيح كلّ ساعة ويأمر بإخراجهم من بيته، فلم يزل كذلك مدّة مرضه».[140] ويضاف إلى هذه الأعراض، أنّ من تصيبه هذه العلّة يغتمّ من دون سبب، حتّى لو سُئل عن سبب غمّه لا يملك جوابًا.[141]

أمّا أعراض هذا المرض الجسمانيّة: «جشاء حامض، وبزاق رطب كثير، وحرقة مع وجع في البطن، لا يسكن حتّى يستمري الطّعام، وإذا تعبوا تقيّؤوا طعامهم نِيئًا»،[142] ويجد المريض الرّاحة بشرب الماء، والقيء، والجشاء، والبراز، وجودة الهضم.[143]

ويقول الطبيب ابن الجزّار القيرواني (369هـ/980م) في مسألة علاج هذه العلّة: إنّه ينبغي متى عرضت للإنسان هذه العلّة أن يدارك علاجها ولا يغفل عنها، والوجه في علاجها: العناية بأسباب الهضم والاحتيال بكلّ حيلة في سلامة الغذاء في المعدة من الفساد، ويقصد في أغذيته الأشياء الرّطبة التي تعين على الهضم وتنقّي الريح.[144]

حديث النّفس (الوسواس القهريّ Obsessive compulsive disorder):

هو خواطر سوداويّة تتسلط على المريض ولا يستطيع منها فكاكًا، وتظهر للفكر بطريقة متكررة عنيدة مؤلمة، تسبّب كربًا واضحًا لدى المصاب تتداخل

على نحوٍ شديدٍ في نمط حياته المعتاد فتنغّص عليه عيشه، ولا يكاد يهنأ معها بلَذّة من لذات جسده.[145]

وتسمّى هذه العلّة بـ (حديث النّفس) وذلك لأنّ النّفس لا تزال تحدّث صاحبها بالأشياء الّتي هي وساوس القلب، وتلك الوساوس ربّما وقعت بمن يُحبّه الإنسان ويتمنّى، وربّما وقعت فيما يخافه ويخشى.[146]

وتأخذ هذه الخواطر صورًا عدة مثل الأفكار التي تتعلق بالشك في عدم الطهارة، فيكرر المريض الوضوء أو الغسل عدة مرات، وأحيانًا في هيئة حركات قهرية نمطية دورية.[147] ووُجد أنَّ هذه العلّة تتولّد من طبيعة المرَّة السّوداء لأنّها هي التي تولّد الأفكار الرّديئة وأحاديث النّفس المؤذية، وتهيّج على الإنسان ضروب الخواطر والوساوس.[148]

لقد كان الاعتقاد السّائد بين عامّة النّاس أنّ هذا المرض يعود إلى أسباب روحيّة (شياطين) أو يفسّرونه على أنّه جنون ونقص في العقل،[149] واستنادًا إلى ذلك يكون علاجه مقصورًا على العلاج الرّوحيّ- الدّينيّ، غير أنّ الطبيب البلخي إلى جانب القول في أنَّ سببه غلبة المرَّة السّوداء لم ينفِ دور العوامل الرّوحيّة فيه، فيقول: «وأنّ الوساوس ربّما تتولّد إما من غلبة مرّة على الإنسان، أو من قبل الشّيطان المتكفّل بالإضرار به في أسباب أولاه وأخراه، وإذا تحقّق هذا من أمر الوساوس فإنّها من أي جهة تعرض فإنه لا محصول لها وجب عليه ألّا يتلفّت إليها في وقت ما تهجس في ضميره ويجاهدها بقوّة عقله».[150]

أمَّا السبب المباشر للإصابة بحديث النفس، فلم يتم الإجماع إلى القول بوجود سبب مباشر له، وإنّما وُجد أنّه ليس هناك علّة حقيقيّة توجبه فهي مخاوف بلا أسباب واضحة، وإنّما هو شيء يقع في طباع بعض النّاس من قبل مولده (أي بالوراثة)،[151] وقيل إن أكثر من يصيبهم هذا الوسواس هم النّساك والمتعبّدون لكثرة خوفهم من عقاب سيقع بهم أو حبًّا وشوقًا لملاقاة الله،[152] وهذا ما تؤكّده بعض الدِّراسات المعاصرة في الطّبّ الحديث أنّ الوسواس القهريّ يصيب عادة الشّخصيّات التي تعرف باسم (الشّخصيّة القهريّة Compulsive Personality)، وتتّسم هذه الشّخصيّة بالنّظام والأمانة واتّباع الأصول ومراعاة القوانين،[153] وأكّد الطبيب إسحاق بن عمران (نحو 295هـ/906م) ذلك بقوله: «فإنّا نجد كثيرًا من النّساك والصّالحين يقعون في الوسواس السّوداويّ بكثرة خوفهم من الله وفزعهم من عقابه، أو من شدّة تشوّقهم إليه حتّى أنّ ذلك يستولي على النّفس ويغلب عليه، فلا يكون لها كلف ولا شغف ولا لهج إلّا تذكّره ومراقبته جلّ وعزّ، فيقعون في مثل ما يقع فيه العشّاق من القلق والهيمان حتّى يفسد أعمال النّفس وأفعال الجسد جميعًا»،[154] وذُكر أنّ العالم محمّد بن سيرين (421هـ/1030م) كان يعاني من وسواس النّظافة وكان يطيل بالوضوء.[155]

ومن ذلك يتّضح أنّ هذا المرض –في الغالب- لا يصيب إنسانًا مضطربًا في شخصيّته، أو مهتزًا في قيمه، وإنّما الإنسان الحساس والمثاليّ، ولولا أنّه كذلك لَما أُصيب بهذا المرض.[156]

وكان العلاج السلوكي المعرفي هو أحد سبل علاج هذا المرض، وذلك بأمورٍ يحتال بها المصاب من خارج النّفس وأمور يحتال بها من داخل النّفس، فأمّا الأمور التي يستعان بها من الخارج أن يتجنّب المصاب الوحدة والانفراد، وأمّا الحيل التي يحتاج إلى أن يستعين بها من الداخل فهي العمل على إعداد فِكْر صحيح يقابل به تلك الوساوس إذا عرضت له.[157]

ومن الجدير ذكره، أنَّ بعض الأطبّاء قدّموا إلى جانب هذا العلاج المعرفيّ –السّابق زمانه- علاجًا بعيدًا عن التفسيرات المنطقيّة والعقليّة كأن يُعالج صاحب الوسواس بتعليق الأحجار الكريمة،[158] فنجد أنَّ أبا بكر الرّازي الّذي كتب: (الحاوي)، و(المنصوري)، و(الطّبّ الرّوحانيّ)، وتمسّك فيها بشرح النّظريّات وتقديم التّفسيرات الطّبّيّة للمرض قد كتب أيضًا: (خواصُّ الأشياء)، وذكر فيه العديد من الرُّقى والطّلاسم لعلاج الأمراض النّفسانيّة مع الإشارة إلى أنّه كان يذكرها من دون تصديق أو تكذيب منه، فهي تتعارض مع ركائزه الأساسيّة لعلم الطّبّ، وفي الوقت ذاته، يجد أنّ التّجربة أثبتت فائدتها وجدواها في مساعدة الإنسان للوصول إلى الأمن النّفسيّ والطّمأنينة القلبيّة له، ومثل ذلك العلاج بالجواهر فرأى الرّازي منفعتها في العلاج الطّبّيّ، إلّا أنّه لم يدرك السّبب، وهو في هذه الحالة لا يطرح تلك الجواهر، ولا يهمل النّظر إلى تلك الأفاعيل بل يدوّنها على أمل أن تثبت بالتّجربة مستقبلًا،[159] وهذا يدلّ على تمتُّعه بسعة الأفق، فيقول الرازي في ذلك: «أليس البرهانُ على أخبارنا أنّه كان كذا وكذا بأوجب منه على إخبارنا أنّه لم يكن كذا وكذا، وإذا لم يكن في هذا الأمر إلّا هذه الواحدة الواجب التّوقّف والتّثبّت عن دفع ما لا يوجب على دفعه برهانه وتركه موقوفًا إلى أن يصبح ببرهان».[160]

العشق (الشِّدّةُ العاطفيّة):

يزخر تراثنا العربيّ بالأشعار والرّسائل النّفسانيّة العديدة التي تتحدث عن اضطراب غريزة الحبّ، على سبيل المثال بيت الشّعر العربي «الحُبُّ أسقَمَني والحُبُّ أضْنَاني ..... وَالحُبُّ أنحلَني وَالحُبُّ أبلاني»[161] يُظهر مدى فَهْم العرب لعلاقة الانفعال العاطفيّ (الحبُّ) بالجسم (النّحول والمرض).

لا ريب أنّ المحبّة غريزة أساسيّة في الإنسان، مثل حبّ الرّجل لأهله وولده، وتصبح مطلوبًا نفسانيًّا حينما تتّفق طبيعة شخصين وتتشابه شيمهما وشهواتهما،[162] وبعبارة أدقّ، المحبّة هي: «حال النّفس فيما بينها وبين شيء يجذبها إليه»،[163] وعلى هذا يكون البغض خلاف ذلك.[164] ومع أنّ الحبّ أسمى عاطفة يتحلّى بها الإنسان، غير أنّه يبقى غريزة كسائر غرائزه محدودة بمعايير دقيقة، واختلالها يؤدّي إلى اضطراب التّوازن الغريزيّ.

وقصد الإمعان في البيان يمكن القول: كما أنّ غريزة التّغذية يؤدّي انخفاضها إلى القهم والهُزال، وارتفاعها إلى النُّهام والسّمنة، فإنّ اضطرابات غريزة الحبّ لتصل إلى فرط الحبّ (العشق)، يؤدّي ذلك إلى اضطرابات في غرائزٍ أخرى مثل رفض الطّعام واضطراب السّلوك الجنسيّ بما يؤدّي ذلك إلى اضطراب التّوازن النّفسيّ بصورةٍ عامةٍ.[165]

دُرس (العشق) على أنّه حالة مرضيّة مثل غيره من الأمراض العصبيّة أو النّفسيّة، وصنف من أمراض الدِّماغ له أسبابه المرضيّة وعلاماته وأعراضه وعلاجه، وهو يحدث نتيجة للمغالاة الشّديدة في الحبّ مما ينعكس ذلك بآثارٍ سلبيّةٍ على شخصيّة العاشق تتظاهر باضطرابات جسميّة إلى جانب الاضطرابات النّفسيّة- السّلوكيّة الّتي كثيرًا ما تدفع الشّخص المصاب لأن يرتكب تصرّفات غير عقلانيّة، يقول ابن الجزّار: «العشق من الأدواء الّتي تتولّد في الدِّماغ، وهو إفراط الشّوق مع فكرةٍ وشهوةٍ؛ ولذلك صار يتبعه أعظم أوجاع النّفس أعني الفكر والسّهر».[166]

أمَّا سبب وقوع الإنسان في هذا الاختلال الغريزيّ، فيعود –برأي الطّبيب ابن ربن الطَّبَرِي (بعد 236هـ/861م)- إلى شدّة حاجة الطّبيعة إلى إخراج الفضل عن الجسد أو اشتياق النّفس إلى رؤية منظر وصورة جميلة لأنّ من شأن النّفس العجب بكلّ شيء حسن وجميل من جوهر أو طّبيعة أو حتى دابّة، فإذا اتفق مثل ذلك الحسن في شيء هو من جنس الإنسان اهتاجت الشّهوة حينئذ وحرَصتِ النّفس على مواصلته وقربه.[167]

واللّافت للانتباه اختلاف الحكماء في تحديد المسؤول عن هذا المرض النّفسيّ، فقال بعضهم: إنّه يختصّ بالنّفس النّاطقة وهو فساد التّخيل والفكر،[168] ومنهم الطّبيب ابن سينا الذي عرّفه على أنّه «مرض وسواسيّ شبيه بالمالنخوليا يكون الإنسان قد جلبه إلى نفسه بتسليط فكرته على استحسان بعض الصّور والشّمائل الّتي له، ثمّ أعانته على ذلك شهوته أو لم تعن».[169]

وبعضهم الآخر قال: إنّه يختصّ بالنّفس البهيميّة وهو مرض يعرض لها من قبل إفراط السّهر، ومنهم من جمع الأمرين (النّفس البهيميّة والنّاطقة)،

وزاد إليهما المشاكلة والمشابهة إذ زعموا أنّ هذا لا يكون إلا بمشاكلة روحانيّة وجسمانيّة، مثل المشاكلة بين المغناطيس والحديد، واستنادًا على ذلك، عرّفوا مرض العشق على أنّه إفراط الشّهوة التي تدعو إلى المؤانسة والاجتماع البهيميّ، فإذا تمكّن المرض من القلب شاركه الدّماغ بالتّخيل والفكر.[170]

وكان للرّازي رأي في هذا الدّاء مثير للاهتمام إذ وجد أنّ أكثر من يعتريه أصحاب الطّبائع الغليظة والأذهان البليدة، والسّبب في ذلك برأيه أنّه من قلّ فكره ونظره ورويّته يبادر إلى ما دعته إليه نفسه ومالت إليه شهوته، ومن هؤلاء العاطلين عن العمل والمترفين والمغرقين في الشّهوات «الّذين لا يهمّهم سِواها ولا يريدون من الدّنيا إلّا إصابتها ويرون فوتها فوتًا وأسفًا، وما لم يقدروا عليه منها حسرة وشقاءً، فلا يكادون يتخلّصون من هذه البلية، لا سيما إنْ أكثروا النّظر في قصص العشّاق ورواية الرّقيق الغزل من الشّعر وسماع الشّجيّ من الألحان والغناء... أمّا الرّجال كبار الهمم والأنفس فهم بعيدون من هذه البليّة».[171]

وقد ظهر جليًّا إبداع أطبّاء المسلمين في دقة الوصف الإكلينيكيّ للمصاب بالعشق وقسّموا علاماته إلى نفسانيّة وجسمانيّة:

أمّا العلامات النّفسانيّة، فيكون العشّاق في همٍّ دائمٍ بسبب شهواتهم الّتي لا يبلغون منها إلى غاية، فيقول الرّازي: «إنَّ العشّاق مع طاعتهم للهوى وإيثارهم للّذّة وتعبُّدهم لها، يحزنون من حيث يظنّون أنّهم يفرحون ويَألمون من حيث يظنّون أنّهم يلذون».[172] ولهذا تتغيّر حالهم إلى فرحٍ وضحكٍ، أو إلى غمٍّ وبكاء عند سماع الغزل وذكر الهجر والنّوى.[173]

وذكرت صفحات من التّاريخ أنّ جاريةً للخليفة هارون الرّشيد (170-193هـ/787-809م) قد أصابتها علّة شديدة، فقال لها الطبيب الذي كان يجسُّ نبضها: «يا ستّ بدور، الضّارب ضارب والسّاكن ساكن ولا برد ولا حمّى ولا شيء تشتكينه أكثر من سهر اللّيل وجريان الدّمع لعلّ السّتّ في قلبها هوى من أحدٍ»، فلمّا سمعت كلام الطّبيب أنشدت تقول:

إِذَا هَمَمْتُ بِكِتْمَانِ اَلْهَوَى نَطَقَتْ... مَدَامِعِي بِاَلَّذِي أُخْفِي مِنْ اَلْأَلَمِ
فَإِن أَبُحْ اِفْتَضَحَ مِنْ غَيْرِ مَنْفَعَةٍ... وَإِنْ كَتَمْتُ فَدَمْعِيَ غَيْرُ مُنْكَتِمِ
لَكِن إِلَى اَللَّهِ أَشْكُو مَا أُكَابِدُهُ... مِنْ طُولِ وَجَدٍ وَدَمْعٍ غَيْرِ مُنْصَرِمِ[174]

أما العلامات الجسمانيّة، فيُعرف المصاب بهذاء الدّاء بالعلامات الآتية:

- تكون جميع أعضائه ذابلة.
- أعينهم غائرة يابسة لا تدمع إلّا عند البكاء، سريعة الحركة من أجل قلق النّفس بالفِكْر وتشوُّقها إلى ملاقاة من تشتاق إليه، وتكون ضحّاكة كأنّه ينظر إلى شيءٍ لذيذٍ، أو يسمع خبرًا سارًّا وتكون أجفانهم ثقيلة.
- ألوانهم مصفرة لكثرة السّهر.
- يكون نبض عروقهم نبضًا شديدًا لا يوجد فيه انبساط النّبض الطّبيعي،[175] مثل نبض أصحاب الغمّ،[176] ويتغيّر نبضه وحاله عند ذكر المعشوق خاصّة وعند لقائه بغتة.[177]

إذ أجمع كثير من الأطبّاء الذين تحدثوا عن مرض العشق أنَّ اضطراب النّبض هو من العلامات المهمّة لتشخيصه، بل وحتّى معرفة هويّة المعشوق، وهذا ما فعله الطّبيب ابن سينا لعلاج أحد فتيان أمراء فارس من مرض مُبهم، فكان الشاب ينحل ويضعف يومًا بعد يوم لامتناعه عن الطّعام والشّراب حتّى هزل ولزم الفراش دون معرفة سبب ذلك، وحينما زاره ابن سينا وبدأ بفحصه وسماع القصّة السّريريّة ومشاهدة أعراضه الجسدية؛ ومن ثمّ وضع إصبعه على نبضه وطلب من أحد الخدم أن يعدّد جميع أحياء مدينة الشّاب المريض، ولمّا وصل الخادم إلى ذكر حيّ ما، لاحظ ابن سينا أنّ نبض الشّابّ قد تسارع وعندئذ بدأت شكوك ابن سينا بخصوص المرض الّذي أصاب الشّابّ تتأكّد، فطلب من الخادم أن يذكر أسماء العائلات الّتي كانت تقطن ذلك الحيّ، ولمّا أتى الخادم على ذكر اسم مُعيّن من تلك الأسماء شَعَرَ بأنّ نبض الفتى قد تسرّع أكثر، وهنا سأل ابن سينا إن كان لتلك العائلة من بنات فأجابوه نعم، فقال لأهل الفتى: إنّ سبب ما يعانيه ابنكم من الهزال والتّعب هو عشقه لإحدى بنات تلك العائلة وعلاجه يكون بالزّواج منها.[178]

أمّا الاحتراسُ من هذا العارض وما يجرُّ معه من آلام فتوصلوا إلى أنّه يكون عن طريق تفكّر الإنسان بما يُصيب العاشق من هذه الأعراض التي سبق ذكرها فينفر منه ويتصابر ويزيل الهوى عنه، وكذلك من الأمور المفيدة الاشتغال بهُموم الدّنيا وأشغالها والتّقرب إلى الله.[179]

وفي حال الوقوع فيه انطلق الأطبّاء لعلاج المصاب به من فكرة وجود منشأ واحد لهذا المرض، وهو وجود المرّة السّوداء في الدِّماغ والمرّة السّوداء هي من الأخلاط الأربعة التي يجب تدبيرها بطريقة المعالجة بالضّدّ، مثل أن يلهي العاشق نفسه عن التّمادي في التفكير بما أهمه، وذلك بمحادثة الأصدقاء وإنشاد الشّعر والنّظر إلى الماء والبساتين والوجوه النّضرة، وإن لم تنجح هذه الوسائل في صرف ذهنه عمّا أهمّه نصحوا بالجمع بين العاشق ومعشُوقه على وجه تبيحه الشّريعة، وإن تعذّر الجمع بين العاشقين فالنّظر من بعيد، وفي حالات العجز المطلق عن لقاء المعشوق كان الأطبّاء يلجؤون إلى إثارة كراهية العاشق لمعشوقه وتحريضه عليه، ويذكرون أحوالًا سيئة عنه مع مساعدة المريض على أن ينشئ علاقة عشق جديدة تنسيه معشوقه الأوّل، ثمّ ينقطع عن الثّاني قبل استحكام العشق فيه، وممّا ينسيه معشوقه أيضًا أن يبني صداقات جديدة وطيدة وحميمة مع من يستلطفه ولا يدنون ممّن تكره قبوله نفسه.[180]

ومع هذه الوسائل العلاجيّة قد تعود السّلامة والقوّة للمصاب، أو قد تصير حاله لدوام الهمّ والسّهر وقلّة الغذاء إلى الإغراق في حالات نفسيّة مرضيّة خطيرة تصل به إلى الجنون والوسواس، ولا سيّما إن خالف المصاب أوامر الطّبيب فيما يتعلّق بالعلاج، فقد يقع حينها في شباك اللّذّة التي تودي به عواقبها إلى الشّقاء في حياته وربّما إلى الموت،[181] وهذا ما حدث مع شابٍّ في بغداد يُقال له ابن الرَّوّاس،[182] فبعد أن ماتت امرأة كان يهواها أصابه حزن شديد عليها وبقي أيّامًا على هذه الحال حتى خنق نفسه ومات وكان ذلك في سنة (480هـ/1087م)[183].

وأخيرًا، لا بدّ من الإشارة إلى أنّ أطبّاء المسلمين اتّخذوا ثلاثة مواقف مختلفة من الحديث عن مرض العشق في كتبهم:

- الأوّل: عدم التّعرّض لهذا المرض إطلاقًا، كما فعل ثابت بن قرّة في كتابه (الذخيرة في علم الطب)، ربّما السّبب الّذي منعه من الحديث عنه عدم قناعته أنّ العشق مرضٌ نفسيٌّ، ويستلزم العلاج أو كبت المجتمع العربيّ وكثرة الممنوعات وحساسية الموضوع.
- الثّاني: العشق مرض نفسيّ وفعل العاشق فعل الكائنات غير العاقلة، مثل موقف الرّازي وعُبيد الله بن بُخْتيشوع (453هـ/1061م).
- الثّالث: العشق مرض نفسيّ وأُدرج في جملة أمراض الرّأس، مثل موقف علي بن عبّاس المجوسي وابن سينا وابن الجزّار القيرواني.

3-4 الأمراض النّفسجسميّة (Psycho-Somatic diseases)

بات معروفًا اليوم مسألة تعلّق كلّ من النّفس والجسد بالآخر تعلقًا طبيعيًّا وثيقًا، فما يصيب الجسد من أمراض يؤثّر في النّفس وقواها، والعكس بالعكس، وتسمّى هذه الأمراض بـ (الأمراض النّفسجسميّة). لقد أدرك أطبّاء المسلمين أنّ مع طول معاناة النّفس سيتأثّر الجسد، وأنّ الأعراض النّفسانيّة تكوّن استجابات انفعاليّة تؤثّر سلبًا على الوظائف العضويّة، فيصاب الإنسان نتيجةً لذلك بعلّة عضويّة نفسيّة المنشأ. وبالمقابل فإنّ أيّ اضطراب في الجسم من الممكن أن تكون له آثاره على النّفس فكما أنّ الجسد يتبع النّفس في أفعالها

فالنّفس أيضًا تتبع الجسد في أحداثه.[184] وبذلك يتّضح أنّ النّفس الإنسانية قد يأتيها الاعتداء من الخارج، أو من الدّاخل، فقد تضطرب إذا تعرّض الإنسان لتجربة قاسية، أو موقف مفزع، وتضطرب أيضًا إذا حدث مرضٌ عضويٌّ.[185]

وضمن هذا النّطاق ضرب الرّازي مثالًا على تأثير العلاقة المتبادلة بين النّفس والجسد بأنّ رجلًا أحبَّ علم الفلسفة حتّى جعلها همّه وأشغل بها فكره، ثم رام أن يبلغ منها ما بلغ الفيلسوف سقراط، فأدام الفكر والنّظر فيها وأقلّ الغذاء والراحة وأطال السّهر فوقع هذا الرجل في وسواس الماليخوليا.[186]

أمّا الطّبيب ثابت بن سنان (363هـ/973م) فقد قدّم دراسة عن أنواع الأحوال النّفسانيّة التي تقف وراء حدوث المرض النّفسجسميّ على النحو الآتي:

- أحوال نفسانيّة ليس للجسد دور في حدوثها، إلّا أنّها تؤثر عليه مثل الإنسان الذي يكون أصلَ سوء ظنّه وكثرة فكره أخبارٌ سمعها، صحيحة أو باطلة، أو مصائب تتوالى عليه، فكلّ ذلك لا صنع ليديه فيه، غير أنّه إذا أطال الفكر فيها والجزع أثّرت في النّفس تأثيرًا يعود بالضّرر على الجسد.
- أحوال نفسانيّة ليس للجسد فيها دور في حدوثها ولا تؤثّر عليه في حدّ الاعتدال: مثل القوّة الّتي يكتسبها الإنسان في رأيه وفكره وفهمه وتحصيله لعلوم يتعلّمها ويرتاض فيها فإنّ ذلك لا يؤثّر في الجسد ولا يغيّر مزاجه بنفسه، إلّا أن يفعل ذلك متجاوزًا حدّ الاعتدال: «بأن يقع فيه تلف بكدّ البدن أو بسهره فيكون الكدّ والسّهر وكثرة الفكر تؤثّر في البدن».
- أحوال نفسانيّة تكون من جهة الجسد والنّفس وتؤثّر فيهما معًا: مثل أن يطرأ على الإنسان بسبب سوء التّدبير في المطعم والمشرب أو غير ذلك صنف من الخلط السّوداويّ يكسب صاحبه سوء الفكر وسوء الظّنّ فإنّه تتغيّر بذلك أخلاقه من جهتين: إحداهما جسدية من جهة الخلط السّوداويّ، والأخرى نفسانيّة من جهة ما يحدثه الفكر السّوداويّ من الاعتقادات الرديئة والظّنون الفاسدة.[187]

وهذه الأحوال النّفسانيّة المضطربة قد تتسبّب في حدوث أعراض مرضيّة ظاهرة على الجسد، مثل ارتفاع مفاجئ في حرارة الجسم واختلال في نبضات القلب واصفرار اللّون.[188]

ومن جهة أخرى، تحدثوا عن ما تسببه أمراض الجسد من اضطرابات نفسية، مثل ما تسببه اضطرابات الجهاز الهضمي من إثارة الجهاز العصبي المركزي فيزيد ذلك من القلق والتوتر واضطراب المزاج في المنطقة الدّماغية المسؤولة عن التّوتر والانفعال عند الإنسان، فيقول الطّبيب الزّهراوي (400هـ/1009م) في ذلك «العلّة النّافخة هي رياح تتولد في المعدة تضر بالنفس والبدن ضررًا عظيمًا، وتتولد من خلط سوداوي وهذه الرياح... أحدثت في النفس الحزن والفزع الدائم وتوقع الموت والتفكر في الأشياء، بخلاف ما للفكر أن يجول فيها، وذلك لما يصعد إلى الدماغ من بخار المرة السوداء».[189]

إن المعلومات السّابقة التي توصل إليها أطبّاء العصر العبّاسيّ تؤكّد حقيقة مهمّة في الطّبّ الحديث وهي أنّ الإنسان كِيان واحد لا يمكن تجزئته، فآلام النّفس هي آلام للجسد والعكس بالعكس،[190] فينبغي له أن يحرص قدر المستطاع على راحة جسده من الانفعالات النّفسانيّة؛ «لِئلّا يخور البدن وينهدّ».[191]

5- خاتمة

يَخرج المرء من هذه الرِّحلة التّاريخيَّة الماتعة وهو أكثر إيمانًا وثقة بالعقليّة العربيّة، تلك العقليّة الّتي حرصت على اِلتماس المعرفة حيثما وجدت، وترجمت ما وصل إلى أيدي علمائها من كتب طبّيّة فدرسوها جيّدًا وزادوها ثراءً من عقولهم فضرب أطبّاء المسلمين في العصر العبّاسيِّ سَهمًا وَافِرًا في مضمار المعرفة بعلم الصِّحَّة النَّفسيَّة، بعد أن فهموا العديد من جوانب الطّبيعة البَشريّة فأدركوا خطورة المرض النّفسيّ وتعرَّفُوا إلى أسبابه وأعراضه وكيفيّة حدوثه داخل الجسم ومراحل تطوُّره وأساليب تشخيصه وطرق علاجه، وهذا ما جعل الفكر الطّبّيّ عندهم يمتاز بالموضوعيّة والبعد عن الخرافة والشَّعوذة إلى حدٍّ كبيرٍ. ومن خلال ما عُرض في البحث من معلومات تمَّ التوصل إلى عددٍ من النَّتائج يُذكر منها:

- أسبقية أطبّاء العصر العباسي في الاهتمام بالصحة النفسية للإنسان، فتحدَّثوا عن الاضطرابات النّفسيّة والسُّلوكيّة قبل غيرهم بمئات السّنين، وأكدوا مسألة تشابك الصِّحَّة النَّفسيَّة بالصّحّة الجسدية على أساس تشابك النّفس بالجسد، فركّزوا على دور العوامل النّفسانيّة في الصّحّة والمرض النّفسيّ والجسديّ.
- اتَّجه أطبّاء المسلمين اتّجاهًا نقديًّا في دراسة علم الطّبّ.
- تميّز أطبّاء المسلمين بالمعرفة الموسوعيّة والممارسة العمليّة في الممارسة التّشخيصيّة والعلاجيّة، فجاءت كتاباتهم في الطّبّ النّفسيّ بعد قطع شوطٍ طويلٍ في مشاهدة الحالات المرضيّة وتَشخيص الأعراض وعلاجها.
- أحرز أطبّاء المسلمين توازنًا بين الفكر والقياس في علم الطّبّ.
- نظر أطبّاء المسلمين للأمراض النّفسيّة بصورة شُموليّة مهتمّين بتشخيصها وتصنيفها ومعرفة أسبابها وأعراضها وعلاجها.
- استطاع أطباء المسلمين أن يُفرِّقوا بين المرض النّفسيّ والمرض العقليّ، أو ما تعارف النّاس على تسميته آنذاك بـ (الجنون)، كما ميّزوا بين المرض العقلي العضوي الذي قد يحدث لأسباب عضويّة، وبين المرض العقلي الوظيفيّ الذي قد يحدث بسبب اضطراب كيمياء الدِّماغ الّتي أطلقوا عليها (السّوداء المحترقة).
- جمع أطبّاء المسلمين بين أسلوبي الوقاية والعلاج لتحقيق مصالح الأبدان والأنفس وفق رؤية واضحة.
- أدرك أطبّاء المسلمين خطورة تطوّر المرض النّفسيّ إلى اضطراب عقليّ بعد مدةٍ من نشأة المرض وبقائه دون علاج.
- عكست مصنّفات أطبّاء المسلمين الطّبّيّة بوضوح قدرة المؤلف على تنظيم أفكاره وعناصره في محتوياتها، إلى جانب ما يلمسه الباحث من عمق التّناول الذي بدا جليًّا نتيجة الخبرة الطّبّيّة.
- فكّر أطباء المسلمين تفكير العالم الطّبيب، وكتبوا بلغة الفيلسوف الأديب، فظهرت في العديد من مصنفاتهم حكمة عالية.

ويبقى أن نقول: إنه مع الإقرار بأنّنا ما زلنا عاجزين عن إيفاء أطباء المسلمين حقهم، وأنّ إنجازاتهم ما زالت تعيش في علومنا حتّى اليوم، غير أنّه ونحن نقرأ عن أفكارهم في علم الصِّحَّة النَّفسيَّة، ربّما على الصّعيد العلميّ-العمليّ لن نتعلّم منها كثيرًا، فنظريّات علماء النّفس في العصر الحديث قد تجاوزت نظريّات الرّازي والبلخي ومسكويه وابن سينا... إلخ، ولكنّنا ومؤكّدًا حين نقرأ لهؤلاء وعن هؤلاء سنتنبّه ونشعر كأنّنا كنّا نيامًا واستيقظنا وحينها سنعلم تمامًا لماذا نكتب التّاريخ.

ومع أنَّ المختصين النّفسانيّين والأطبّاء هم أقدر من غيرهم على فَهْم هذا التّراث الطّبّيّ- النّفسيّ وتمحيصه ونقده نقدًا موضوعيًّا- طبّيًّا، ولكن كان الدّافع الذي سمح للباحثة بالتّجرؤ على طرق أبواب هذه الصروح العلمية المهمة والدقيقة هو حَسبُها أن يُعيد هذا البحث المتواضع الثّقة لنُفوس بعض المتخصِّصين النّفسانيين بأمجاد حضارة ديار الإسلام، وأن يُعينهم على ربط التّراث النّفسانيّ العربيّ الإسلامي بآخر مستجدات علم الصِّحَّة النَّفسيَّة، فيحفِّزهم على استكمال طريق الأجداد، وليبقى الأمل حيًّا في نفوسنا أنّ ربيعًا جديدًا مفعمًا بالحياة سيأتي وينطق العلم فيه مرّة أخرى باللّغة العربيّة.

المراجع

1 ابن النديم، أبو الفرج محمد بن إسحاق. الفهرست، تحقيق إبراهيم رمضان. بيروت، لبنان. دار المعرفة؛ 1417هـ/ 1997م، صفحة 369.

2 القاسم، مظفر. تاريخ الطب النّفسيّ في العراق، المجلة العربيّة للطب النّفسيّ، (مج12، ع1)، الأردن. اتحاد الأطبّاء النفسانيين العرب؛ 1414هـ/ 2001م، صفحة 56.

3 الماجدي، خزعل. بخور الآلهة دراسة في الطب والسحر والأسطورة والدين. عمان، الأردن، الأهلية للنشر والتوزيع؛ 1418هـ/ 1998م، صفحة 143.

4 حربي، خالد. علوم حضارة الإسلام ودورها في الحضارة الإنسانية. سلسلة كتاب الأمة، (س24، ع104). قطر، وزارة الأوقاف والشؤون الإسلاميّة؛ 1425هـ/ 2004م، صفحة 208.

5 السامرائي، كمال. مختصر تاريخ الطب العربي. بيروت، لبنان. دار النضال؛1410هـ/ 1990م، جزء 1، صفحات 46-47، 51.

6 الصّرع: اضطراب يصيب صاحبه بالتشنج وفقدان القدرة على الإحساس أو الحركة، وهو عبارة عن عدة أمراض تشترك كلها في حدوث نوبات يختل فيها نشاط المخ، وربما أزبد معها المريض، أو بال، أو أنجى، أو قذف المني، ثم يُفيق ويرجع إلى حاله، وأكثر ما يصيب الذكور؛ ولذلك عرف باسم أم الصبيان. (القمري، الحسن بن نوح. التّنوير في الاصطلاحات الطبية، تحقيق غادة حسن الكرمي. الرياض، المملكة العربية السعودية. مكتب التربية العربي لدول الخليج؛ 1411هـ/1991م، صفحة 52؛ ابن سينا، أبو علي الحسن. القانون في الطب. بيروت، لبنان؛ 1420هـ/1999م، جزء 2، صفحة 121؛ العيسوي، عبد الرحمن. علم النّفس الإكلينيكي. الدار الجامعية؛ 1412هـ/1992م، صفحة 302).

7 ابن حجر، أبو الفضل شهاب الدين. فتح الباري شرح صحيح البخاري، قام بإخراجه وصححه محب الدين الخطيب. بيروت، لبنان، دار المعرفة؛ 1379هـ/1959م، جزء 10، صفحة 114).

8 بورتر، روي. موجز تاريخ الجنون، ترجمة ناصر مصطفى. أبو ظبي، الإمارات العربيّة المتحدة، هيئة أبو ظبي الثقافة والتراث؛ 1433هـ/ 2012م، صفحة 24

9 الحاج، سمية. التصورات الاجتماعية للمرض العقلي لدى الأطبّاء. (رسالة ماجستير)، الجزائر، جامعة محمد خيضر؛ 1434هـ/ 2013م، صفحة 67.

10 الموصلي، داود بن ناصر الدين. روضة الألباء في تاريخ الأطبّاء، (مخطوط)، (1173هـ/1760م). مكتبة د. محمد بن تركي التركي، https://www.alukah.net/، صفحة19؛ بورتر، روي. موجز تاريخ الجنون. صفحة 24.

11 ابن أبي أصيبعة، أحمد بن القاسم. عيون الأنباء في طبقات الأطبّاء، تحقيق نزار رضا. بيروت، لبنان. دار مكتبة الحياة؛ (د.ت)، صفحات 47، 49.

12 ديورانت، ول. قصة الحضارة، ترجمة زكي محمود. بيروت، لبنان، دار الجيل؛ 1408هـ/ 1988م، جزء7، صفحة190؛ بورتر، روي. موجز تاريخ الجنون. صفحة 49.

13 الماليخوليا: أو المالنيخوليا، أو الماخوليا، أو ما تعرف أيضًا بالسَّوداويّة؛ هي تغيّر الأفكار والظنون عَن المجرى الطبيعي إلى خوف ومزاج سوداوي يسيطر على الدِّماغ. (ابن سينا. القانون، جزء2، صفحة 103). وهي في الأصل مصطلح يوناني، مركب من لفظين مختلفين يتكاملان معًا في تشكيل دلالته: (Melanos) وتعني الأسود، و(Kholé) وتعني المرَارة، والتّضافر بين اللفظين يدل على الغدة المسؤولة على تخزين وإفراز خليط السوداء وتحريره في الجهاز الهضمي، وقد عرّفها الطّبّ الحديث بأنها حالة من الاضطراب النّفسيّ الاكتئابي -حسب تصنيف الجمعية الأمريكية للطّبّ النّفسيّ- تظهر آثارها بوضوح في الجانب الانفعالي لشخصية المريض، وهي من أكثر الاضطرابات النّفسيّة شيوعًا في العالم، وتستلزم تدخل الطّبّ النّفسيّ للخروج من هذه الحالة المرضيّة. (American Psychiatric Association. Depression, www.psychiatry.org)

14 القمري. التنوير. صفحة 72؛ ابن سينا، أبو علي الحسن بن عبد الله. الأرجوزة السينائية. بريطانية، أكاديمية هارفارد للمخطوطات؛ 1244هـ/1829م، صفحة 4.

15 البلغم: كل خلط يخرج من الفم بالقيء، أو بالبصاق، أو بالتنخّع، أو ينحدر من الرأس، ولا طعم له في طبيعته. (الرّازي، أبو بكر. المنصوري في الطب، تحقيق حازم البكري الصديقي. الكويت. منشورات معهد المخطوطات العربية، الكويت؛ 1408هـ/ 1987م، صفحة 30).

16 المِرَّة السوداء: عصارة في جسم الإنسان. وهي عكرة الدم ومسكنها الطحال، ويسميها الحكماء الخلط الأسود؛ ليفصلوا ما بينها وبين المرّة السّوداء الخارجة عن الطبيعة، والتي تحدث بسبب احتراق سائر أخلاط الجسم، ومن هذا النوع يكون الغم والأفكار الرديئة. (الرازي. المنصوري. صفحة 32؛ ابن سينا. الأرجوزة. صفحة 9).

17 المِرَّة الصّفراء: عصارة في جسم الإنسان، تتولد في الكبد والمعدة. (الرازي. المنصوري. صفحة 31).

18 القمري. التنوير. صفحة 73؛ ابن رشد، أبو الوليد محمد بن أحمد. تلخيصات ابن رشد إلى جالينوس. إسبانيا، المجلس القومي الإسباني للبحوث CSIC Press؛ 1404هـ/1984م، صفحة 27؛ ابن أبي أصيبعة. عيون الأنباء. صفحة 146؛ القلسي، عبد الرزاق. الاكتئاب والطب النّفسيّ في الحضارة العربيّة الإسلامية. مؤسسة مؤمنون بلا حدود للدراسات والأبحاث، https://www.mominoun.com/؛ 1436هـ/2015م، صفحة 4.

19 الرازي، أبو بكر. الحاوي في الطب، تحقيق هيثم طعيمي. بيروت، لبنان، دار إحياء التراث العربي؛ 1422هـ/2002م، جزء 3، صفحة 456؛ ابن رشد. تلخيصات. صفحة 29.

20 ابن رشد. تلخيصات. صفحة 28؛ ابن أبي أصيبعة. عيون الأنباء. صفحة 49؛ الموصلي. روضة الألباء. صفحة 25.

21 تنبغي الإشارة إلى أن مصطلح (المزاج) في التراث الطبي العربي، يختلف كل الاختلاف عن معنى مصطلح (المزاج) الذي يستعمل حديثًا، ترجمة للكلمة الإنكليزية (Temperament) التي تعني؛ حساسية الفرد للمواقف الانفعالية، وقابليته لإظهار التغيرات في حالته النّفسيّة، أمّا معنى (المزاج) في التّصانيف الطّبّيّة التّراثيّة؛ فهو كيفية حاصلة عن تفاعل القوى الأوليّة في الأركان الأساسية للجسد، وهي: الحرارة، والبرودة، والرطوبة، واليبوسة؛ ولذلك تكلم الأطبّاء عن مزاج الجسد بأكمله، أو عن مزاج عضو معين من أعضاء الجسد، فإذا انحرف عضو معين عن الاعتدال والتوازن، بأن زادت حرارته، أو رطوبته، أو يبوسته، أو برودته، طرأت على هذا العضو بعض الأعراض المرضية الجسمية، أو النّفسيّة، أو النفسجسمية، ويعرف مزاج الإنسان من: اللون، والسحنة، واللمس، والأفعال. (الرازي. المنصوري. صفحة 79؛ مجموعة من المؤلفين. علم النّفس في التراث، إشراف وتقديم: محمد عثمان نجاتي. القاهرة، مصر، دار السلام؛ 1429هـ/2008م، جزء 1، صفحة 252).

22 ابن رشد. تلخيصات. صفحات 49-51؛ ابن أبي أصيبعة. عيون الأنباء. صفحة 135.

23 ابن أبي أصيبعة. عيون الأنباء. صفحة 133؛ الأماسي، ابن الخطيب محمد بن قاسم. روض الأخيار المنتخب من ربيع الأبرار. حلب، سوريا، دار القلم العربي؛ 1432هـ/2011م، صفحة 224؛ Pecham Henry. Minerva Britanna. printed in Shoe- Lane by Wa: Dight, London, 1612, VOl2, P126-132؛ الحبيب، طارق. لمحة موجزة عن تاريخ الطب النّفسيّ في بلاد المسلمين. الرياض، المملكة العربيّة السعودية، دار المسلم؛ 1419هـ/1999م، صفحة 14.

24 جالينوس، كلاوديس. سوء المزاج، (مخطوط)، ترجمة حنين بن إسحاق. إسبانيا، دير الإسكوريال. رقم 879، صفحات 1-3.

25 ديورانت. قصة الحضارة. جزء 7، صفحة 184.

26 عن ابن عباس: أن رسول الله (ﷺ) قال: "يَدْخُلُ الجَنَّةَ مِنْ أُمَّتِي سَبْعُونَ أَلْفًا بِغَيْرِ حِسَابٍ، هُمُ الَّذِينَ لا يَسْتَرْقُونَ، وَلا يَتَطَيَّرُونَ، وَعَلَى رَبِّهِمْ يَتَوَكَّلُونَ". (البخاري، أبو عبد الله محمد بن إسماعيل: الجامع المسند الصحيح المختصر من أمور رسول الله (ﷺ) وسننه وأيامه (صحيح البخاري)، تحقيق محمد الناصر. جدة، المملكة العربية السعودية، دار طوق النجاة؛ 1422هـ/2001م، جزء 8، صفحة 100).

27 البخاري. صحيح البخاري. جزء 7، صفحات 135وما بعدها.

28 عن المغيرة بن شعبة، عن نبي الله محمد (ﷺ): «من اكتوى أو استرقى فقد برئ من المتوكّل». والمقصود هنا؛ استرقاء الجاهلية. (ابن حنبل، أبو عبد الله أحمد بن محمد بن حنبل. مسند الإمام أحمد بن حنبل، تحقيق شعيب الأرنؤوط وآخرين. بيروت، لبنان، مؤسسة الرّسالة؛ 1421هـ/2001م، جزء 30، صفحة 116).

29 مسلم، أبو عبد الحسن بن الحجاج. المسند الصحيح المختصر بنقل العدل عن العدل إلى رسول الله (ﷺ)، تحقيق محمد عبد الباقي. بيروت، لبنان، دار إحياء التراث العربي؛ (د.ت)، جزء 4، صفحة 836.

30 القمري. التّنوير. صفحة 74.

31 البلخي، أبو زيد. مصالح الأبدان والأنفس، تحقيق مالك بدري ومصطفى عشوي. الرياض، المملكة العربية السعودية. مركز الملك فيصل للبحوث والدراسات؛ 1424هـ/2003م، صفحة 118.

32 ابن قرة، ثابت بن سنان. تهذيب الأخلاق، (مخطوط)، 834هـ/1430م. القاهرة، مصر. معهد المخطوطات العربية، المنظمة العربية للتربية والثقافة والعلوم؛ (د.ت)، رقم 954، صفحة 38.

33 ابن رضوان، علي. دفع مضار الأبدان بأرض مصر. القاهرة، مصر. دار النصر للطباعة الإسلامية؛ 1415هـ/1995م، صفحة 125؛ ابن بطلان، أبو الحسن المختار. تقويم الصّحّة، (مخطوط)، 610هـ/1213م. الدوحة، قطر. مكتبة قطر الوطنية؛ 1437هـ/2017م، رقم 1347، صفحة 14.

34 الطّبري، ابن ربن. فردوس الحكمة في الطب، تحقيق محمد زبير الصديقي. برلين، ألمانيا. مطبع آفتاب؛ 1346هـ/1928م، صفحة 123.

35 ابن سينا. القانون. جزء 1، صفحة 35.

36 السامرائي. مختصر تاريخ الطب. جزء2، صفحة 238.

37 مسكويه، أبو علي أحمد. رسالة في الطّبيعة، (مخطوط)، رقم 1463. محفوظ في مجموعة راغب باشا، صفحة 1).

38 بوعود، أسماء. الاضطرابات النفسية بين السيكولوجيا الحديثة والمنظور الإسلامي. مجلة الراسخون، إصدارات لجنة التراث النفسي العربإسلامي؛ 1435هـ/ 2014م؛ العدد 8، الصفحة 33.

39 الرّازي. المنصوري. صفحة 80.

40 ابن أبي أصيبعة. عيون الأنباء. صفحة 135.

41 الشكل من تصميم الباحثة.

42 الشكل من تصميم الباحثة.

43 الطّبري. فردوس الحكمة. صفحة 125.

44 الزهراوي، أبو القاسم. التصريف لمن عجز عن التأليف، تحقيق صبحي حمامي. الكويت. مؤسّسة الكويت للتقدم العلمي، إدارة الثّقافة العلمية؛ 1424هـ/2004م، صفحة 167.

45 بقيت نظرية الأخلاط هي النظرية الطبية السائدة إلى أوائل القرن التاسع عشر الميلادي؛ إذ حلت محلها النظرية الخلوية. (بايم، وليام. تاريخ الطب. القاهرة، مصر، مؤسسة هنداوي؛ 2016م، صفحة 95).

46 التميمي، أبو عبد الله محمد. مادة البقاء في إصلاح فساد الهواء والتحرز من ضرر الوباء، تحقيق يحيى شعار. القاهرة، مصر، المنظمة العربيّة للتربية والثقافة والعلوم، معهد المخطوطات العربيّة؛ 1425هـ/2004م، صفحات 53-54، 71، 132.

47 الطبري، ابن ربن. حفظ الصّحّة، تحقيق محمود مصري. الرباط، المملكة المغربية. منشورات المنظمة الإسلامية للتربية والعلوم والثقافة- إيسيسكو؛ 1432هـ/2011م، صفحة 104.

48 المجوسيّ، علي بن عبّاس. كامل الصّناعة الطبية (الملكي)، (مخطوط)، 911هـ/1505م. الرياض، المملكة العربيّة السعودية، جامعة الملك سعود؛ (د.ت)، رقم 3361، جزء 1، صفحة 5.

49 مِسكويه، أبو علي أحمد. تهذيب الأخلاق وتطهير الأعراق، تحقيق ابن الخطيب، ط1. مكتبة الثقافة الدينية؛ (د.ت)، صفحة 185.

50 صادق، عادل. الطّبّ النّفسيّ. جدة، المملكة العربية السعودية. الدار السعودية للنشر والتوزيع؛ (د.ت)، صفحات 10-11.

51 البلخي. مصالح الأبدان. صفحة 31.

52 الرّازي، زين الدين. مختار الصحاح، تحقيق يوسف الشيخ محمد، ط5. بيروت، لبنان. المكتبة العصرية؛1420هـ/1999م، جزء 1، صفحة 72.

53 الكنديّ، أبو يوسف يعقوب. رسالة في الحيلة لدفع الأحزان، تحقيق عبد الرحمن بدوي. بيروت، لبنان. دار الأندلس؛ (د.ت)، جزء 1، صفحة 195؛ البلخي. مصالح الأبدان. صفحة 93؛ مِسكويه. تهذيب الأخلاق. صفحة 224.

54 البلخي. مصالح الأبدان. صفحة 93.

55 البلخي. مصالح الأبدان. صفحة 82.

56 مِسكويه. تهذيب الأخلاق. صفحة 226.

57 الكنديّ. رسالة في الحيلة لدفع الأحزان. جزء 1، صفحات 12-13.

58 صادق. الطّبّ النّفسيّ. صفحات 31-33.

59 البلخي. مصالح الأبدان. صفحات 126-127.

60 مِسكويه. تهذيب الأخلاق. صفحة 215.

61 لم تجد الباحثة معلومات وافية عن هذا الثائر وفق مصادر البحث.

62 ابن عذاري، أبو عبد الله محمد بن محمد. البيان المغرب، تحقيق ج. س. كولان، ط3. بيروت، لبنان. دار الثقافة؛ 1403هـ/1983م، جزء 1، صفحة 131.

63 البلخي. مصالح الأبدان. صفحة 38.

64 ابن زايد، عبد الله. الصحة النّفسيّة عند أبي زيد البلخي من خلال كتابه مصالح الأبدان والأنفس، (رسالة ماجستير). إربد، الأردن. جامعة اليرموك؛ 1430هـ/2009م، صفحة 42.

65 مِسكويه. تهذيب الأخلاق. صفحة 203؛ ابن بختيشوع، عبيد الله بن جبرائيل. الروضة الطّبّية، (مخطوط). لندن، المملكة المتّحدة، المكتبة البريطانية، https://al-mostafa.info/؛ (د.ت)، رقم 10989، صفحة 16.

66 البلخي. مصالح الأبدان. صفحة 126.

67 مِسكويه. تهذيب الأخلاق. صفحة 203.

68 ابن بختيشوع. الروضة الطّبّية. صفحة 16.

69 مِسكويه. تهذيب الأخلاق. صفحات 203-204.

70 البلخي. مصالح الأبدان. صفحة 130.

71 ابن أبي أصيبعة. عيون الأنباء. صفحة 277.

72 البلخي. مصالح الأبدان. صفحات 130-133.

73 الكنديّ، أبو يوسف يعقوب. رسائل الكنديّ الفلسفيّة «رسالة حدود الأشياء ورسومها»، تحقيق محمد أبو ريدة. القاهرة، مصر. دار الفكر العربي؛ 1372هـ/1953م، جزء 1، صفحة 273.

74 صادق. الطّبّ النّفسيّ. صفحة 177.

75 الرّازي، أبو بكر. الطب الرّوحاني، تحقيق عبد اللطيف العبد. القاهرة، مصر، مكتبة النهضة المصرية؛ 1398هـ/1978م، صفحة 50.

76 ابن أبي أصيبعة. عيون الأنباء. صفحات 302-303.

77 ابن قرة. تهذيب الأخلاق. صفحات 35-36.

78 صادق. الطّبّ النّفسيّ. صفحة 178.

79 ابن قرة، ثابت. الذخيرة في علم الطب، تحقيق أحمد المزيدي. بيروت، لبنان، دار الكتب العلمية؛ 1418هـ/1998م، صفحة 15.

80 الرّازي. الطب الرّوحاني. صفحات 71-72.

81 المجوسيّ. كامل الصّناعة. جزء2، صفحة 19.

82 نجاتي، محمد عثمان. الدراسات النّفسانية عند العلماء المسلمين. بيروت، لبنان، دار الشروق؛ 1414هـ/ 1993م، صفحات 83-84.

83 مِسكويه. تهذيب الأخلاق. صفحات 18-39؛ ابن أبي أصيبعة. عيون الأنباء. صفحة 550.

84 ابن سينا، أبو علي الحسن. الإلهيات من كتاب الشفاء، تحقيق حسن زاده آملي. قم، إيران، دفتر تبليغات إسلامي حوزة علمية قم؛ 1374هـ/1954م، صفحة 507.

85 ابن عمران، إسحاق. مقالة في الماليخوليا، تحقيق الراضي الحجازي. تونس، المجمع التونسي للعلوم والآداب والفنون «بيت الحكمة»؛ 1430هـ/2009م، صفحات 40-41.

86 نجاتي. الدراسات النّفسانية، صفحات 84-85.

87 ابن قرة. تهذيب الأخلاق. صفحة 135.

88 ابن قرة. تهذيب الأخلاق. صفحات 103-109.

89 مِسكويه. تهذيب الأخلاق. صفحة 198.

90 صادق. الطّبّ النّفسيّ. صفحات 127-128.

91 صادق. الطّبّ النّفسيّ. صفحة 21.

92 ابن سينا. القانون. جزء 2، صفحة 96.

93 ابن سينا. القانون. جزء 2، صفحة 123.

94 ابن عمران. مقالة في الماليخوليا. صفحة 49.

95 صادق. الطّبّ النّفسيّ. صفحة 141.

96 مِسكويه. تهذيب الأخلاق. صفحة 194.

97 الرازي. الحاوي. جزء1، صفحة 57.
98 صادق. الطّبّ النّفسيّ. صفحة 23.
99 الرازي. الحاوي. جزء 1، صفحة 61.
100 النيسابوري، أبو القاسم الحسن. عقلاء المجانين، تحقيق محمد زغلول. بيروت، لبنان، دار الكتب العلمية؛ 1405ه/1985م، صفحة 27.
101 الرازي. الحاوي. جزء 1، صفحة130.
102 ابن سينا. القانون. جزء 2، صفحة 98.
103 القمري. التّنوير. صفحة 52.
104 ابن سينا. القانون. جزء 2، صفحة 99.
105 ابن سينا. القانون. جزء 2، صفحة 65.
106 ابن عمران. مقالة في الماليخوليا. صفحة 34.
107 الشائع الآن في الطّبّ الحديث هو العكس، أي؛ إنّ نسبة الإصابة بين النّساء بالاكتئاب أكثر من الرّجال. (العيسوي. علم النّفس. صفحة 295).
108 الرّازي. الحاوي. جزء 1، صفحة 63.
109 التميمي، أبو عبد الله محمد. مادة البقاء في إصلاح فساد الهواء والتحرز من ضرر الوباء، تحقيق يحيى شعار. القاهرة، مصر، المنظمة العربيّة للتربية والثقافة والعلوم، معهد المخطوطات العربيّة؛ 1425ه/2004م، صفحة 318.
110 ابن أبي أصيبعة. عيون الأنباء. صفحة 547.
111 مسكويه، أبو علي أحمد. رسالة في النّفس والعقل، (مخطوط)، محفوظ في مجموعة راغب باشا، موقع كتاب بديا، https://ketabpedia.com/؛ (د.ت)، رقم 1463، صفحة 65.
112 ويعرف هذا المرض في الطّبّ النّفسيّ الحديث بـ (بوانتروبي Boanthropy) أو متلازمة البقرة وهو اضطراب نفسي يخال معه المصاب نفسه بقرة أو ثورًا. (Hanna, Donncha, Dempster Martin. Research Methods in Psychology For Dummies. T J International l.t.d, Cornwall, UK, 2015, p124)
113 السّمرقندي، النظامي العروضي. مجمع النوادر أو جهار مقالة. القاهرة، مصر، مكتبة الثقافة الدينية؛ 1420ه/2000م، صفحة 55.
114 ذهان الهوس الانهياري: هو ذهانٌ ينتمي إلى مجموعة الأمراض النّفسيّة المزاجيّة، الّتي تتميّز باضطرابات دوريّة لمزاج المريض ووجدانه، ويكون لها حينًا طابع الهوس، وحينًا آخر طابع الاكتئاب، وفي العادة تعقب هذه النّوبات فترات من اعتدال المزاج والوجدان. (النّابلسي، محمّد. ذهان الهوس الانهياري الاضطراب المزاجي ثنائيّ القطب. مجلة الثّقافة النّفسيّة المتخصصة، (ع74/ مج19)، طرابلس، لبنان، مركز الدراسات النّفسيّة والنّفسيّة- الجسدية؛ 1428ه/2008م، صفحة 77).
115 ابن سينا. القانون. جزء 2، صفحات 11، 107.
116 الفصام الكتاتوني (Catatonic Schizophrenia): أو الجامود، نوع من الفصام، أبرز أعراضه: السبات، والذهول، والغيبوبة الكتاتونية. (غانم، محمد حسن. الاضطرابات النفسية والعقلية والسلوكية. القاهرة، مصر، مكتبة الأنجلو المصرية؛ 1439ه/2018م، صفحة 189).
117 يعرف بالطّبّ الحديث بذهان الهوس الاكتئابي Manic-Depressive Psyhosis
118 ابن سينا. القانون. جزء 2، صفحة 103؛ ابن أبي أصيبعة. عيون الأنباء. صفحة 732.
119 ابن سينا. القانون. جزء 2، صفحة 103.
120 ابن سينا. القانون. جزء 2، صفحة 103.
121 ابن سينا. القانون. جزء 2، صفحة 101.
122 يقابله في الطّبّ النّفسيّ الحديث مرض البورفيريا (Porphyria)؛ وهو مرض نادر قابل للتوارث، ينجم عن اختلال تمثيل الحديد في الجسم، ومن أعراضه: المغص، والبول الأسود، ويصبح المريض بعد ذلك شديد الشحوب، وبارز الأنياب، وفي حالات نادرة جدًّا تستطيل الأظفار، ويتجعد الجلد، وتصير الحواجب كثيفة، والشفاه مشققة، والعينان حمراوين، والاسم اللاتيني لهذا المرض هو (لايكا أنثروبي)؛ أي حالة التصور الذئبي. (الأتاسي، محمد إبراهيم. من تاريخ طب النفس والأعصاب عند العرب والمسلمين. بيروت، لبنان، دار الكتب العلمية؛ 1435ه/2014م، صفحة 107).
123 المجوسيّ. كامل الصّناعة. جزء1، صفحة 120.
124 ابن جزلة، يحيى بن عيسى. تقويم الأبدان في تدبير الإنسان، (مخطوط). القاهرة، مصر دار الكتب الخديوية المصرية؛ (د.ت)، رقم 583، صفحة 19.
125 المجوسيّ. كامل الصّناعة. جزء 1، صفحة 120.
126 الرّازي، أبو بكر محمد بن زكريا. التقسيم والتشجير. تحقيق صبحي حمامي، حلب، معهد التراث العلمي العربي؛ 1412ه/1991م، ص95؛ ابن سينا. القانون. جزء 2، صفحة 111؛ ابن جزلة. تقويم الأبدان. صفحة 19.
127 ابن الدوَاداري، أبو بكر. كنز الدرر وجامع الغرر، تحقيق دوروتيا كرافولسكي. القاهرة، مصر، عيسى البابلي الحلبي؛ 1413ه/1992م، جزء 6، صفحة 350.
128 القُطرب: قيل في معنى كلمة (القُطرب)؛ صغار الكلاب، صغار الجن، اللص، الفأرة، ذكر العسالي (السعادين)، الجبان، دويبة تكون على وجه الماء تتحرك عليه حركات مختلفة بلا نظام وكل ساعة تغوص وتهرب ثم تظهر، ذبابة لا تفتر عن الحركة، تضيء بالليل كأنّها شُعلة. (ابن سينا. القانون. جزء 2، صفحة 111؛ ابن منظور، جمال الدّين. لسان العرب، بيروت، لبنان، دار صادر؛ 1414ه، جزء 1، صفحة 683؛ الزبيدي، مرتضى. تاج العروس من جواهر القاموس، تحقيق جماعة من المختصين. الكويت، وزارة الإرشاد والأنباء؛ 1422ه/2001م، جزء 4، صفحات 62-63).
129 المجوسيّ. كامل الصّناعة. جزء1، صفحة 120؛ ابن سينا. القانون. جزء 2، صفحة 111.
130 الرّازي. التقسيم. صفحة 95؛ ابن سينا. القانون. جزء 2، صفحة 111.
131 القلسي، عبد الرزاق. الاكتئاب والطب النّفسيّ في الحضارة العربيّة الإسلامية. مؤسسة مؤمنون بلا حدود للدراسات والأبحاث، https://www.mominoun.com/؛ 1436ه/2015م، صفحة 9.
132 المجوسيّ. كامل الصّناعة. صفحة 120؛ ابن سينا. القانون. جزء 2، صفحة 111.
133 الرازي. الحاوي. جزء 1، صفحة 57؛ الزهراوي. التصريف. صفحة 425.
134 سمّي هذا المرض مراقية أو مراقيا؛ نسبة إلى مراق البطن؛ وهو ما رقّ ولان في أسفله. (الرّازي. مختار الصحاح. جزء 1، صفحة 127).
135 الرازي. الحاوي. جزء 1، صفحة 57؛ ابن سينا. القانون. جزء 2، صفحة 104.
136 الرازي. الحاوي. جزء 1، صفحة 57؛ أبو سهل المسيحي، عيسى. المائة في الطّبّ، دمشق، سوريا، المعهد الفرنسي للدراسات العربيّة؛ 1420ه/2000م، صفحة 349؛ ابن سينا. القانون. جزء 2، صفحة 104.
137 العيسوي. علم النّفس. صفحة 293.
138 الرازي. الحاوي. جزء 1، صفحات 57، 60.
139 لم تجد الباحثة له ترجمة وافية في المصادر التي اطلعت عليها.
140 التميمي. مادة البقاء. صفحة 319.
141 ابن الجزّار، أبو جعفر أحمد. زاد المسافر وقوت الحاضر، تحقيق محمد سويسري وآخرين. تونس، المجموعة التونسية للعلوم والآداب والفنون؛ 1419ه/1999م، جزء 1، صفحة 110.
142 الرازي. الحاوي. جزء 1، صفحة 57.
143 الرازي. الحاوي. جزء 1، صفحات 57، 60؛ ابن الجزّار. زاد المسافر. جزء 1، صفحة 305.
144 ابن الجزّار، أبو جعفر أحمد. كتاب في المعدة وأمراضها ومداواتها، سلسلة كتب تراث، (ع98). بغداد، العراق، منشورات وزارة الثقافة والإعلام؛ 1400ه/1980م، ع98، صفحة 185.
145 البلخي. مصالح الأبدان. صفحة 128.
146 البلخي. مصالح الأبدان. صفحة 158.
147 ابن زايد. الصحة النّفسيّة. صفحة 56.
148 البلخي. مصالح الأبدان. صفحة 147.
149 سرحان، وليد. الوسواس القهري، عمان، الأردن، دار مجدلاوي؛ 1429ه/ 2008م، صفحة 23.
150 البلخي. مصالح الأبدان. صفحة 157.
151 لا يؤكد الطّبّ النّفسيّ الحديث علاقة الوراثة بالإصابة بالوسواس القهريّ. (صادق، عادل. الطّبّ النّفسيّ، صفحة 48).
152 ابن عمران. مقالة في الماليخوليا. صفحة 39.
153 صادق. الطّبّ النّفسيّ. صفحات 49-50.

154 ابن عمران. مقالة في الماليخوليا. صفحة 39.
155 الذَّهبي، شمس الدين أبو عبد الله. تاريخ الإسلام ووَفيَات المشاهير والأعلام، تحقيق عمر التدمري، ط2. بيروت، لبنان، دار الكتاب العربي؛ 1413هـ/1993م، جزء 7، صفحة 246.
156 صادق. الطّبّ النّفسيّ. صفحة 57.
157 البلخي. مصالح الأبدان. صفحة 153؛ ابن سينا. القانون. جزء 2، صفحة 110.
158 ابن جزلة، يحيى بن عيسى. منهاج البيان في ما يستعمله الإنسان، تحقيق محمود بدوي. القاهرة، مصر، جامعة الدول العربيّة؛ 1431ه/2009م، صفحة 853.
159 الرّازي. الطب الروحاني. صفحة 17.
160 الرازي، أبو بكر محمد بن زكريا. الخواص والأشياء والمقاومة للأمراض، (مخطوط)، 462ه/1069م، القاهرة، مصر، الهيئة المصرية العامة للكتاب، رقم 264 طب؛ 1395ه/1976م، https://ketabpedia.com/ صفحة 7.
161 السراج القارئ، أبو محمد جعفر بن أحمد. مصارع العشاق، دار صادر، بيروت، لبنان؛ (د.ت)، جزء 2، صفحة 72.
162 الطّبري. فردوس الحكمة. صفحة 90.
163 الكنديّ. رسائل الكنديّ. جزء 1، صفحة 175.
164 الطّبري. فردوس الحكمة. صفحة 90.
165 يعرّف العشق في الطّبّ النّفسيّ الحديث بـ (الشّدّة العاطفيّة Emotional) stress التي قد تؤدي لحدوث اضطرابات نفسيّة خطيرة كعصاب القلق، وحالات انفصاميّة، والهموود الارتكاسي، ويمكن أن تؤدي هذه الاضطرابات في بعض الأحيان لحدوث خطر الانتحار. (Levi, Lennar. Emotional Stress. Stockholm, Proceedings of an International Symposium Arranged by the Swedish Delegation for Applied Medical Defense (Research,1995 P79.
166 ابن الجزّار. زاد المسافر. جزء1، صفحة 115.
167 الطّبري. فردوس الحكمة. صفحة 91.
168 ابن بختيشوع. الروضة الطّبّية. صفحة 13.
169 ابن سينا. القانون. جزء2، صفحة 211.
170 ابن بختيشوع. الروضة الطّبّية. صفحة 13.
171 الرّازي. الطب الرّوحاني. صفحات 53, 60.
172 الرّازي. الطب الرّوحاني. صفحة 57.
173 ابن سينا. القانون. جزء2، صفحة 211.
174 الإتليدي، محمد دياب. نوادر الخلفاء «إعلام النّاس بما وقع للبرامكة مع بني العباس»، تحقيق محمد أحمد سالم. بيروت، لبنان، دار الكتب العلمية؛ 1425ه/2004م، صفحة 100.
175 المجوسيّ. كامل الصّناعة. جزء1، صفحة 120؛ ابن الجزّار. زاد المسافر. جزء 1، صفحة 115؛ ابن سينا. القانون. جزء 2، صفحة 211.
176 ابن جزلة. تقويم الأبدان. صفحة 20.
177 المجوسيّ. كامل الصّناعة. جزء 1، صفحة 120؛ ابن سينا. القانون. جزء 2، صفحة 211.
178 السّمرقندي. مجمع النوادر. صفحة 53.
179 الرّازي. الطب الرّوحاني. صفحة 53.
180 ابن الجزّار. زاد المسافر. جزء 1، صفحة 117؛ ابن سينا. القانون. جزء 2، صفحات 112-113.
181 الرّازي. الطب الرّوحاني. صفحة 75؛ ابن سينا. القانون. جزء 2، صفحة 211.
182 لم تجد الباحثة معلومات وافية عن هذا الشاب في مصادر البحث.
183 سبط ابن العجمي، موفق الدين. كنوز الذهب في تاريخ حلب. حلب، سوريا، دار القلم؛ 1417ه/1996م، جزء 1، صفحة 71.
184 ابن الجزّار. زاد المسافر. جزء 1، صفحة 116.
185 البلخي. مصالح الأبدان. صفحة 125.
186 الرّازي. الطب الرّوحاني. صفحة 82.
187 ابن قرة. تهذيب الأخلاق. صفحات 45-49.
188 الرازي. الحاوي. جزء 4، صفحة 324؛ المجوسيّ. كامل الصّناعة. جزء1، صفحة 158.
189 الزهراوي. التصريف. صفحة 425.
190 صادق. الطّبّ النّفسيّ. صفحات 151-152.
191 الرّازي. الطب الرّوحاني. صفحة 81.

منظمة المجتمع العلمي العربي
Arab Scientific Community Organization