

مجلة



العلوم و التكنولوجيا

العدد
التجريبي (0)

مجلة علمية تكنولوجية محكمة نصف سنوية
تصدر عن المجلس الأعلى للغة العربية بالجزائر



Journal

of science and technology

Trial
number (0)

Semestrial Journal of Science and Technology Published
by the High Council of the Arabic Language, Algeria

المجلس الأعلى للغة العربية

مجلة العلوم و التكنولوجيا

العدد التجريبي (0)



العنوان : 52، شارع فرانكلين روزفلت
ص.ب 575، ديدوش مراد، الجزائر
الهاتف : 213 21 23 07 22، الفاكس : 213 21 23 07 07
الموقع الإلكتروني : www.hcla.dz
Email : ma3alim.csla@gmail.com
Email : ouloumwatechnologia@gmail.com

مجلة



العلوم و التكنولوجيا

العدد
التجريبي (0)

مجلة علمية تكنولوجية محكمة نصف سنوية
تصدر عن المجلس الأعلى للغة العربية بالجزائر



مجلة العلوم و التكنولوجيا



مجلة علمية تكنولوجية مكّمة نصف سنوية
تصدر عن المجلس الأعلى للغة العربية بالجزائر



العدد
التجريبى (0)

مسؤول النشر

أ. د. صالح بلعيد، رئيس المجلس الأعلى للغة العربية

رئيس التحرير

أ. د. إسماعيل رويينة

نائب رئيس التحرير

أ. عبدالكريم شريفي

سكرتير التحرير

أ. عبدالرزاق بلغيث

هيئة التحرير

- أ. د. أبو بكر خالد سعد الله، المدرسة العليا للأساتذة، القبة- الجزائر.
- أ. د. أبو بكر نجمي، المدرسة العليا للأساتذة، القبة- الجزائر.
- أ. د. أحمد رفعت عزّت، جامعة عين شمس، القاهرة- مصر.
- أ. د. أيمن حلمي كامل، جامعة عين شمس، القاهرة- مصر.
- أ. د. حافظ شمس الدين، جامعة عين شمس، القاهرة- مصر.
- أ. د. محمد السعيد مولاي، جامعة هواري بومدين، باب الزوار- الجزائر.
- أ. د. محمد يونس الحملاوي، كلية الهندسة، جامعة الأزهر، القاهرة- مصر.
- د. مصطفى أولداش، المدرسة العليا للأساتذة، القبة- الجزائر.
- أ. د. نور الدين عبد الباقي، جامعة أكلي محند أولحاج، البويرة، الجزائر.
- أ. د. سعيد كناي، جامعة سعد دحلب، البليدة- الجزائر.
- د. عبد الكريم حرزالله، جامعة محمد بوضياف، المسيلة، الجزائر.
- أ. د. عبد الكريم كاملي، المدرسة العليا للأساتذة، القبة، الجزائر.
- أ. د. عبد الواحد شالة، جامعة محمد خيضر، بسكرة، الجزائر.
- د. فاتن بن مرزوق، المدرسة العليا للأساتذة، القبة، الجزائر.
- د. ربيعة مروش، المدرسة العليا للأساتذة، القبة، الجزائر.

شروط النشر

- تخضع المدخلات للتحكيم وفقا للشروط الآتية:
- 1- تكون البحوث في ميادين العلوم والتكنولوجيا.
 - 2- لغة النشر بالعربية.
 - 3- تكون البحوث أصيلة ولم يسبق نشرها.
 - 4- تخضع البحوث للمنهجية العلمية الأكاديمية المعمول بها في المجالات العلمية العالمية، في هذه الميادين وفق الطريقة الآتية:
 - أ- الملخص (Abstract)
 - ب- المدخل Introduction
 - ج- الوسائل والطرق Materials and methods
 - د- النتائج Results
 - هـ- المناقشة Discussion
 - و- الخلاصة Conclusion
 - ي- قائمة المراجع References
 - 5- تثبيت المراجع والإسناد حسب APA
 - 6- يلتزم صاحب البحث بالتعديل في الأجل المحددة، في حالة ما إذا طلب منه ذلك.
 - 7- أن تكتب بخطّ simplified بنط 14، وبنظام (وورد).
 - 8- أن تكتب الهوامش أليا بنفس الخطّ بنط 12. في آخر المداخلة.
 - 9- أن يكتب المقال على مقاس 16/24.
 - 10- أن تكون المراجعيات الكتابية: 2 سم أعلى الصفحة، 2 أسفل الصفحة، 2 يمين الصفحة، 2 يسار الصفحة.
 - 11- المقالات غير المقبولة لا تعاد إلى أصحابها.
 - 12- يكون الملخص باللغة العربية وبإحدى اللغتين: الإنجليزية أو الفرنسية.
- ملاحظة: ترسل المقالة بنظام وورد/ word باسم رئيس التحرير.

للإتصال بالمجلة

- البريد الإلكتروني: ouloumwatechnologia@gmail.com

- النّاسوخ: 021 23 07 22

- النّقال: 05 59 93 74 84

الفهرس

| الصفحة | الموضوع |
|--------|--|
| 7 | أ.د. صالح بلعيد. رئيس المجلس الأعلى للغة العربية |
| 9 | أ.د. إسماعيل رويحة رئيس تحرير المجلة |
| 13 | حز الله عبد الكريم |
| 29 | محمد عيسى |
| 53 | فاتن بشيري بن مرزوق ، سارة مقدم، خديجة بوزيد، حميد بشيري، رقية خلوي ، فريدة ملاح ، نادية بورغدة ، بشير هني، صبيحة طالمات، برنارد بونا |
| 79 | غربية عبد العالي ، يدو أحمد رضا، شرقي عبد المالك سلاطنية عمار، ناجمي بوبكر |
| 93 | لاج رايح |
| 105 | أبو بكر خالد سعد الله |

| | | |
|-----|-------------------|--|
| 115 | حاكم قصد علي سهام | مشروع @Ide: منهجية إدراج التكنولوجيات في التعليم العالي في الجزائر |
|-----|-------------------|--|

كلمة رئيس المجلس الأعلى للغة العربية.

إنّه لمن دواعي الفخر العلميّ أن يعترّ المجلس الأعلى للغة العربيّة بالمولود الجديد الثالث (03) من مجلّاته. فبعد مجلّة (اللغة العربيّة) بأعدادها الحاليّة (45) عددًا، ومجلّة (معالم) بأعدادها الاثني عشر (12)، وكلتا المجلّتين مصنّفتان في أفضية ASJP في خانة (C) وتتواجدان في العديد من الشّبكات الدوليّة ويقع عليهما الطّلب بشكل قويّ لدرجة أنّ مجلّة (اللغة العربيّة) لدينا أكثر من مئتي (200) مقالة تنتظر النّشر. وهكذا يقع تصنيف المؤسّسة بما تنشره وبما تنتجه من مجلات وأعمال وما نضعه في الشّابكة.

ولقد بقينا مددًا، ونريد تحقيق قانون تعميم استعمال اللّغة العربيّة في العلوم وفي التّكنولوجيا وكان لا بدّ للعربيّة أن تلج هذا البحر المتدفّق، ولا بدّ أن تكون في هذا الميدان لتواكب العصر. بالفعل جاء من يهّمه خدمة الشّأن العامّ (إسماعيل رويّنة) عضو مجمع اللّغة العربيّة بالقاهرة، واقترح إنشاء مجلّة في هذا المجال المسمّى (مجلّة العلوم والتّكنولوجيا) وافقنا على المبادرة، وقلنا نتوكّل على الله في إصدارها بعدد تجريبي (0) لهذه السّنة 2019. وبالفعل، فإنّ اللّجنة العلميّة مشكورة؛ عملت جهدها للوصول إلى المادّة العلميّة، وجمعت كمًّا معتبرًا من المقالات، وفي مجالات علميّة كثيرة لتستخلص منها سبع (07) مقالات هي المادّة الأولى للعدد التجريبي، وكان ذلك ما حصل.

هو عدد تجريبيّ، نروم من كلّ من يهّمه أمر خدمة اللّغة العربيّة في المجال العلميّ أن يهدي لنا عيوبنا، وأن ينتقدنا نقدًا مضيّفًا لنتحسّن في لاحقٍ من الأعداد. ويعمل المجلس الأعلى للغة العربيّة مع هيئة التّحرير على أن يكون هذا العدد فاتحة لأعداد لاحقة، ويكون له رجع الصدى لدى القائمين بأن نعطي للمجلات العلميّة مكانة وألويّة، وبخاصّة أنّنا في بلدنا نفتقر إلى مجلات في الميادين العلميّة. سيعمل المجلس الأعلى للغة العربيّة على أن يكون هذا العدد في الشّبكات العالميّة التي ننشر فيها المجلّتين السابقتين، ونكثّف اتّصالنا مع اتّحاد الجامعات العربيّة للحصول على معامل تأثير قويّ وصولاً بها إلى Scopus وسيكون ذلك بما تحمله المجلة من المقالات الجادّة، وبتلك الهمم العلميّة العاليّة للعلماء المستكّتبين في الجزائر وفي خارج الجزائر، ونهيب بكلّ من تحمله الغيرة على لغة الهويّة بأن يقدم دعمه العلميّ.

لا أملك إلّا الشّكر لكلّ الفاعلين في هذا العدد، ولكلّ المبادرين، ولكلّ المستكّتبين، وإنّ المجلس الأعلى للغة العربيّة يهيب بعلمهم النّبيل من أجل إضفاء الصّورة العلميّة الحقيقيّة المشرقة للغة العربيّة. فكونوا معنا بمقالاتكم وبأفكاركم وبمشاركتكم وبتوصياتكم. فبِكُمْ نرتقي، وبكم تعلقو العربيّة ومن طلب الحسنة لا يُغله المهر.

كلّ تحايا المجلس الأعلى للغة العربيّة إلى الفريق العامل على هذا العدد التجريبيّ والأعداد اللاحقة فنحن نعلّق على صدورهم نياشين حبّ اللغة العربيّة، وحبّ الاعتزاز بها، وحبّ حسن الكتابة بلغة عربيّة علميّة فأنعم به من مقالات! كلّ تحايا المجلس الأعلى للغة العربيّة لكلّ الفاعلين في ميدان الآداب واللّسانيّات ومختلف العلوم، على تلك الجهود التي تقدم للغة العربيّة في أرض الشهداء وللغة الهويّة.

تلکم إخواني أمانة تطوير اللّغة العربيّة وعلينا خدمتها بالحجّة والشاهد والدليل لنصنع لها ازدهاراً عالمياً، ولتعود إلى أوضاعها العلميّة والحضاريّة؛ بل لتكون لغة تجمع بين المعنى والمبنى، لتصبح لغة يُطلب ودّها في كلّ مكان وما ذلك بعزیز، وأنّ نوايا الدّولة الجزائريّة في مجال خدمة اللّغة العربيّة ثابتة وأنّ مؤسّساتها قائمة، ويبقى العول على أبناء العربيّة مطلوباً في كلّ آن ومكان، وعلى النّاطقين غيرها تقديم يدّ العون لتعامل ونخدم هذه اللّغة الملهم. فكونوا معنا بالقوة النّاعمة، كونوا معنا بمقالاتكم وبأفكاركم، وبوركت خطوات، ومزيداً من التّألق. ﴿ وَقُلْ أَعْمَلُوا فَسَيَرَى اللَّهُ عَمَلَكُمْ وَرَسُولُهُ وَالْمُؤْمِنُونَ وَسَرُدُونَ إِلَىٰ عِلْمِ الْغَيْبِ وَالشَّهَادَةِ فَيُنَبِّئُكُمْ بِمَا كُنْتُمْ تَعْمَلُونَ ﴾ (١٠٥) التّوبة.

أ.د. صالح بلعيد.

رئيس المجلس الأعلى للغة العربيّة

كلمة رئيس التحرير

تحتل اللغة العربية مكانة مرموقة في التصنيفات العالمية للغات، ورغم ذلك؛ فهي مغيبّة في مجالات العلوم والتكنولوجيا، العنصر الأساس في التّقدم والرّفاهية والازدهار. ومن أسباب ذلك هو تقصير النّاطقين بها؛ من حكام وعلماء، بزهدهم فيها، وإدبارهم عنها، وإقبالهم على اعتماد اللّغات الأجنبيّة في معظم الميادين، وقد نجم عن هذا التّمرد انطباع عامّ لدى الكثير من النّاطقين بها؛ مفاده أنّها لغة عاجزة عن استيعاب العلوم والتكنولوجيا بالذّات، مثلما يروّج له أعداؤها وأدعيائها، ومَنْ على شاكلتهم من المغرضين والجاهلين، الذين راحوا يعبثون بها، بالتّعسف في استعمالها وضربها ضرباً مبرحاً وصل إلى درجة التّحريف والتّشويه والعرقلة، وفسح المجال للغات الأخرى للتنافس، في حين تبقى العربية أشبه ما يكون بالفارس المغوار، المكبّل بالأصفاد وسط ساحة الوغى.

ولعلّ هذا التّعسف والاعتداء عليها بشكل فاضح، كان حافزاً لبعض الطّاقات الحيّة المعطّلة من أبنائها، باستنهاض هممها، والسّعي للانتصار لها ولو جزئياً، باعتمادها في البحث العلميّ وإنتاج المعرفة ونشرها؛ لتقريبها من المجتمع، والتّعريف بحقيقة استيعابها لعلوم كلّ العصور، ورغم أنّ هذه المساعي تعتبر محتشمة بالنّظر إلى خصائص هذه اللّغة؛ إلّا أنّها مرشّحة للتطوّر بحكم وعي العلماء الشّباب من أبنائها، والعاملين في معظم مخابر البحث والمؤسّسات العلميّة العالميّة؛ الذين يدركون أهميّة النّشر العلميّ بها في مجالات علميّة محكمة ومصنّفة عالمياً، ومسجّلة في قواعد البيانات العالميّة والحاصلة على معامل التّأثير (impact factor) ليستفيد الباحثون بها في مسارهم المهنيّ، كمناقشة الدّكتوراه، أو التّرقية إلى الرّتب الأعلى، أو الاستفادة في ميدان التّنمية الشّاملة، كما في حالة البحوث التّطبيقيّة، أو في تطوّر العلم بحدّ ذاته كما في البحوث الأساسيّة.

وبناء على أهميّة الأهداف التي يحقّقها النّشر في هذه المجلّات؛ جاءت فكرة تأسيس مجلّة باللّغة العربيّة؛ لفسح المجال لأبنائها الغيورين، خدمة لها بالعلم والتكنولوجيا، وخدمة للعلم والتكنولوجيا بها؛ أي بلسان عربيّ غير ذي عوج كما قال الله تعالى: ﴿وَلَقَدْ ضَرَبْنَا لِلنَّاسِ فِي هَذَا الْقُرْآنِ مِنْ كُلِّ مَثَلٍ لَعَلَّهُمْ يَتَذَكَّرُونَ﴾ (٢٧) ﴿قُرْآنًا عَرَبِيًّا غَيْرَ ذِي عَوْجٍ لَعَلَّهُمْ يَتَّقُونَ﴾ (٢٨) ﴿الزّمر﴾.

ولقد شغلني وضع هذه اللّغة، وقضية إبعادها عن ميادين العلوم والتكنولوجيا، وكذلك مسألة تجميد قانون تعميم استعمالها؛ حتى إنّّه عندما أنشأنا مجلّة المركز الجامعيّ بتمنّاست، وكنت آنذاك مديراً للمركز، فكّرنا في أن تكون المجلّة شاملة لكلّ العلوم، ولكن نظراً لظروف المركز، أجّلنا فكرة العلوم والتكنولوجيا وأبقيناها خاصّة بالدراسات الأدبيّة والاجتماعيّة والقانونيّة والتّاريخيّة، وأسميناها (آفاق علميّة) وقد صدر العدد الأوّل منها في سبتمبر 2008، ولا تزال تصدر لحدّ الآن. وبقيت فكرة إنشاء مجلّة بحثيّة محكمة في العلوم والتكنولوجيا باللّغة العربيّة تراودني، وقد اقترحتها على بعض مديري

المؤسسات الجامعية، وكان الدكتور (كمال بداري) مدير جامعة المسيلة أول المرشحين بالفكرة وقد كلف منسق مجالات جامعة المسيلة، باتخاذ الإجراءات اللازمة في هذا الشأن معي، وكان ذلك في أوائل سنة 2018.

وعند اجتماعنا بالمجلس الأعلى للغة العربية في شهر أفريل من السنة نفسها، بخصوص الموسوعة الجزائرية، أعدت اقتراح الفكرة على الأستاذ الدكتور (صالح بلعيد)؛ رئيس المجلس باعتبارها من صميم مهام المجلس؛ فاستحسن الفكرة ورحب بها؛ بل وافق على إنشاء المجلة، ولكنه في البداية فضل أن تكون مجلة لنشر علوم التكنولوجيا لعامة قراء العربية، غير أن الأمر استقر بعد نقاش وحوار، على أن تكون مجلة علمية محكمة مثلما هو معمول به في الجامعات، والعمل على الوصول بها إلى الحياة على معامل التأثير؛ ليستفيد بذلك الباحثون بها.

وبناءً على موافقته مشكورا على هذه الصيغة للمجلة، وتكليفني برئاسة تحريرها، والأستاذ (بلغيث عبد الرزاق) بأمانتها، وإعطائنا الضوء الأخضر للانطلاق، بدأنا الاتصال بالأساتذة الباحثين من ذوي الاختصاص والمكانة العلمية، الذين نعرفهم أو نسمع عنهم في الجزائر أو خارجها، في المجالات العلمية والبحثية التي أبعدت منها اللغة العربية، رغم تواجد الكفاءات والإمكانات المادية في البلدان الناطقة بها؛ مما اضطر هذه الكفاءات إلى نشر أبحاثها في المجالات غير العربية، ذات معامل التأثير وكان العربية عاجزة عن استيعاب ذلك، والمجالات المعنية هي: الإعلام الآلي، البيولوجيا الجيولوجيا، الفيزياء، الكيمياء الرياضيات، والتكنولوجيا، والتي تتضمنها مجلتنا هذه، وكانت الاتصالات شخصية وبخطابات وقّعها رئيس المجلس، للتعريف بالمجلة وطلب الانتماء إليها بالمشاركة في مجموعات العمل الآتية:

- لجنة التحكيم.

- هيئة التحرير.

- البعثة الناشرون بالمجلة.

وأسجل هنا، أننا وجدنا ترحيبا بالفكرة من قبل أكثر الأساتذة الباحثين الذين اتصلنا بهم وكذلك الموافقة على الإسهام فيها. وبعد ذلك شكلنا النواة الأولى لهيأة التحرير التي اجتمعت مرات عدة ونظرا لكون البحوث التي ستقبل للنشر تستوجب أن تكون أصيلة، ولم تنشر من قبل، وذات جودة؛ فهي تمرّ بمراحل تجريبية قبل كتابتها وتوزيعها على المحكمين، وما يتطلبه ذلك من إرسال واستقبال متواصل؛ فإن هيئة التحرير قدرت أن يستغرق إنجاز العدد التجريبي من سنة (01) إلى تسعة أشهر (09)؛ بمعنى أنه ينجز في شهر جوان 2019 على أقل تقدير. وخلال فترة الإنجاز هذه، كانت هيئة التحرير تلتقي بشكل دوري مع رئيس التحرير وأمينه؛ للوقوف على سير المجلة، والنظر في المراحل التي قطعها، وغير ذلك، وقد اتفقنا على أن يكون العدد التجريبي (0) يحتوي على بحث واحد في كل مجال، على أن يخضع هذا الأمر للنقاش

في الأعداد القادمة، بما في ذلك تخصيص حجم لكل مجال. وقد اتبعت المنهجية المعتمدة في المجالات العلمية المحكمة؛ حيث توزع البحوث المرسله إلى المجلة على هيئة التحرير، كل حسب اختصاصه؛ للنظر فيه كتحكيم أولي، ثم ترسل إلى محكمين اثنين (02) من أعضاء لجنة التحكيم من الاختصاص المناسب، وبعد التحكيم تراعى ملاحظات المحكم، ويعمل بها مهما كانت نتيجتها، وفي حالة قبول البحث للنشر يسجل تاريخ وصوله إلى المجلة وتاريخ قبوله على الصفحة الأولى منه.

وفعلا، فقد أكلنا إجراءات البحوث السبعة (07)، بمعدل بحث في كل مجال في التاريخ المذكور وأخبرنا السيد رئيس المجلس بذلك، وطلبنا لقاءه مع هيئة التحرير؛ فكان لنا ذلك، وفي هذا اللقاء شكر الهيئة على هذا المجهود الكبير، ووعدها بتقديم يد المساعدة، وأعطى الإشارة للمكلفين بالأمور التقنية في المجلس، باتخاذ الإجراءات اللازمة إلى غاية طباعتها بشكل نهائي. لتأتي المجلة بصورتها التي هي عليها كمولود جديد في مجال العلوم والتكنولوجيا، ولسان عربي مبين، ويشفع لنا في النقص المتوقع أننا في العدد التجريبي (0)، كما يتسع صدرنا لكل الملاحظات التي نرحب بها أيما ترحيب، ونأخذها بعين الاعتبار في الأعداد القادمة.

والجدير بالملاحظة أن موافقة الكثير من الأساتذة الباحثين على النشر في مجلتنا، يعدّ مكسبا عظيما لا يقدر بثمن، بالنسبة للجهة التي تصدرها؛ لكونه يعفيها من أعباء إنجاز البحوث التي تتطلب في كثير من الأحيان، أجهزة حساسة وباهظة الثمن، بالإضافة إلى أدوات وكيمائيات، وغيرها من وسائل البحث؛ مما لا يتوفر إلا في مخابر المؤسسات الجامعية والبحثية. وعليه؛ فإن توفير بقية الإمكانيات اللازمة لإنجاز هذه المجلة، يعدّ ضرورة قصوى لإنجاحها والوصول بها إلى الشروط المطلوبة في التصنيف العالمي مثل: الأصالة والجودة للبحوث المنشورة بها، وحسن الأداء لهيئة التحرير، ونوعية التحرير، وانتظام صدورها ونظام تحكيمها إلى غير ذلك للحصول على معامل التأثير (impact factor)؛ وهو مقياس لأهمية المجالات العلمية ضمن مجال تخصصها البحثي، بما فيها معامل التأثير العربي (arabic impact factor) الذي تأسس عام 2015 تحت مظلة اتحاد الجامعات العربية، وهو مقياس لأهمية المجالات العلمية المحكمة التي تصدر باللغة العربية، ويوفر لها تقييماً كمياً ونوعياً؛ لترتيبها وتصنيفها عربياً، وقد بلغ عددها 370 مجلة، تمّ تمكينها من دخول تصنيف سكوبس (scopus) الدولي.

وفي الأخير، لا يسعني إلا أن أقدم بخالص الشكر إلى الأستاذ الدكتور (صالح بلعيد) رئيس المجلس الأعلى للغة العربية، على رعايته لهذا المولود منذ البداية، وتقديم ما تيسر من مساعدات؛ للوصول بها إلى ما هي عليه، وكذلك الأساتذة الكرام الذين استجابوا لطلبنا ووقفوا معنا في هذا المسعى العلمي المتميز، سواء بالكتابة أو التحكيم أو التحرير؛ فلهم منا تحية إكبار وتقدير واحداً واحداً وإلى الأستاذ (عبد الرزاق بلغيث) أمين التحرير، ومساعديه، وإلى كل من ساعد أو يساعد من الأفراد أو الهيئات في إنجاز هذه المهمة العلمية النبيلة، بأي شكل كان.

ويهدف إثراء المجلة، وتشجيع من يهتمهم أمر هذه اللغة في مجال العلم والتكنولوجيا؛ فإننا نوجه دعوتنا لأهل الاختصاص في الجزائر وخارجها، المشاركة بقوة في دعم لغتهم الجميلة التي حفظها الله لهم في كثير من الميادين، مثل: قراءة القرآن وأداء الصلاة، وبقي عليهم المحافظة عليها وتطوير استعمالها في مختلف ميادين حياتنا المتجددة، وعلى رأس هذه المجالات العلم والتكنولوجيا التي هي الأساس في ازدهار الدول ورفاهيتها. والمجلة إذ تدعو كل الباحثين الغيورين على لغتهم؛ فإنها ترحب بكل إسهاماتهم البحثية، أو ملاحظاتهم العلمية، وبكل ما يفيد في الوصول بها إلى هدفها المنشود.

أ.د. إسماعيل رويينة

رئيس تحرير المجلة

التعلم الآلي كجزء من الذكاء الاصطناعي

عبدالكريم حرزالله *

تاريخ القبول 20 ماي 2019

تاريخ الإرسال 30 أفريل 2019

الملخص: أصبح الذكاء الاصطناعي مركز اهتمامنا ومتطلباتنا في حياتنا اليومية، وبدأ في زعزعة عاداتنا وراحة حياتنا وحتى في عملنا. ما هي أهم تقنياته الأساسية؟ كيف يعمل؟ ما هي الرهانات الأخلاقية والاجتماعية والاقتصادية؟ وكيف يتم برمجته؟ هي المحاور الرئيسية التي سنتناولها في هذا المقال. كون الذكاء الاصطناعي علم مؤهل أن يكون علم المستقبل، فإن الجزائر مدعوة لرسم سياسة حقيقية في هذا المجال لبدء صناعة في مجال الذكاء الاصطناعي، إذا كانت تريد ضمان وجودها في عالم التطبيقات "الذكية" والتي أصبحت لها أهمية كبيرة وهيمنة على حياتنا.

الكلمات المفتاح: الذكاء الاصطناعي، التفكير، التعلم الآلي، التعلم العميق (Deep-Learning)، تمثيل المعارف، المدينة الذكية.

Résumé: L'intelligence artificielle est désormais au cœur des objets que nous manipulons tous les jours, et elle commence si elle ne l'a pas déjà fait à bouleverser nos habitudes et notre confort de vie et de travail. Quelles en sont ses principales techniques, comment fonctionnent-elles? Quels en sont les enjeux d'ordre éthique, social et économique? Comment se programme-t-elle? Telles sont les principales haltes que nous ferons dans cet article. Devant une science qualifiée d'avenir, l'Algérie est appelée à tracer une politique concrète dans le domaine et, à terme, initier une véritable industrie de l'intelligence artificielle si elle veut assurer sa présence dans un monde où les applications «intelligentes» prennent de l'importance et dominant notre manière d'être.

Mots-clés: Apprentissage automatique, IA, Intelligence Artificielle, Deep-Learning, Machine learning, Raisonnement, Représentation de connaissances, ville intelligente.

* جامعة محمد بوضياف، المسيلة، البريد الإلكتروني: abdelherz@gmail.com

المقدمة: مرّ الذكاء الاصطناعي منذ نشأته، بمراحل مختلفة من التطور. فقد انتقل من مرحلة نشطة إلى مراحل من الاستقرار وكذلك مراحل من الإحباط. يعود ذلك لعدة أسباب، أهمها الأسباب المالية وكذلك الطموح الزائد الذي تميّزت به الأهداف المسطّرة. أمّا في أيامنا هذه، فيعيش الذكاء الاصطناعي مرحلة انبعاث جديدة، حيث أصبح يصنّف خلال السنوات الاخيرة بالمجال العلمي الذي يوحّي بتحول جذري لمستقبل العالم.

أصبحت التطبيقات أكثر عددا وأكثر "ذكاء" مع السعي لجذب الاستثمار الفكري والمالي من طرف مغاير البحث في المؤسسات والجامعات.

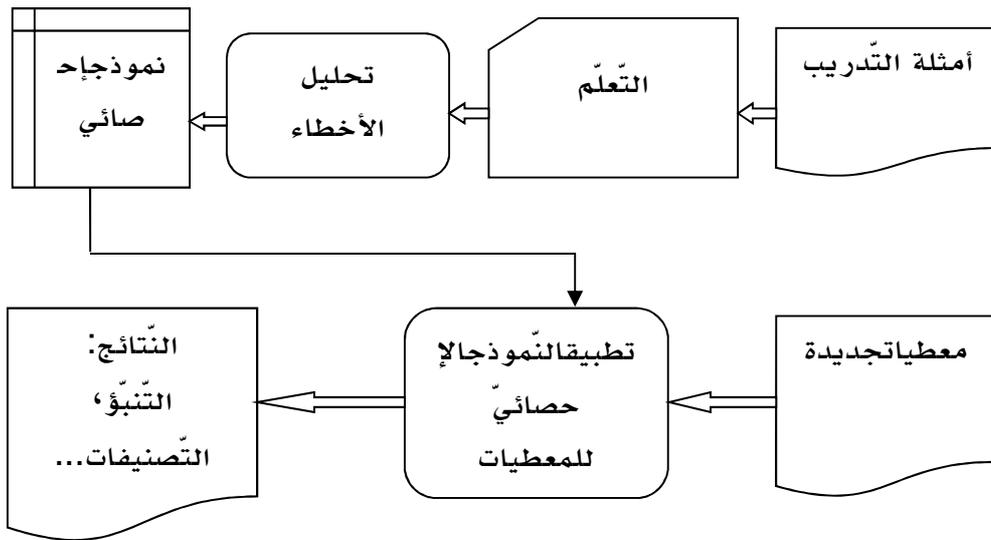
في هذا الإطار، سنسلط الضوء على الجوانب الأساسية لهذه التكنولوجيا متسائلين: كيف يفكر الذكاء الاصطناعي؟ ما هو مفهوم التعلّم المعتمق (Deep-Learning)؟ الخ.

الذكاء الاصطناعي، هو الحاضر: الذكاء الاصطناعي لا يعتبر علما حديثا، حيث تعود المراحل الاولى لهذا المجال لسنوات السبعينيات من القرن الماضي. وبعد فترة من الركود بسبب العوائق التقنية خاصة بالإضافة الى العوائق المالية والذي يعود لغياب التزام قطاع الصناعة، حاليا أظهر التطور التكنولوجي الرقمي في هذا المجال حتمية مرتبطة بحياة كل شخص، والتي لم نولها الانتباه والاهتمام اللازمين.

أخذ مصطلح الذكاء الاصطناعي معاني متعددة. بالنسبة للبعض يتمحور الذكاء الاصطناعي حول جوانب حياتنا الاصطناعية التي يمكن أن تتجاوز الذكاء البشري، ويصنّفه آخرون كمجرد برنامج آلي يبقى خاضعا لسيطرة الذكاء البشري.

الذكاء الاصطناعي في الواقع: كنظرة أولية عن هذا المجال، فإنّ الذكاء الاصطناعي هو ذلك العلم حيث يتقاطع مع العديد من التقنيات التي تحاكي العمليات الإدراكية البشرية مثل السيارة الذاتية توصيات المحتويات، ترجمة محتويات مقاطع الفيديو الروبوتات الصناعية، التشخيصات الطبية، إنتاج المعارف، التعلّم الآلي ومعالجة اللغة الطبيعية... وأيضا تجسيد عمليات من أجل تقليد بعض الحركات الجسدية للإنسان مثل إعطاء اللقاح عن طريق يد آلية يتحكّم فيها عن بعد.

التعلّم الآلي (« Machine Learning »): "التعلّم الآلي" هو فن برمجة الحاسوب لتوليد خوارزمية بصفة ذاتية قادرة على بناء "تمثيل داخلي" لأداء المهمة المطلوبة. ولتحقيق ذلك، يتعين أولاً، تقديم أكبر عدد ممكن من الأمثلة بغية التدريب والتحسن حتى يصبح مستقلا بذاته. الشكل التالي يوضح بصفة عامة طريقة هذا التفكير أي كانت طريقة التعلّم:



يوضح الجزء الأول من الرسم البياني السابق أنه من خلال أمثلة التدريب، تُنتج خوارزميات التعلم الآلي نموذجًا إحصائيًا، يطبق على المعطيات الجديدة (الحقيقية)، مما يتيح إمكانية التنبؤ، والتصنيفات أو التعرف.

تختلف طريقة "التعلم الآلي" اختلافًا جذريًا مقارنة بمقاربة الإعلام الآلي التقليدي. فبالنسبة لهذا الأخير، تعتمد نتيجة الخوارزمية على مسار معروف مسبقًا، ويُستخدم الحاسوب لسرعة معالجة البيانات. أما بخصوص التعلم الآلي، فتعتمد النتيجة على التعلم في حد ذاته وبالاعتماد على المعطيات التي يتم من خلالها استخراج السلوك المحدد وتعميمه على فئة من المشكلات؛ على سبيل المثال، يعتمد التعرف على "سيارة" في صورة ما، بالاعتماد على "قاعدة معرفة" لصور متعددة من هذا الشيء (سيارة شاحنة، حافلة، ...).

الطرق والوسائل في التعلم الآلي ونتائجه: تستوعب خوارزمية التعلم الآلي خصائص معطيات التدريب لأجل إنتاج نموذج تنبؤي. يوجد فئتان من التنبؤات: الانحدار والتصنيف. ويمكننا تعداد الخوارزميات التالية التي تُستخدم في التعلم الآلي إلى:

(1) **K-means :K-means** عبارة عن خوارزمية تجميع غير هرمية وغير خاضعة للرقابة يمكنها تجميع مجموعة من النقاط في مجموعات منفصلة k لتقليل وظيفة معينة. تتواجد البيانات المتشابهة في نفس المجموعة بعد التحليل. بالنظر إلى المسافة من نقطة إلى متوسط نقاط مجموعتها، الوظيفة المراد تقليصها هي مجموع مربع هذه المسافات. علما أن K-means عبارة عن خوارزمية غير خاضعة للرقابة. تحديد المسافة الأكثر شهرة لحالات التجميع هي: المسافة الإقليدية ومسافة مانهاتن. على سبيل المثال، يمكن لخوارزمية k-means ان تكون كما يلي (المرجع 9) :

المدخل

K عدد الكتل المراد تشكيلها

مصفوفة البيانات

البداية

اختيار عشوائي K نقاط (صف من مصفوفة البيانات).

هذه النقاط هي مراكز التجمعات (المسمى centroid)

أعد

تعيين كل نقطة من المصفوفة للمجموعة الأقرب إليها
إعادة حساب مركز كل مجموعة وتعديل النقطة الوسطى

الى غاية التقارب

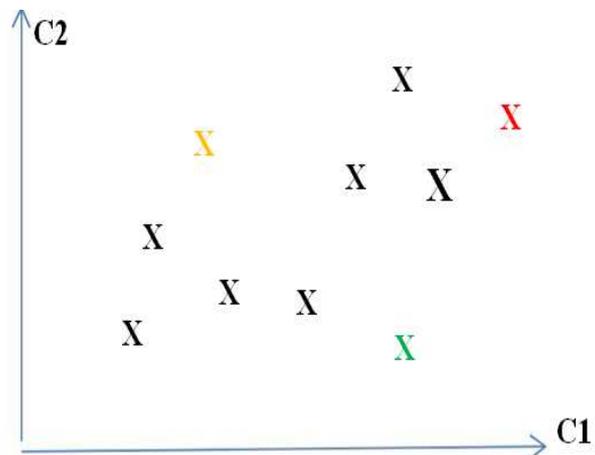
أو تثبيت الجمود الكلي للمجتمع (مصفوفة البيانات)

نهاية الخوارزمية

لنأخذ مثالاً بسيطاً بـ 10 أفراد نعرف عنها الخصائص c_1 و c_2 . الهدف هو إنشاء تصنيف عن طريق خلق ثلاث مجموعات باستخدام خوارزمية k-means .

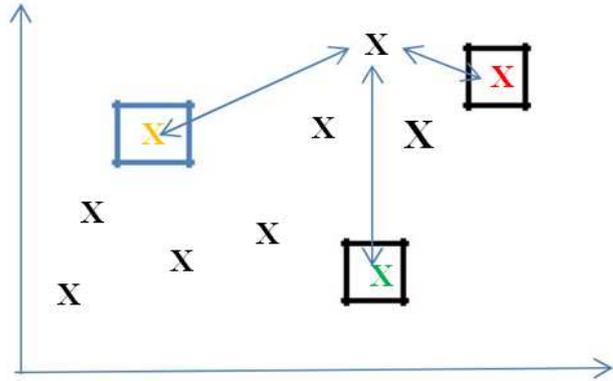
المرحلة 0: التهيئة

نختار عشوائياً 3 أفراد. هؤلاء
الأفراد يتوافقون مع المراكز الأولية
للفئات الثلاث. (الأحمر والأخضر
والأصفر)



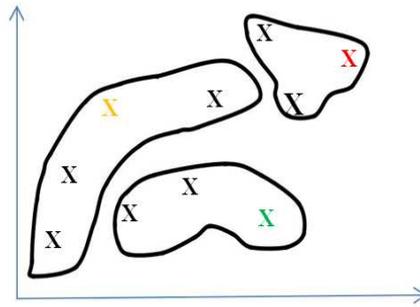
المرحلة 1

يتمّ حساب المسافة بين الأفراد وكلّ مركز. توجد مقاييس عديدة لتحديد القرب بين فردين. تعتمد الطريقة "الكلاسيكية" على المسافة الإقليدية، ويمكنك أيضاً استخدام المسافة في مانهاتن أو مينكوفسكي.

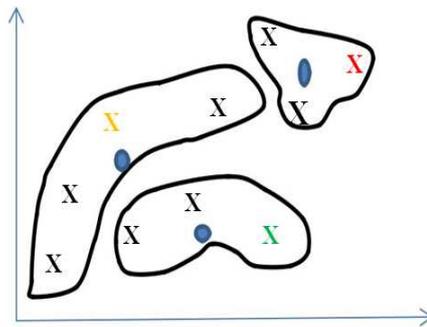
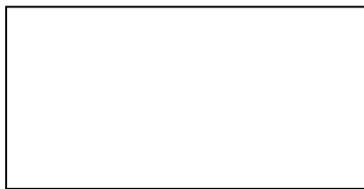


المرحلة 2

يتمّ تعيين كلّ فرد إلى أقرب مركز

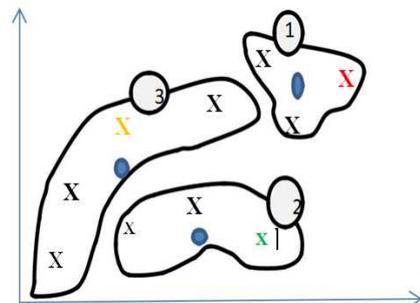


المرحلة 3



حلقة تكرارية

نكرّر الخطوات 1 و2 و3 طالما تم إعادة تعيين الأفراد من جديد الى مجموعات جديدة بعد التكرار



(2) الانحدار (la régression)

أ- الانحدار الخطي (la régression linéaire): خوارزمية الانحدار الخطي هي دالة رياضية يمكنها أن تصوغ العلاقة بين المتغيرات التنبؤية والمتغير المستهدف. أبسط الحالات هي "الانحدار الخطي أحادي المتغير" لإيجاد دالة $y = ax + b$ لتقدير العلاقة. يتدخل الانحدار الخطي متعدد المتغيرات عندما تتداخل عدة متغيرات توضيحية في وظيفة التنبؤ؛ بينما يمكن أن يمثل الانحدار متعدد الحدود نموذجًا للعلاقات المعقدة التي ليست بالضرورة خطية.

ب- الانحدار اللوجستي (la régression logistique): الانحدار اللوجستي عبارة عن طريقة إحصائية لأداء التصنيفات الثنائية. تبدأ بإدخال متغيرات تنبؤية نوعية و/أو ترتيبية وتقيس احتمال قيمة الإخراج باستخدام الدالة السينية. في الرياضيات، يتم تعريف الدالة السينية (وتسمى أيضًا المنحنى في S1) من خلال:

$$f(x) = 1 / (1 + e^{-x})$$

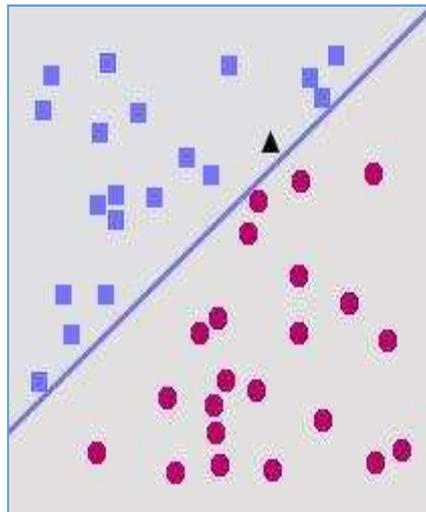
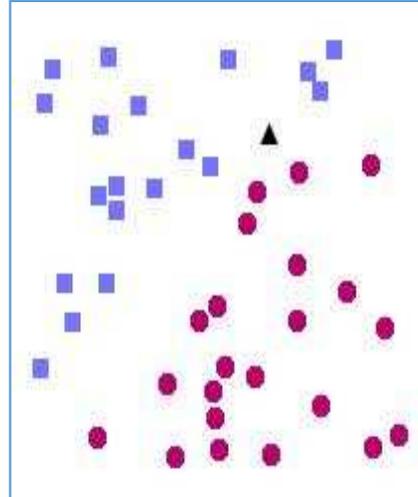
والتي يمكن تعميمها على أي دالة شكلها كما يلي:

$$f_{\lambda}(x) = f(\lambda x) = 1 / (1 + e^{-\lambda x})$$

تمثل هذه الطريقة دالة التوزيع للقانون اللوجستي وغالبًا ما تستخدم في الشبكات العصبية لأنه قابل للتمييز، وهو ما يمثل عائقًا لخوارزمية الانتشار العكسي التي أتاحت إنشاء شبكات متعددة الطبقات.

(3) شعاع الدعم الآلي (SVM): ينتمي شعاع الدعم الآلي إلى فئة المصنّفات الخطية (استخدام فصل خطي للمعطيات)، ويستخدم للعثور على الحدود بين الفئات. يسمح التصنيف، لكل مدخل جديد، بتحديد الفئة التي ينتمي إليها بمجرد تحديد الفئات بواسطة المصنّف الخطي. على سبيل المثال، نقاط (سحابة) الانتشار أدناه، بحيث إذا كنا نعرف الحدّ الفاصل بين فئات النقاط، يمكننا التساؤل عن الجانب من الحدود الذي تنتمي إليه النقطة الممثلة (المثلث الأسود)، وبالتالي إلى أي فئة تنتمي.

للعثور على الحدود، من الضروري الحصول على معطيات التدريب مثل مجموعة من النقاط التي نعرف بالفعل ما إذا كانت دوائر حمراء أو مربعات زرقاء. من هذه المعطيات، سيقوم SVM بتقدير الموقع الأكثر منطقية للحدود: هذه هي مرحلة التدريب المطلوبة لأي تعلم آلي. يوضح الرسم البياني التالي كيف يتم تشغيل هذا التعلم مع خط الحدود.



بمجرد انتهاء مرحلة التدريب، يعثر SVM، انطلاقاً من معطيات التدريب، على موقع الحد (الخط المستقيم). لقد تعرف SVM على موقع الحدود بفضل معطيات التدريب. يمكن لـ SVM التنبؤ إلى أي فئة ينتمي المدخل والذي لم يسبق له ان تعامل معه من قبل، ودون تدخل بشري. وهذه هي الفائدة من التعلم الآلي. في المثال، خلص SVM، بفضل التعرف على معطيات التدريب (الدوائر والمثلثات)، إلى أن المثلث الأسود عبارة في الحقيقة عن مربع أزرق.

(4) **La Naïve Bayes**: تعمل هذه الخوارزمية على التمييز بين عدّة مجموعات من البيانات. فهي تعتمد على نظرية بايز (Bayes) للاحتمالات الشرطية. تعتمد Naïve Bayes على فرضية قوّة: المتغيرات مستقلة عن بعضها البعض. وهذا يبسط حساب الاحتمالات، حتى ولو كانت هذه الفرضية غالباً ما تكون خاطئة (ومن هنا جاءت عبارة "سادج"). بشكل عام، يتم استخدام Naïve Bayes للتصنيفات النصية.

(5) **الشبكات العصبية (les réseaux de neurones)**: تشبه الخوارزمية القائمة على شبكة عصبية اصطناعية في عملها من النماذج الإحصائية أكثر منها من الخلايا العصبية البيولوجية، التي هي أساس تصميمها. وهو مستوحى من عمل الدماغ البشري. تعمل الخلايا العصبية الرسمية، التي تعتبر الوحدة الأساسية للشبكة العصبية الاصطناعية، كما هو موضح في الرسم البياني كما يلي:

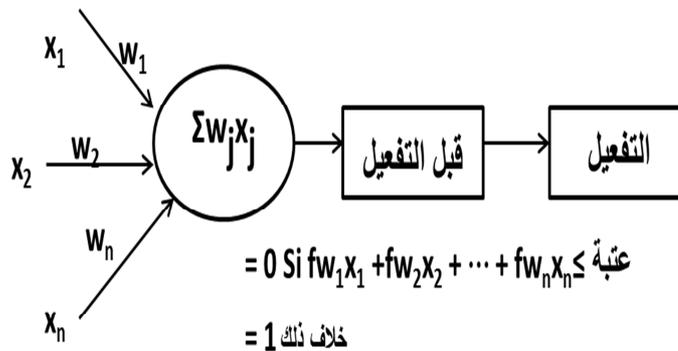


نلاحظ أن هناك نوعين من الدوال:

- الدالة E (المدخلات) U: تقييم الإشارة المستقبلية

- الدالة X = f(U): تقييم حالتها الداخليّة في لحظة تفعيلها

دالة الإدخال هي مجموع مرجح لإشارات الإدخال كما هو موضح في الرسم البياني التالي



ضرورة جودة المعطيات الكمية: يتطلب "التعلم الآلي" معطيات كبيرة يتم تخزينها في "بنك المعلومات"، من أجل معالجة واكتشاف الانتظام من خلال التحليل الإحصائي، الذي سيتم إدارته بعد ذلك. يمكن لـ "بنك المعلومات" تخزين معطيات باستعمال Pétaoctets (1 Pétaoctets = 1 مليون Gigaoctets) دون السماح بمعالجتها. تهتم تقنيات التعلم الآليّ بوظيفة معالجة هذه المعطيات. وتعدّ جودة البيانات ضرورية للوصول إلى النماذج التنبؤيّة الفعالة.

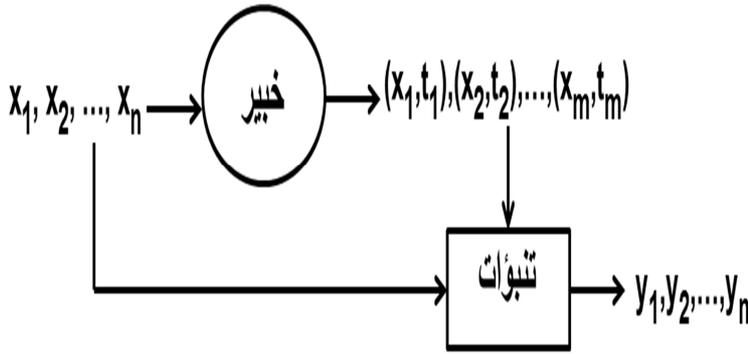
طرق التعلم الآلي: توجد ثلاث طرق للتعلم الآلي، وهي كالتالي:

- **التعلم المراقب** يرتكز على أساس خوارزميات استخدام المدخلات والمخرجات الموصوفة من طرف الإنسان.

- **التعلم غير المراقب** لا يوفر هذا التعلم الخوارزمية التي تصف المعطيات. يمكن هذا التعلم من إيجاد البنية واكتشاف منطق المعطيات في المدخل.

- **التعلم بواسطة التدعيم** يعمل على مستوى بيئته من أجل تحقيق أقصى قدر ممكن من المكاسب.

التعلم المراقب (apprentissage supervise) : انطلاقاً من النموذج الأساسي $\{t_1, t_2, \dots, t_n\}$ وإدخال البيانات التوضيحية في المدخل $X = \{x_1, x_2, \dots, x_n\}$ ، يتم وضع علامات بواسطة خبير مما يسمح للنظام بالتعلم وتحسين النموذج لتكون هناك القدرة على إجراء التنبؤات Y بحيث: $(X.T)$ Prédiction (Y)

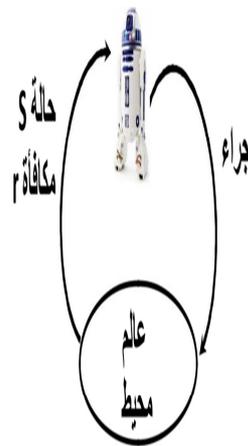


الأدوات الرياضية والإحصائية الأساسية المستخدمة في التعلم المراقب هي التصنيف والانحدار بشكل أساسي وفقاً لطبيعة المشكلة التي تتم معالجتها. يعمل التصنيف على سبيل المثال على التعرف على الوجوه والنباتات... يعمل الانحدار على سبيل المثال لتحديد مسافة المركبات وفقاً للمعان المصباح الأمامية...

التعلم بواسطة التدعيم (Apprentissage par renforcement):

المبدأ هو: العالم ← الإجراءات ← المكافآت. وبعبارة أخرى، تنفذ إجراءات في سياق معين (العالم)، تتم مكافأة كل منهما بمكسب (أو جائزة).

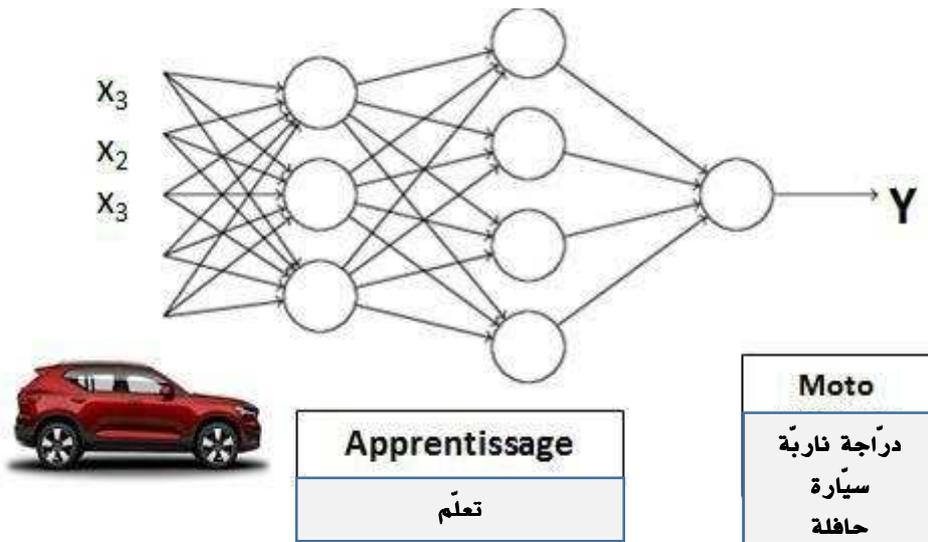
لا تعطى إجابة كما في التعلم الخاضع للمراقبة. ترك الآلة تعمل بمفردها. هدفها هو تحقيق أقصى قدر من المكاسب (الدعم). مثال: الغزال الذي يتعلم المشي: مع كل خطوة ناجحة، يتم احتساب المكسب حتى يتعلم المشي ويكون المكسب في حدّه الأقصى.



مثال آخر هو القيادة المستقلة للسيارة. قبل فهم كيفية القيادة، من الضروري أن الآلة في مرحلة التعلّم تقضي عدّة آلاف من الساعات للتعلّم من خلال محاكاة عدّة حوادث (الاصطدام بالجدران والسقوط في الوديان، الاصطدام بالمأزق، وعدم احترام الطّرق الممنوعة...). في كلّ مرحلة من مراحل التعلّم، ستقوم بالحاق وتسجيل المعرفة التي تعلّمتها.

التعلّم غير المراقب (apprentissage non supervisé): في التعلّم غير المراقب، البيانات المقدّمة إلى نظام الذكاء الاصطناعي، لا تكون لا موصوفة ولا مصنّفة، تقوم خوارزميات النظام بمعالجة البيانات دون أيّ تدريب مسبق. يعتمد المخرج على الخوارزميات المستخدمة. يجب أن تكتشف الخوارزمية بنفسها الوظيفة التي تسمح لها بعمل تنبؤات عن طريق نموذج تعليمي $S = \{x_i\}$ بدون علامات، نبحث عن الأشكال الأساسية المنبثقة على شكل دالة من أجل تليخيص، فهم...

التعلّم العميق (Le Deep Learning): يُطلق على هذا النوع من التعلّم "التعلّم العميق" لأنه يستخدم شبكات عصبية متعدّدة الطبقات كهيكلي أساسي. يتم إعطاء مثال للتعلّم بواسطة المخطّط التالي:



تتحقق مرحلة التعلّم على أساس بيانات المدخلات النوعية والكمية X_i (مثال: السمات المميزة للسيارة) والشبكة العصبية متعدّدة الطبقات التي تعمل على أساس نموذج رياضي Y في مرحلة التعلّم. النموذج المحسن Y من خلال التعلّم (التعرّف على سيارة بين السيارات، الحافلات، الدراجات...) يصبح Y ('وبالتالي YY '). هذا التعلّم يمكن أن ينتج خطأ. تهدف العملية إلى تقليل الخطأ $E(Y, Y')$ وهذا مهم جداً لخوارزمية التعلّم.

تتطلب مرحلة التعلّم كمية كبيرة من المدخلات x_i وتتطلب خوارزمية (A) خارج الشبكة العصبية. الجانب السلبي لهذه الخوارزمية يكمن في تبسيط الخصائص الأساسية لـ x_i ، وهنا يتم تدخّل Deep Learning من أجل:

- عدم استخدام الخوارزمية المستقلة (A) عن الشبكة العصبية.

- اللجوء الى الكثير من الإدخالات المسبقة في البيانات الكبيرة، مثل IMAGENET (مئات الآلاف من الصور بخصائصها)

- التعرف ذاتيا على نوع الإدخال. ليس من الضروريّ التوضيح أن للسيارة عجلات، ولا توضيح خصائصها

يسمح كذلك Le Deep Learning بـ:

- معالجة الصورة والصوت: التعرف على معالم الوجه، التعرف التلقائي على الكلام (تحويل الصوت إلى نص مكتوب)،

- الرؤية بالحاسوب: تقليد رؤية الإنسان (آلة قادرة على رؤية العديد من الأشياء في وقت واحد).

- المعالجة التلقائية للغة الطبيعية.

- تصنيف النصوص (على سبيل المثال الكشف عن الرسائل غير المرغوب فيها في البريد الإلكتروني)

المعالجة التلقائية للغات الطبيعية

أصبح الذكاء الاصطناعي أفضل من حيث فهم اللغة واستخدامها للردّ تلقائياً على مختلف الاستفسارات المكتوبة أو الشفوية.

تمّ تطوير التطبيقات في هذا المجال مثل وكلاء المحادثة أو chatbot، وأنظمة المساعدة التشخيصية المتخصصة (الميكانيكية، الطبي) Chatbots... هي أنظمة ذكية يمكنها تفعيل محادثة باللغة الطبيعية وهي تستند إلى أسس تكنولوجية مختلفة: فهم النص، التعرف وتلخيص الكلام، الإدراك (تعبير الوجه) ... والتي هي أيضاً تقنيات الذكاء الاصطناعي.

تصميم مثل هذه البرامج للغة العربية لا يبدو أمراً صعباً. الرهان مهم جداً لأن اللغة العربية هي اللغة الرسمية في 22 دولة على الأقل، ويتحدث بها أكثر من 200 مليون شخص في جميع أنحاء العالم كما أنّها لغة مرجعية لأكثر من مليار مسلم.

تتطلب المعالجة التلقائية للغة العربية مكونات لغوية عالية الجودة لأن هذه اللغة تجمع بين عدّة أنواع:

اللغة العربية الفصحى أو لغة القرآن، اللغة العربية الفصحى الحديثة مع اختلاف بسيط عن اللغة العربية الفصحى، واللهجات الخاصة بكلّ دولة: لهجات الخليج اللهجات المغربية لهجات شرق أوسطية:

مصريه، سودانية، سورية لبنانية-فلسطينية، عراقية؛ وحتى اللغة المالطية التي تعتبر أيضاً لهجة عربية. كل هذا يبرز أهمية هذا المحور في البحث العلمي. بخصوص المعالجة التلقائية للغة العربية. هناك العديد من المكونات اللغوية التي تم تطويرها كمحللات مورفولوجية (XEROX)، (Aramorph)، (les concordanciers, les racineurs (Larkey,...)). يمكن أن تعتبر هذه المكونات بمثابة أساس لبرامج الذكاء الاصطناعي الحقيقي للمعالجة التلقائية لهذه اللغة.

لاحظ أيضاً العمل المنجز في مركز البحوث العلمية والتقنية لتطوير اللغة العربية (CRSTDLA) في الجزائر العاصمة

المناقشة:

متى يصبح الاصطناعي مستقلاً؟: بمعنى آخر، متى يصبح الذكاء الاصطناعي مستقلاً وليس مصطنعاً أو واعياً وحتى حياً؟ من الواضح أن التقنيات الحالية، على الرغم من أهمية نتائجها التي تظهر جلياً في Facebook أو Google والسيارة المستقلة التي سيتم تعميمها في المستقبل القريب، ... لكن هذا لا يمنع أن هذه التقنيات لا تتصرف تماماً ككائن بشري، وهذا في حد ذاته الهدف المنشود، أي أن يصبح مستقلاً. في الواقع، تفتقر هذه التقنيات إلى الحس المشترك، وكيفية العيش في مجتمع، وهو في الوقت الراهن من صلاحيات الإنسان. البحث موجه نحو هذا المسار، وهو منح الذكاء الاصطناعي الحس المشترك. سيصبح بعد ذلك ذكاً مستقلاً وواعياً مصطنعاً.

الرهانات والمخاوف: الرهانات عديدة وهامة، بل حيوية، لأن هذا المجال العلمي هو الحاضر والمستقبل. انطلق فعلياً السباق بين الداعمين الحاليين للمكونات الرئيسية لهذا العلم. هؤلاء الباحثون يراهنون على المستقبل ويتوقعون أن من يسيطر على هذا العلم سهيمن على العالم.

أ. رهانات اجتماعية: فيما يتعلق بالمهن وتبعاً للخطابات التي تنبأ باختفاء بعضها، تجدر الإشارة إلى أن الذكاء الاصطناعي في الوقت الحالي، لم يخلق سوى المهن التي لا تزال في مستوى عالٍ من الكفاءة مثل مطوري البرامج. يهدف الذكاء الاصطناعي إلى تحويل المهن وتغيير علاقات العمل وتحسين محتواها والكشف عن احتياجات التدريب الجديدة داخل الشركة والجامعة. على سبيل المثال، لم تتخلص المعلوماتية من مهنة المحاسبة. بل ساعدتها على التحسن.

برهانات اقتصادية: على المستوى الدولي، سيستمر نمو الذكاء الاصطناعي لعدة سنوات، مما سيتيح لأصحاب تكنولوجيات هذا العلم التحكم في تطوره والاستفادة من الفوائد التي لا حصر لها والتي ستنتج عن ذلك. على مستوى البلدان الناشئة وبعد أن أدركت أهمية هذا العلم في عدم البقاء مجرد مستهلكين فإن الطريق مفتوح للتوافق مع الدول المتحكمة جيداً والمتقدمة في الميدان.

من الضروري تحديد سياسة حقيقية للإسهام في مجال الذكاء الاصطناعي، والاستثمارات في الموارد المادية، مثل بناء أجهزة كمبيوتر ذات قدرة حوسبة عالية للغاية، وتشجيع الشباب على الشروع في

مشاريع مستقبلية من خلال إنشاء شركات ناشئة خاصة بالذكاء الاصطناعي، وتطوير البحث العلمي وملاء الفجوة بين المتخصصين في الذكاء الاصطناعي من خلال تدريب المديرين التنفيذيين والخبراء..

تد رهانات أمنيّة

من المخاوف الرئيسيّة نشير الى كيفية الحماية من التّدخل الخارجي في الذكاء الاصطناعي. هناك تهديد حقيقي يأتي من الاختراق المعلوماتي للذكاء الاصطناعي، على سبيل المثال، التّشويش على أجهزة الاستشعار الخاصة بالسيارة الذاتية، وتعطل الطّاقة أثناء الإجراء الطّبي...

ثد رهانات أخلاقيّة

مجموعة من الأسئلة ذات الطّابع الأخلاقي لا يبدو سهلاً المفر منها مع تطور الذكاء الاصطناعي، وتتعلق بالمكان الذي سيحتله الحاسوب في حياتنا اليوميّة وعلاقته بالإنسان؟ هل ستحلّ الرّوبوتات محلّ البشر عندما يصبح الذكاء الاصطناعي مستقلاً؟ دعونا نعطي الكلمة في هذا الموضوع لعالم الفيزياء الفلكيّة البريطانيّ ستيفن هوكينج، الذي صرح بذلك في هذا الصّد: "إن الأشكال البدائيّة للذكاء الاصطناعي التي بحوزتنا أثبت أنها مفيدة للغايّة. لكنني أعتقد أن تطوير الذكاء الاصطناعي الكامل يمكن أن ينهي البشريّة". ويضيف: "بمجرد أن يطوّر الكائن البشريّ ذكاءً اصطناعياً، سوف ينطلق بمفرده، ويعيد تعريف نفسه بشكلّ أسرع وأسرع" وقال أيضاً: "البشر، المحدودون بالتّطور البيولوجيّ البطيء، لن يتمكّنوا من التّنافس وسيتمّ تجاوزهم".

المخاوف الأساسيّة

بالإضافة إلى المشاكل الأخلاقيّة المذكورة أعلاه، لا تزال هناك بعض المخاوف بخصوص نظام الأسلحة الفتاكة المستقل (SALA). وفي هذا الصّد نذكر:

- الرّوبوتات القتلة: آلة حرب يقودها الذكاء الاصطناعيّ قادرة على فتح النّار على الأهداف؛
 - طائرات بدون طيار قادرة على الطّيران بشكلّ مستقلّ بحثاً عن "مواقع" محدّدة والإغارة عليها؛
 - في ما يتعلّق بمسألة البيانات، مع العلم أن التّعلّم الآليّ يتغذّى على كمّيّة كبيرة من البيانات النوعيّة؛ من الواضح أن شركات قليلة فقط هي التي تمتلك هذه الكمّيّة. يؤدّي هذا الموقف إلى حالة احتكار من طرف عمالقة الشّبكة، (GAF A (Google, Facebook و Apple و Amazon))؛ ولكن أيضاً BAT ((Baidu, Alibaba, Tencent)). سيتمّ السّيطرة على الاقتصاد من طرف فئة من الشّركات الأمريكيّة والآسيويّة دون أن نتحكّم في الخوارزميّة أو البيانات المستخدمة لتغذية ذكائهم الاصطناعي.
- بطبيعة الحال، بالنّسبة لأيّ بلد، يجب أن تكون هذه المخاوف سبباً وجيهاً للتموقع في اقتصاد المعرفة الحقيقي.

مؤهلات الجزائر

مؤهلات الذكاء الاصطناعي فريدة من نوعها لكل بلد، وفقا لإمكانياتها ومواردها وموقعها في المخطط العلمي. في ما يتعلق بالجزائر، هناك مؤهلات متعددة وهامة.

يتغذى الذكاء الاصطناعي على التقنيات التي تحاكي المعرفة والأدوات العلمية وكميات هائلة من البيانات من حيث الكمّ والجودة. من الواضح أنّ بناء (Big Data) في الجزائر واستغلال البيانات من شبكات التواصل الاجتماعي ليس هدفاً أساسياً. يجب بذل الجهود لإنشاء شركات متخصصة في هذه المجالات. بالإضافة إلى ذلك، يحتاج تعليم الرياضيات إلى تحسين وتقوية ليصبح أكثر انعكاساً. يمكن للجزائر الاعتماد على العلماء المقيمين في الخارج. الكثير منهم لديهم كفاءات في الميدان قوامها عدة سنوات.

ما يمكن فعله

وفقا لمنهج امتلاك التكنولوجيا، يجب تجنب البقاء مجرد مستهلكين لمنتج هذه التكنولوجيا.

أ. الدعائم للعمل على إنشاء تكنولوجيا الذكاء الاصطناعي:

- البناء على العمل الحالي في الذكاء الاصطناعي وإجراء تشخيص كامل لإمكانياتنا،
- تحديد التطبيقات ذات الأولوية لتطويرها،
- تشجيع الاستثمار الأجنبي، وخاصة تصنيع الروبوتات وأجهزة الكمبيوتر ذات الطاقة العالية،
- إنشاء جمعية وطنية للذكاء الاصطناعي،
- تشجيع ودعم المواهب الشابة لإنشاء شركات ناشئة مستقبلية،
- الانخراط في تصميم الخوارزميات المعرفية التي تحاكي التفكير البشري، وتشجيع إنشاء البيانات الكبيرة في جميع المجالات.

- إعطاء أهمية أكبر للبحث العلمي في الذكاء

ب. في ما يتعلق بالأولويات التي ينبغي تحديدها، نشير الى تطوير:

- تطبيقات معالجة اللغة العربية: التعرف على الصوت أو الكلام والمعالجة التلقائية للغة؛
- الروبوتات البحرية والغواصات (الإدراك والنمذجة والتحكم): التطبيقات العلمية لرصد الكابلات البحرية وخطوط الأنابيب ...
- الروبوتات الزراعية: تشذيب، وإزالة الأعشاب الضارة، ورش النباتات - حصاد الفواكه - جز الأغنام...

- الصحة والطب: الرعاية البعيدة للعمليات الجراحية، والعمليات عن بُعد، مثل التنفيذ عن بُعد

للمعالجة اليدوية (الإنتاج، الصيانة، ...)

- تطبيقات الطائرات بدون طيار (UAVs): مراقبة التلوث، والفيضانات، والزراعة، وحرائق الغابات ...
نذكر أيضا:

- مساهمة الذكاء الاصطناعي في المدن الذكية. تعتبر المدينة "ذكية" إذا أدت الاستثمارات في الموارد البشرية والاجتماعية والتكنولوجية إلى تحسين التنمية الاقتصادية ونوعية حياة المواطنين مع تحسين إدارة البنية التحتية للمدينة.

- في مجال التعليم، يتم استخدام الذكاء الاصطناعي لإعادة تصور التكوين بطريقة عامة من خلال اقتراح طريقة جديدة للتحكم فيه. من بين أنشطتها الأساسية هي جعل تقييم الطلاب آليا، وتكييف التدريس مع احتياجات الطلاب، وتحسين دروس المعلمين، وإنشاء المراقبين الافتراضيين للطلاب، وتعديل دور المعلم...

- الخلاصة:

- من خلال بحثنا هذا توصلنا إلى خلاصة يمكن اختصارها في ما يلي:
- يتعلم الذكاء الاصطناعي منا بغية مساعدتنا.
- استخدام الذكاء الاصطناعي يخضع كباقي المجالات الأخرى لإرادة سياسية رفيعة المستوى.
- إن هذا المجال يصبو لأفاق واعدة، وقد بدأ إدراكه على أرض الواقع، مما يدعونا لإيجاد حلول ملائمة ومبتكرة لمشاكل التنمية الاقتصادية والبشرية.
- سيتم قريبا إطلاق مشروع كبير للتحويل الرقمي، مع الأخذ بعين الاعتبار أنه يمكن استخدام هذا المجال بطريقة إيجابية أو سلبية، مع العلم أن إرادة الهيمنة في هذا المجال هي حكر على الجنس البشري.
- إن الذكاء الاصطناعي القوي المرتبط بأجهزة الحواسيب الكم التي هي قيد التطوير، يهدف إلى الاقتراب قدر الإمكان من عمل الذكاء البشري، وهذا يجعلنا نتساءل عن مستقبل مجتمعاتنا إذا استمرت الأبحاث على نفس الوتيرة.

قائمة المراجع:

- 1) Artificial Intelligence – Deep learning and its applications. FC.CHAN Hong Kong Institutes may 2018.
- 2) Les avancées de l'intelligence artificielle – Olivier Ezraty – Mars mai 2016
- 3) Intelligence artificielle, du présent au futur – Herzallah Abdelkarim - Séminaire sur l'Informatique et ses applications - Université Mohamed Boudiaf – M'Sila - 6 et 7 novembre 2018.
- 4) Représentation des connaissances – Gilberte Paquette.
- 5) Intelligence Artificielle - Vincent Charvillat - ENSEEEHT – mars 2010.
- 6) Artificial Intelligence: Foundations of computational agents, Cambridge University Press, 2017.
- 7) Recherche en Intelligence Artificielle (traduction automatique de l'arabe standard de/vers le dialecte arabe ERIA) – Université de Annaba. 2014
- 8) Naive Bayes Classifier example - Eric Meisner - November 22, 2003
- 9) Méthodes centres mobiles – Ricco Racotomalala – Université Lyon 2
- 10) Guerres économiques pour l'intelligence artificielle – B.Berard, C.Fayolle, B.Pahud - Eyolles – avril 2019
- 11) Apprentissage Artificiel - Concepts et Algorithmes – A.Cornuéjols, L.Miclet - Eyrolles, seconde édition, juin 2010
- 12) Intelligence artificielle et enseignement - Baron, G. L., Bruillard, E. et Drot-Delange, B. (dir.). (2015)
- 13) Deep learning en action : la référence du praticien Patterson, Josh et Gibson, Adam
- 14) Intelligence artificielle : cours, exercices corrigés et projets
Gacogne, Louis Calais – 006.3 GAC I
- 15) Les Machines autonomes par-delà le bien et le mal - La Recherche - 01 juillet 2018 - n°537-538 - pp.97-100 - Ganascia, Jean-Gabriel
- 16) Les avancées de l'intelligence artificielle - Mars-Mai 2016 -
Olivier Ezratty
- 17) Artificial Intelligence – Deep Learning and its Applications - F C Chan
The Hong Kong Institution of Engineers - 10 May 2018
- 18) Mission Villani sur l'intelligence artificielle – Gouvernement Français - Mars 2018

تأثير المياه عالية الملوحة على الاستتباب لدى عينة من الطلبة الجامعيين (دراسة تجريبية ميدانية)

محمد عيسى*

تاريخ الإرسال 18 جوان 2019

تاريخ القبول 30 جوان 2019

ملخص: تناولت هذه الدراسة تأثير المياه عالية الملوحة على الاستتباب لدى عينة من طلبة المدرسة العليا للأساتذة بالقبة-الجزائر، وقد طبقت على عينة متكوّنة من خمسة وأربعين (45) طالبا (15 ذكرا، و30 أنثى)، حيث بينت النتائج أنّ هذا التأثير كان شديدا على آلية الاجتفاف الداخلي، الذي جعل هذه الآليات تعجز عن استعادة الاستتباب، مما أدى إلى ارتفاع درجات الهيماتوكريت والحلولة عند أفراد العينة وذلك بدلالة الأزمنة (30 د، 60 د، 90 د)، والتراكيز (0.15، 0.45، 0.60 مول/ل) الخاصة بهذه المياه. ومنه فإنّ النتائج المتوصّل إليها توضح أنّ الاجتفاف الخلوي المحرّض بتناول المياه عالية الملوحة عن طريق الشرب قد سبّب التغيرات الاستقلابية الداخليّة للجسم والمؤدّية إلى ارتفاع في درجات الهيماتوكريت والحلولة وقد بدت أعراضه واضحة على أفراد العينة الكلية وكذا الفروق الدالة بين الذكور والإناث.

الكلمات المفتاحية: الهيماتوكريت – الحلولة - التراكيز- الأزمنة- الاستتباب - المياه عالية الملوحة - الطلبة الجامعيون.

Résumé: Cette étude s'est portée sur l'effet des eaux hautement salées sur l'homéostasie chez un échantillon d'étudiants universitaires de l'Ecole Normale Supérieure de kouba-Alger.

L'étude a été réalisée sur un échantillon de 45 individus (15 étudiants, 30 étudiantes), les résultats ont montrés que cet effet était intense sur le mécanisme de déshydratation interne empêchant ainsi de rétablir l'homéostasie, ce qui a induit une augmentation des taux de l'hématocrite et de l'osmolarité chez les membres de l'échantillon et ceci en fonction du temps (30, 60, 90 min), et des concentrations (0.15, 0.45, 0.60 mol/l) de ces eaux.

Par ailleurs, les résultats obtenus montrent que la déshydratation cellulaire stimulée par la prise des eaux hautement salées par ces étudiants a provoqué des perturbations métaboliques internes du corps menant ainsi une augmentation des taux de l'hématocrite et de l'osmolarité, ce qui semble évident sur l'ensemble de l'échantillon ainsi que les différences significatives entre les individus masculins et féminins.

* المدرسة العليا للأساتذة، القبة، الجزائر، البريد الإلكتروني: mohamaissi@yahoo.com

Mots-clés: Hématocrite - Osmolarité - Concentrations - Temps - Homéostasie - Eaux hautement salées - Étudiants universitaires.

مدخل: يعتمد نجاح الكائن الحي في غزو البيئات المختلفة وكذا القيام بالنشاطات والمجهود على مدى كفاءة آلية الاستتباب في تنظيم وبقاء قيم الوسط الداخلي ضمن حدود مناسبة لاستمرار الفعاليات الحيوية.

ويمكن تلخيص الوظائف الأساسية للكهراليات في الإبقاء والمحافظة على توازن الماء والضغط الحلولي بصورة طبيعية، والذي يعتمد على المحتوى الكاتيوني وكميته، خاصة Na^+ وسوائل الجسم، بالإضافة إلى المحافظة على توازن الحموضة والقلوية، ويعتمد ذلك على التركيز الطبيعي للصوديوم والكلور.

تخضع العضوية لمجموعة من الآليات التنظيمية التي تحافظ بها على ثبات الوسط الداخلي في حدود القيم العادية، فالوسط الداخلي المحيط بالخلايا يتصف بثبات كبير رغم تغيرات الوسط الخارجي، حيث لوحظ مقدرة الحيوانات في الحفاظ على مكونات سوائل الجسم ضمن حدود ضيقة، مما يساعد الكائن على العيش في بيئات مختلفة. ويرجع هذا الثبات إلى المراقبة الدائمة لمجموعة من الأعضاء المسؤولة عن التنظيم، وبهذا تحافظ العضوية بجدارة على ثبات واستقرار البيئة الداخلية وهذا ما يسمى بـ "الاستتباب" (أبوخي، 2011)

يتميز الماء بخواص فيزيائية كيميائية لا تتوفر في بقية السوائل، وهذا ما جعله يحظى بالدراسات المختلفة، لكونه يؤدي دورا كبيرا في العمليات الحيوية، ويوفر الظروف المناسبة لسير العمليات الفيزيوكيميائية في الكائنات الحية، بالإضافة إلى دخوله كجزء هام في تركيب جميع الخلايا والنسج (عيسي، 1999).

أن خاصية المحافظة على الماء في النسج تعود إلى العناصر المعدنية، أما استقلاب هذه الأملاح فيرتبط ارتباطا وثيقا باستقلاب الماء في العضويات، وأن الماء الأصح للشرب هو ذلك الذي يحتوي على الأملاح والغازات المفيدة وبنسب ضئيلة، وأن توازن الوسط الداخلي ما هو إلا الحصيلة العامة للسوائل المحتوية على الماء والأملاح المعدنية التي يتم تبادلها بين العضوية والوسط الخارجي من جهة، وبين الأوساط ضمن خلوية وخارج خلوية للعضوية من جهة أخرى (عيسي، 1999). إلا أن هذا النوع من الماء ليس متوفرا في كل المناطق، والأمر يصدق على بلدنا أيضا، حيث تحتوي مياهه على نسبة عالية من الأملاح من نوع كلور الصوديوم (NaCl)، تصل أحيانا إلى نسبة تعجز الكائنات الحية عن تناوله، وهذه مشكلة نراها جديدة بالاهتمام والدراسة، وذلك من أجل إظهار مدى تأثير هذا النوع من المياه على الإنسان فيزيولوجيا واستقلابيا وكيمياء حيوية، وأخيرا على الجانب الصحي (Johnson A.K and Thunhorst R.L, 1977).

لذا نرى أنه من الأهمية بمكان دراسة هذه المشكلة دراسة علمية تجريبية، وذلك لإلقاء الضوء على مدى تأثير المحاليل الملحية عالية التركيز على مستوى الدم؛ وذلك بدراسة قيم ونسب الهيماتوكريت والحلولية (البيطار وآخرون، 1994).

تخضع عملية امتصاص الماء والأملاح المعدنية، عند تعرض العضوية للعوز المائي إلى رقابة نشطة متعددة الآليات، مثل آلية تنشيط جملة الرنين، انجيوتانسين، الالدوسترين والفازوبريسين المركزي والمحيطي، إذ يلاحظ- أثناء العطش- زيادة في كمية AVP (arginine-vasopressine)؛ مما يسمح بإعادة امتصاص الماء في سوية الكلى حتى يتسنى للأعضاء والنسج عدم التعرض للاجتفاف والتبدل في شحنات المستقبلات القلبية الوعائية، بينما تؤدي بعض هذه الآليات إلى رفع الضغط الدموي وزيادة في تركيز Na^+ حيث تعمل جميع هذه الآليات على تنشيط تناول الماء (Poirier Jacques, 2004).

تلعب جملة الرنين انجيوتانسين الالدوسترون أحد الأدوار الأساسية والهامة في تنظيم التوازن المائي والملحي، وكذا الضغط الشرياني (Sato et Coll., 1996)، كما يلعب الرنين دورا تحريضيًا على نقل أحد الغلوبولينات المصلية، وبذلك تعمل على تفكيك جزيئة مولد انجيوتانسين، وهي من الغليكوبروتينات الكبدية بين جزيئي لوسين الواقعة في المركزين 10 و11 مسببة تحرير بيتيد عشاري، هو الأنجيوتانسين I (AI)، وهو الجوهر والأساس لأحد أنزيمات التحويل هي: Dipeptidyl carboxypeptidase conversion والتي تعمل على فصل هذا الببتيد (AI) في الموقعين 8 و9 معطية ميلاد أحد الببتيدات الثمانية، هو الأنجيوتانسين II (AII) ذات النشاط المرتفع والتي تحرر الأسبارتات (Aspartate) في الموقع (1)، حيث يتم هذا التفاعل في الكبد، متحوّلة إلى (AIII).

يبدأ الانخفاض الحجمي المصلي فور انبعاث آلية إفراز الرنين، وقد تم اكتشاف هذا الانخفاض على مستوى الكلى. لقد لوحظ أيضا أنّ للأنجيوتانسين II دورا حاسما في إصلاح وتحديد التوازن المائي والملحي ويسبب على المستوى المركزي الشعور بالعطش الشديد، خاصة عند تناول المحاليل الملحية التي يبدأ تأثيرها في المنطقة فوق البصرية المتوسطة، وكذا الحجاب (Septum) فإن له دورا آخر يتمثل في التأثير المحيطي، أي على انقباض الأوعية مما يسبب ارتفاعا في الضغط الشرياني حيث يتيح انطلاق آلية إفراز الكاتيكلولامينات، والالدوسترون من الغدة الكظرية والتي تضيف مفعولها إلى مفعول AVP.

يهدم AII بواسطة أنزيمات Angiotensinases، منتجة كميات صغيرة من بيتيد سباعي هو "A III" فالأنجيوتانسين II إذن هو الوسيط الأساس المثير للعطش خارج خلوي (Mann et Coll., 1987)، وله تأثير على التواتر، كما ينشط إفراز الالدوسترون عند الانخفاض الحجمي (Stricker, 1968). أما AII المحيطي فليس له تأثير واضح في آلية العطش المستمر، ولا يستطيع في الواقع المشاركة في تنظيم سوية الماء. المعدني على المدى الطويل (Blair-Wes et Coll., 1994; Bookstein et Coll., 1996).

وفي ضوء ما تقدّم فإنّ استهلاك الماء والأملاح المعدنية، يخضع لسلوكين متباينين، حيث يقوم أحدهما بمراقبة الماء، والآخر بمراقبة استهلاك الأملاح، ممّا يؤدي إلى تنشيط الأنجيوتانسين II والمستقبلات الحجمية، أثناء تعرّض العضوية للاجتفاف خارج خلوي (Johnson et Thunhorst, 1997).

يبدو جلياً أنّ الماء من العوامل الأساسية الذي يتحكّم في التوازن والاستتباب، ويعمل على نقل مختلف الجزيئات إلى جميع الأعضاء والنسج وحتى على المستوى الخلوي، كما يتمّ طرح العديد من المواد الضارة عبره إلى خارج الجسم.

ويلاحظ في الطبيعة أنواع متعدّدة من الماء، منه العذب، ومنه المالح بدرجات مختلفة، ومنه الصافي (المقطر)، ومنه الملوّث، وأنّ الأصلح منه للشرب هو ذلك الذي يحتوي على الأملاح المعدنية والغازات المفيدة بنسب ضئيلة، إلّا أنّ هذا النوع من الماء غير متوفّر في كلّ مناطق الوطن، حيث تحتوي مياهنا على نسب عالية من الأملاح، خاصة ملح الطعام (NaCl)، تصل أحياناً إلى نسب تؤثر على الاستتباب الداخلي (Homeostasie) للكائن الحي وتوازن سوائله، ومن ثمّ لا تتناول منه إلّا ما يسد الرمق، ممّا يؤدي إلى رد فعل فيزيولوجي المتمثل في استجابة بعض المراكز العصبية الخاصة بذلك، إمّا تنشيطاً أو تثبيطاً، حيث يمكن قياس الأمنيات الحيوية أو مشتقاتها مثلاً، كمياً ونوعياً، حسب كمية اصطناعها في هذه المراكز وذلك تحت تأثير نسبة ملوحة الماء المتناول في الشرب، وما يتلوها من تبدلات على توازن سوائل الوسط الداخلي والتي يمكن قياس حلوليتها والهيماتوكريت، وهي من المؤشرات الأساسية لأيّ تبدل يحدث على توازن سوائل هذا الوسط، ممّا يتيح لهذه الكائنات التكيّف (Adaptation) مع الظروف الوظيفية والبيئية المحيطة بها، وهو ما يسمح بإعادة التوازن المائي-المعدني لوضعه الطبيعي بعد تعرّض هذه الكائنات لأيّ ضياع مائي أو تكديس الملح في جسمها، ويخضع هذا التوازن للمراقبة الدائمة من الجهاز العصبي مع الأخذ بعين الاعتبار السوائل التي يحصل عليها الجسم من مصادر مختلفة، وكذا كمية الماء التي يفقدها. لذا يتحدث الفيزيولوجيون عن عطش خارج خلوي وعطش داخل خلوي، وينشأ عن الحالتين انبعاث العطش ممّا يتسنى للكائن الحي التّدخل من أجل إيقاف هذه الظاهرة، وإعادة التوازن المائي-المعدني إلى وضعه الطبيعي (Deluca et Coll., 1994).

بما أنّ الدّم هو السائل الأساسي الجائل في سائر أنحاء الجسم، فهو الناقل الرئيس لمعظم المواد الغذائية المهضومة، وكذا الماء والأملاح المعدنية والحاثات إلى كافّة الأجهزة والأعضاء، بل إلى كلّ خلية في جسم الكائن الحي، وكلّ تبدل يطرأ على محتويات الدّم في كمية الماء والأملاح والحاثات، سيؤثر حتماً على مكوناته الأساسية، ممّا يدفع بالدماغ إلى الاستجابة إيجاباً أو سلباً. (أدلمان، 1999). وأنّ أيّ تبدل يطرأ عليهما يؤدي إلى خلل على السواء الفيزيولوجي ممّا يلحق ضرراً واضطراباً على الصّحة الجسمية (مونكاستل وفرنون، 1999)، وهو ما يثري معارفنا حول آلية ودور الاجتفاف والاستتباب المائي-المعدني عند العينة المدروسة، وقد تمّ التركيز في هذا العمل على الجانبين التاليين:

(1) . تأثير تناول مياه عالية الملوحة في أزمنة محددة على الهيماتوكريت والحلولية، والتي قد تكون مؤشرا جيدا على مدى التوازن المائي-المعدني.

(2) . تأثير متدرج على آليات الاجتفاف الخلوي الناتج عن المحاليل ذات تراكيز متدرجة، ومدى شدة هذا الاجتفاف.

نحاول من خلال هذه الدراسة إبراز هذا التأثير والعلاقة أن وجدت. وسنعمل في هذا البحث للإجابة عن السؤال الآتي:

ما التأثير الفيزيولوجي للمياه عالية الملوحة على مستويات الاستتباب؟

وفي ضوء هذا التساؤل، يمكن اشتقاق جملة من الأسئلة الفرعية كالتالي:

1- هل توجد فروق بين كمية الهيماتوكريت ودرجات الحلولية معا إثر تناول المياه عالية الملوحة حسب مستويات التراكيز والأزمنة؟

2- هل توجد فروق في كمية الهيماتوكريت النسبية إثر تناول المياه عالية الملوحة حسب التراكيز؟

3- هل توجد فروق في كمية الهيماتوكريت النسبية إثر تناول المياه عالية الملوحة حسب الأزمنة؟

4- هل توجد فروق في درجات الحلولية إثر تناول المياه عالية الملوحة حسب التراكيز؟

5- هل توجد فروق في درجات الحلولية إثر تناول المياه عالية الملوحة حسب الأزمنة؟

6- هل توجد فروق بين الذكور والإناث إثر تناول المياه عالية الملوحة حسب مستويات التراكيز في كل من: الهيماتوكريت. ب-الحلولية؟

7- هل توجد فروق بين الذكور والإناث إثر تناول المياه عالية الملوحة حسب الأزمنة في كل من: الهيماتوكريت. ب-الحلولية؟

لمعالجة الأسئلة السالفة وتحقيق الإجابات عنها تم اللجوء إلى: الطرق والوسائل

خطة البحث: جرى هذا العمل في جلسات، تتكرر بعد مرور أسبوعين، تناولت العينة الأولى مياه ذات تركيز 0.15 مول/ل في الزمن 30 دقيقة، وفي الجلسة الموالية حافظنا على نفس التركيز، لكن في الزمن 60 دقيقة، ثم في الزمن 90 دقيقة، اتبعت نفس الخطوات عند التركيزين (0.30، 0.45 مول/ل).

الوسائل

1- **تحضير المياه عالية الملوحة:** يعد المحلول الملحي معتدل التركيز لدى الثدييات، منها الإنسان عند درجة التركيز 0.15 مول/لتر، أي بنسبة 9‰ وكل محلول يفوق تركيزه هذه النسبة، يعد محلولاً عالي التركيز (Hyperosmolaire).

2- **تهيئة جهاز المثقلة centrifugeuse لقياس الهيماتوكريت Hématocrite:** تعني فصل الدم ويقصد بها معرفة نسبة الكريات الحمر على البلاسما (المصورة) في 100 سم³ من الدم بعد تثفيله (الطرد المركزي) الذي يتم بواسطة جهاز المثقلة centrifugeuse، ويعدّ تحديد الهيماتوكريت من أكثر الفحوصات الدمويّة استعمالاً وفائدة، فهو دليل جيّد لمعرفة وجود فاقه (فقر) دمويّة. (السودان حياة إبراهيم عثمان 2000).

3- **الحلوليّة (الاسموزيّة) Osmolarité:** يطلق على حادثات الانتشار عبر الأغشيّة التي تسمح للماء والذّوائب من ذرّات أو شوارد أو جزئيات بالمرور بشكل غير متساوٍ، بحيث يتحرّك الماء من الوسط الأقلّ تركيزاً إلى الوسط الأعلى تركيزاً، في حين أنّ الشّوارد تمرّ من الوسط الأعلى إلى الأدنى. يقاس الحلوّل بالأسمومتر Osmomètre، وهو الضّغط الناتج عن انحلال ذرّة غراميّة في لتر من الماء بدرجة الصّفّر (العلوجي صباح ناصر، 2002).

عيّنة الدّراسة: تمّ هذا العمل في المدرسة العليا للأساتذة بالقبة، على 45 طالباً من السّنة الثّالثة علوم طبيعيّة (15 من الذّكور، 30 من الإناث)، بعد التّأكد من خلوّهم من جميع الأمراض، ورضاهم عن إخضاعهم لهذه التّجربة والتي لا تشكّل أي خطر عليهم (محدوديّة التّراكيز والأزمنة)، والتي تمثّلت في تناول كميّة من الماء المحضّر الذي أذيت فيه كميّة محدّدة من ملح الطّعام بالتّراكيز التّاليّة (0.15 مول/ل، 0.30 مول/ل، 0.45 مول/ل) وفي أزمنة محدّدة (30 دقيقة، 60 دقيقة، 90 دقيقة).

التّقنيّات الإحصائيّة المطبّقة: بتطبيق تقنيّات إحصائيّة عن طريق تطبيق برنامج الإحصاء للعلوم الاجتماعيّة Statistical package for social sciences (spss) والذي من خلاله تمّ فرز النّتائج وتحليل بياناتها ودراسة مستوى الفروق أو الارتباط في ما بينها، وبحث مستوى دلالة كلّ من النّتائج، ويمكن ذكر التّقنيّات الإحصائيّة المستخدمة والمتمثّلة في:

أحساب المتوسط الحسابي والانحراف المعياري: لوصف مدى تمركز القيم وتشتتها، وذلك بدلالة جميع التّراكيز والأزمنة المعتمدة في مختلف التّجارب.

بداختبار لامبدا Lambda: لمعرفة ما إذا كانت هناك اختلافات تعزى لأثر المعالجة، وقد استخدمت التّصاميم العامليّة للقياسات المتكرّرة والتي توضح الفروق والتّفاعلات بين المتغيّرات في أزمنة وتراكيز مختلفة، وهو ما يوفّر معلومات حول الفروق بين المجموعتين (الذّكور والإناث)، يليها تفسير النّتائج المتوصّل إليها على ضوء الدّراسات السّابقة، بدءاً بإظهار الكميّة النّسبيّة ودرجات كلّ من الهيماتوكريت والحلوليّة، في مختلف الأزمنة والتّراكيز المعتمدة في التّجارب المطبّقة على أفراد العيّنّة، ومن ثمّ محاولة التّعرّف على أثر هذه المياه حسب درجة تركيزها والأزمنة اللازمة لذلك.

عرض النتائج: تعتمد نوعيّة النتائج من تفاعل المثير والاستجابة على الطّريقة التي يستجيب بها الفرد بشكل مباشر وعلى حالته الفيزيولوجيّة، إذا ما كان يفوق إمكانياته على التفاعل معه، وأنّ هناك نوعيّة من ردّ فعل تختلف درجتها وشدتها من فرد لآخر.

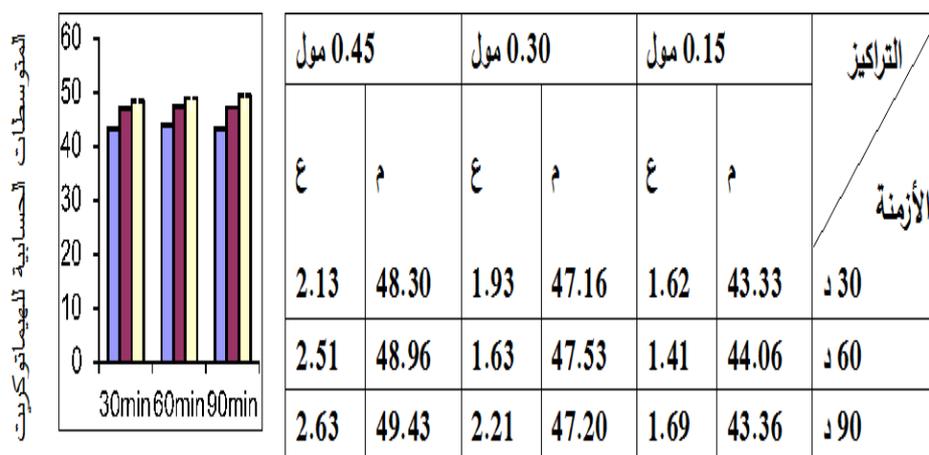
الهيماتوكريت ودرجات الحلوية

السؤال الأول: ينصّ على " هل توجد فروق في كميّة الهيماتوكريت ودرجات الحلويّة معا، إثر تناول المياه عاليّة الملوحة، حسب مستويات التراكيز والأزمنة المعتمدة؟": أظهرت نتائج تحليل التباين المتعدّد أنّ هناك فروقا ذات دلالة إحصائيّة في متوسطات الهيماتوكريت والحلويّة معا بدلالة الزّمن والتّركيز، حيث أنّ قيمة اختبار متعدّد الاتجاه (F) جاءت مساويّة ل (5.11)، وهي قيمة ذات دلالة إحصائيّة (0.01)، ممّا يعني أنّ متغيّري الزّمن والتّركيز لهما أهميّة وتأثير على مستوى كميّة الهيماتوكريت النسبيّة ودرجات الحلويّة معا عند أفراد العيّنة الكليّة.

الهيماتوكريت Hématocrite

السؤال الثاني: ينصّ على " هل توجد فروق في كميّة الهيماتوكريت النسبيّة إثر تناول المياه عاليّة الملوحة حسب التراكيز بدلالة الأزمنة؟": الجدول والشكّل رقم (1) يمثّل

أنّ تأثير تناول المياه عاليّة الملوحة على إجمالي المتوسطات الحسابيّة (م) للهيماتوكريت بدلالة التّركيز والزّمن والانحراف المعياري (ع) عند العيّنة الكليّة.



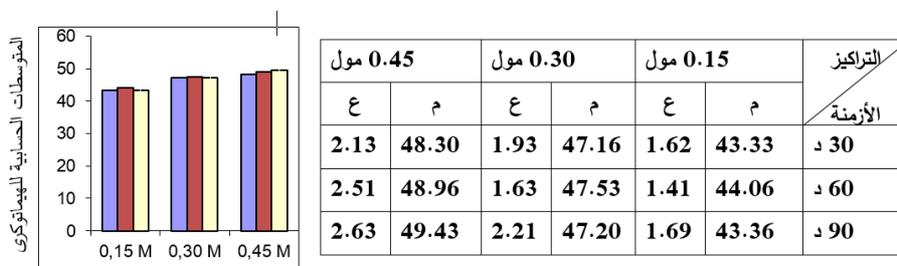
يبيد أفراد العيّنة الكليّة كما هو مبين في الجدول (1) الخاصّ بالتراكيز زيادة في كميّة الهيماتوكريت، في التّجارب المعتمدة، علماً أنّ المتوسط الحسابي لكميّة الهيماتوكريت في القياس القبلي للعيّنة الكليّة كان مساويا (م = 42.79)، بينما بلغ الانحراف المعياري للعيّنة الكليّة (ع = 1.81).

لغرض التحري عن المصادر التي أدت إلى تغير في كمية الهيماتوكريت النسبية ومستوياتها لدى أفراد عينة البحث، تم استخدام المتوسطات الحسابية، والانحرافات المعيارية؛ لتحليل المتوسط الحسابي لكمية الهيماتوكريت النسبية عند أفراد عينة البحث كما هو موضح في الجدول (1). والذي يشير إلى تباين المتوسطات الحسابية لكمية الهيماتوكريت النسبية عند مجمل أفراد عينة البحث، وأن كمياتها تتزايد بتزايد شدة التراكيز، بينما تشير الانحرافات المعيارية المقابلة للمتوسطات الحسابية المذكورة أعلاه، إلى درجات ضعيفة من التشتت في كمية الهيماتوكريت عند أفراد العينة.

تم استخدام تحليل التباين أحادي الاتجاه للمقارنة بين متوسطات كمية الهيماتوكريت النسبية وفقا لمتغير درجة تركيز الملح في الماء عند التناول عن طريق الشرب.

تشير البيانات الإحصائية في اختبار F أحادي الاتجاه، إلى وجود فروق ذات دلالة إحصائية في متوسطات الهيماتوكريت بدلالة التركيز، حيث أن قيمة اختبار أحادي الاتجاه (F) جاءت مساوية ل(150.61). وهي قيمة ذات دلالة إحصائية عند مستوى دلالة (0.01)، مما يعني أن متغير التركيز له أهمية وتأثير على مستوى كمية الهيماتوكريت النسبية.

السؤال الثالث: الذي ينص على " هل توجد فروق في كمية الهيماتوكريت النسبية إثر تناول المياه عالية الملوحة حسب الأزمنة بدلالة التراكيز؟": الجدول والشكل رقم (2) يمثل تأثير تناول المياه عالية الملوحة على إجمالي المتوسطات الحسابية (م) للهيماتوكريت بدلالة التركيز والزمن والانحراف المعياري (ع) عند العينة الكلية.



يبيد أفراد العينة الكلية ارتفاعا إلا أنه غير دال إحصائيا في كمية الهيماتوكريت وذلك بدلالة الزمن علما أن المتوسط الحسابي لكمية الهيماتوكريت في القياس القبلي للعينة الكلية كان مساويا (م = 42.79) بينما بلغ الانحراف المعياري (ع = 1.81). ولغرض التحري عن المصادر التي أدت إلى هذا التغير الطفيف في كمية الهيماتوكريت النسبية ومستوياتها لدى أفراد عينة البحث، تم استخدام المتوسطات الحسابية والانحرافات المعيارية؛ لتحليل المتوسط الحسابي لكمية الهيماتوكريت النسبية عند أفراد العينة. كما هو موضح في الجدول (2)، إذ يشير إلى تباين بسيط في المتوسطات الحسابية لكمية الهيماتوكريت النسبية عند مجمل أفراد العينة، وأنها تتدرج من الأقل تركيزا إلى الأعلى تركيزا وإجمالي مختلف الأزمنة، بينما تشير

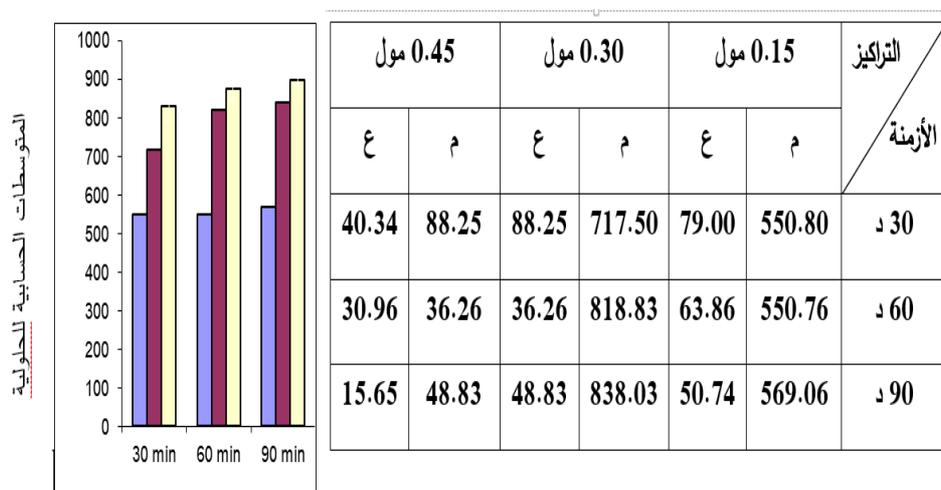
الانحرافات المعيارية المقابلة للمتوسّطات الحسابية المذكورة أعلاه، إلى درجات ضعيفة من التشتت في كمية الهيماتوكريت عند أفراد العينة، مما يؤكّد دقة البيانات الواردة.

لاختبار هذه الفرضية، تمّ استخدام تحليل التباين أحادي الاتجاه للمقارنة بين متوسّطات كمية الهيماتوكريت النسبية وفقا لمتغيّر مختلف الأزمنة المعتمدة في التجارب.

تشير البيانات الإحصائية إلى وجود فروق غير دالة إحصائيا في متوسّطات الهيماتوكريت بدلالة الأزمنة حيث أنّ قيمة اختبار أحادي الاتجاه (F) جاءت مساوية ل(2.25). وهي قيمة ليست دالة إحصائية، مما يعني أنّ متغيّر الزمن ليس له أهمية وتأثير على مستوى كمية الهيماتوكريت النسبية.

الحلولية Osmolarité

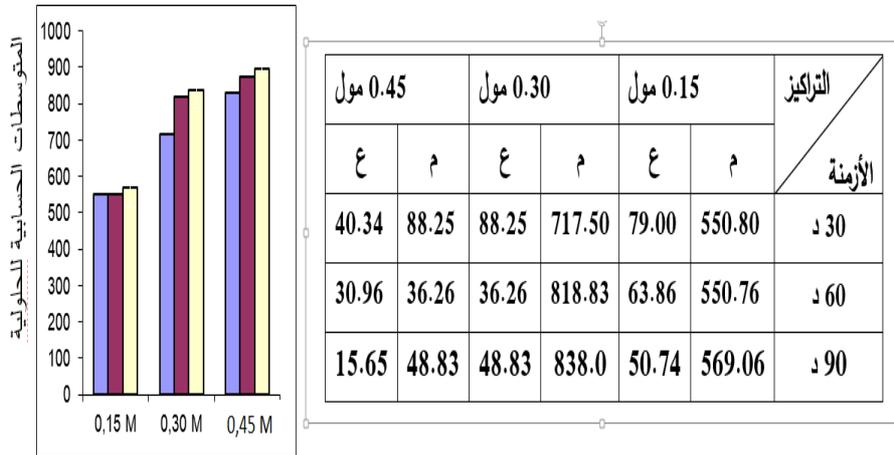
السؤال الرابع: الذي ينصّ على " هل توجد فروق في درجات الحلولية إثر تناول المياه عالية الملوحة حسب التراكيز بدلالة الأزمنة؟": الجدول والشكل رقم (3) يمثل تأثير تناول المياه عالية الملوحة على إجمالي المتوسّطات الحسابية (م) للحلولية mOsm.L بدلالة التركيز والزمن \pm الانحراف المعياري (ع) عند العينة الكلية.



تبدي أفراد العينة الإجمالية كما هو مبين في الجدول (3) ارتفاعا دالا إحصائيا في الحلولية، وذلك بدلالة التراكيز، علما أنّ المتوسّط الحسابي لكمية الحلولية في القياس القبلي للعينة الكلية كانت مساوية (م = 538.21 ميلي اسمول/ل)، بينما بلغ الانحراف المعياري (ع = 48.87). ولغرض التحري عن المصادر التي أدت إلى تغيّر في كمية الحلولية ومستوياتها لدى أفراد عينة البحث، تمّ استخدام المتوسّطات الحسابية، والانحرافات المعيارية؛ لتحليل المتوسّط الحسابي لكمية الحلولية عند أفراد عينة البحث كما هو موضّح في الجدول (3)، والذي يشير إلى تباين المتوسّطات الحسابية لكمية الحلولية عند مجمل أفراد العينة، وأنها تتدرج من الأقل تركيزا إلى الأعلى تركيزا وبإجمالي مختلف التركيز، بينما تشير الانحرافات

المعياريّة المقابلة للمتوسّطات الحسابيّة المذكورة أعلاه، إلى درجات ضعيفة من التّشّتت في كمّيّة الحلويّة عند أفراد العيّنة، ممّا يؤكّد دقة البيانات الواردة. لاختبار هذه الفرضيّة، تمّ استخدام تحليل التّباين أحادي الاتجاه للمقارنة بين متوسّطات درجات الحلويّة وفقا لمتغيّر درجة تركيز الملح في الماء. تشير البيانات الإحصائيّة إلى وجود فروق ذات دلالة إحصائيّة في متوسّطات الحلويّة بدلالة التّركيز، حيث أنّ قيمة اختبار أحادي الاتجاه (F) جاءت مساوية لـ (1305.41). وهي قيمة ذات دلالة إحصائيّة (0.01)، ممّا يعني أنّ متغيّر التّركيز له أهميّة وتأثير على مستوى كمّيّة الحلويّة.

السؤال الخامس: الذي ينصّ على " هل توجد فروق في درجات الحلويّة إثر تناول المياه عاليّة الملوحة حسب الأزمنة بدلالة التّراكيز؟": الجدول والشكل رقم (4) يمثّل تأثير تناول المياه عاليّة الملوحة على إجمالي المتوسّطات الحسابيّة (م) للحلويّة mOsm.L بدلالة التّركيز والزّمن \pm الانحراف المعياري (ع) عند العيّنة الكلية.

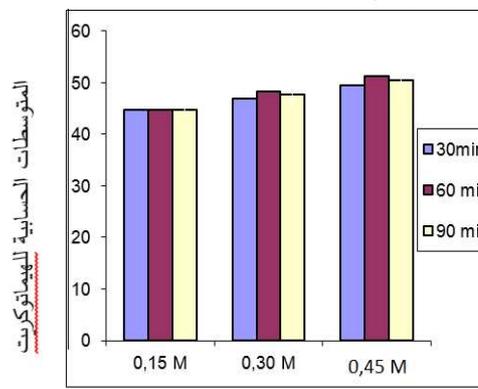
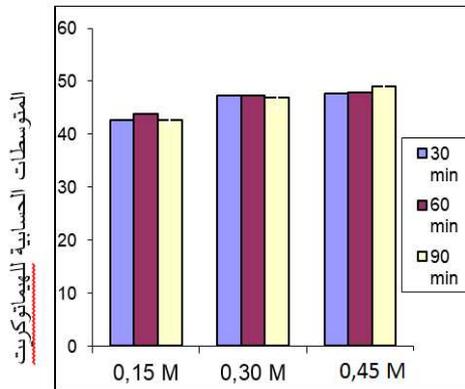


تبدي نفس الأفراد زيادة دالّة في الحلويّة وهذا بدلالة الأزمنة المعتمدة، علماً أنّ المتوسّط الحسابي لكمّيّة الحلويّة في القياس القبلي للعيّنة الكلية كانت مساوية (م = 538.21 ميلي اسمول/ل)، بينما بلغ الانحراف المعياري (ع = 48.87). لغرض التّحري عن المصادر التي أدّت إلى تغيّر في كمّيّة الحلويّة النسبيّة ومستوياتها لدى أفراد عيّنة البحث، تمّ استخدام المتوسّطات الحسابيّة، والانحرافات المعياريّة؛ لتحليل المتوسّط الحسابي لدرجات الحلويّة عند أفراد العيّنة، كما هو موضّح في الجدول (4)، وهو يشير إلى تباين المتوسّطات الحسابيّة للحلويّة عند مجمل أفراد العيّنة، وأنّها تتدرج من الأقل تركيزاً إلى الأعلى تركيزاً وبإجمالي مختلف الأزمنة، بينما تشير الانحرافات المعياريّة المقابلة للمتوسّطات الحسابيّة المذكورة أعلاه إلى درجات ضعيفة من التّشّتت في درجات الحلويّة عند أفراد عيّنة البحث، ممّا يؤكّد دقة البيانات الواردة. لاختبار هذه الفرضيّة، تمّ استخدام تحليل التّباين أحادي الاتجاه للمقارنة بين متوسّطات الحلويّة وفقا لمتغيّر الأزمنة. تشير البيانات الإحصائيّة إلى وجود فروق ذات دلالة إحصائيّة في متوسّطات الحلويّة بدلالة الزّمن، حيث أنّ قيمة اختبار أحادي الاتجاه (F) جاءت مساوية لـ (34.04). وهي قيمة ذات

دلالة إحصائية (0.01)، مما يعني أنّ متغير الزمن له أهمية وتأثير على مستوى الحلولية عند أفراد العينة الكلية.

السؤال السادس (أ): الذي ينصّ على "هل توجد فروق بين الذكور والإناث في كمية الهيماتوكريت إثر تناول المياه عالية الملوحة حسب مستويات التراكيز بدلالة الأزمنة؟": الجدول رقم (5) يمثل تأثير تناول المياه عالية الملوحة على إجمالي المتوسطات الحسابية (م) للهيماتوكريت بدلالة التركيز والزمن \pm الانحراف المعياري (ع) حسب متغير الجنس.

| الأزمنة | الجنس | 0.15 مول | | 0.30 مول | | 0.45 مول | |
|---------|-------|----------|-------|----------|-------|----------|-------|
| | | ع | م | ع | م | ع | م |
| 30 د | ذ | 1.15 | 44.70 | 1.66 | 46.90 | 2.32 | 49.50 |
| | إ | 1.38 | 42.65 | 2.08 | 47.30 | 1.80 | 47.70 |
| 60 د | ذ | 0.94 | 44.70 | 2.25 | 48.20 | 2.73 | 51.30 |
| | إ | 1.51 | 43.75 | 1.15 | 47.20 | 1.28 | 47.80 |
| 90 د | ذ | 1.05 | 44.70 | 1.42 | 47.60 | 2.83 | 50.40 |
| | إ | 1.55 | 42.70 | 2.53 | 47.00 | 2.43 | 48.95 |



يبدو من الجدول (5) المتعلق بالهيماتوكريت أن: الذكور يبدون زيادة دالة إحصائية في كمية الهيماتوكريت، وذلك بدلالة التراكيز المعتمدة تجريبيا، علما أنّ المتوسط الحسابي لكمية الهيماتوكريت في القياس القبلي لمجموعة الذكور كان (م = 42.83، ع = 1.79)؛ في حين كان عند مجموعة الإناث (م = 42.02، ع = 1.39).

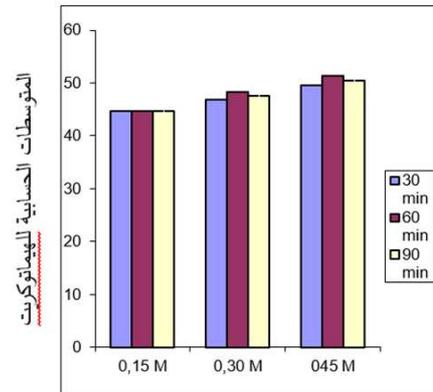
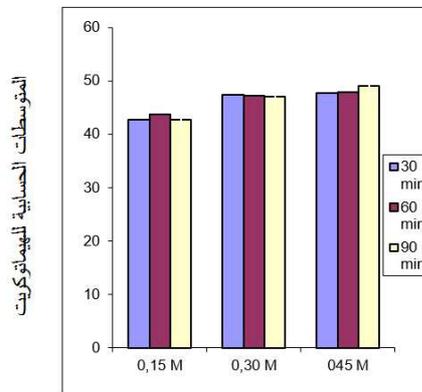
تبدي الإناث زيادة دالة إحصائية في كمية الهيماتوكريت، وذلك بدلالة التراكيز المعتمدة في التجارب لغرض التحري عن مدى وجود فروق ذات دلالة إحصائية تعود إلى الجنس، بين المياه عالية الملوحة وكمية

الهيما توكريت النسبية بدلالة التركيز، تم استخدام المتوسطات الحسابية، والانحرافات المعيارية، كما تم توظيف تحليل التباين الثنائي وقيم (F) ودلالاتها من خلال تحليل كميات الهيما توكريت لأفراد عينة البحث.

يشير الجدول (5) إلى عدم وجود فروق ذات دلالة إحصائية عند تركيز (0.15 مول/ل) لدى مجمل طلبة العينة المدروسة. أما في ما يخص التركيزين (0.30؛ 0.45 مول/ل)، تبين أن هناك فروقا، حيث أن قيمة اختبار ثنائي الاتجاه (F) جاءت مساوية ل(4.47). وهي قيمة ذات دلالة إحصائية (0.05)، المتعلقة بالفروق في كمية الهيما توكريت بين الذكور والإناث، حيث أشارت المتوسطات إلى تفوق كميات الهيما توكريت عند الذكور على كميتها عند الإناث. كما أشارت الانحرافات المعيارية المقابلة للمتوسطات الحسابية لدى الذكور والإناث المتعلقة بكميات الهيما توكريت الثلاث كانت ذات تشتت طفيف.

السؤال السادس (ب): الذي ينص على " هل توجد فروق بين الذكور والإناث في درجات الحلولية إثر تناولهم المياه عالية الملوحة حسب التراكيز بدلالة الأزمنة؟"؛ الجدول رقم (6) يمثل تأثير تناول المياه عالية الملوحة على المتوسطات الحسابية (م) للحلولية بدلالة التركيز والزمن \pm الانحراف المعياري (ع) حسب متغير الجنس.

| التركيز | الجنس | 0.15 مول | | 0.30 مول | | 0.45 مول | |
|---------|-------|----------|--------|----------|--------|----------|--------|
| | | ع | م | ع | م | ع | م |
| 30 د | ذ | 37.43 | 639 | 89.90 | 742 | 22.67 | 854.30 |
| | إ | 51.90 | 506 | 87.01 | 705.05 | 42.23 | 818.20 |
| 60 د | ذ | 49.55 | 601.60 | 42.69 | 816 | 25.67 | 883.20 |
| | إ | 54.97 | 525.35 | 33.73 | 820.25 | 33.23 | 871.75 |
| 90 د | ذ | 46.99 | 593.90 | 34.10 | 854.20 | 13.66 | 902.80 |
| | إ | 52.08 | 556.65 | 53.69 | 829.95 | 16.02 | 893.75 |



يتجلى من الجدول (6) الخاص بالحلولية عند ذكور العينة، أنهم يبدون ارتفاعا في الحلولية، وذلك بدلالة التراكيز.

يتضح من الجدول (6) المتعلق بالحلولية عند إناث العينة، أنهم يبدون ارتفاعا في الحلولية، بدلالة التراكيز، علما أن المتوسط الحسابي لكمية الحلولية في القياس القبلي لمجموعة الذكور كانت (م = 598.64 ميلي اسمول/ل، ع = 32.46)؛ في حين كانت عند مجموعة الإناث (م = 502.63 ميلي اسمول/ل، ع = 63.23).

لاختبار هذه الفرضية، تم استخدام تحليل التباين أحادي الاتجاه للمقارنة بين متوسطات درجة الحلولية وفقا لمتغير درجة تركيز الماء بالملح.

تشير البيانات الإحصائية إلى وجود فروق ذات دلالة إحصائية في متوسطات الحلولية بدلالة التركيز حيث أن قيمة اختبار ثنائي الاتجاه (F) جاءت مساوية لـ (17.76). وهي قيمة ذات دلالة إحصائية (0.01) مما يعني أن متغير التركيز له أهمية وتأثير على مستوى درجة الحلولية.

مناقشة النتائج: استهدفت هذه الدراسة معرفة كيفية تأثير المياه عالية الملوحة على كل من الهيماتوكريت والحلولية وهما عاملان بيولوجيان من جهة، وأثر الجنس في عينة من طلبة الجامعة في القطر الجزائري (المدرسة العليا للأساتذة بالقبة).

1- الهيماتوكريت ودرجات الحلولية: يبدو جليا أن كل التراكيز التي تزيد عن 0.15 مول/ل، ستؤدي إلى تبديلات كبيرة في كل من الهيماتوكريت والحلولية، لكون الجسم يحتاج إلى مقدار معلوم من ملح الطعام (NaCl) الذي يحفظ التوازن المائي- المعدني للوسط الداخلي، وفي حال زيادة هذه الأملاح، فإن الجسم يتأثر بذلك، مما يجعله يلجأ إلى استخدام الآليات العصبية والغدية لأجل استعادة الاستتباب وعند عجز هذه الآليات عن التحكم في التفاعلات التي حدثت داخل الجسم، قد يؤدي ذلك إلى الاستتباب الذي تعبر عنه الهيماتوكريت والحلولية الدالتين إحصائيا (Valencia Higuera, 2018). وتعني هذه الدلالة أن كلا من التراكيز والأزمة أدت إلى تبديلات في مستويات الهيماتوكريت والحلولية بكميات كبيرة نتجت عنها فروق دالة في درجاتهما كما أثرت على الجنس (ذكورا وإناثا) تأثيرا مختلفا نتجت عنه فروق دالة إحصائية.

لقد تبين أن هذه التراكيز العالية تسبب خلا في توازن سوائله الداخلية، ويبدو من النتائج المتوصل إليها، أن الجسم ينتابه خلل حتى في التراكيز الأدنى والمتمثل في (0.30 مول/ل). ربما تسبب هذه التراكيز إنهاكا للوظائف الحيوية للأفراد.

تتجلى أهمية الماء كعنصر أساسي للمحافظة على توازن الضغط الحلوي لسوائل الجسم نظرا لذوبان البروتينات والأملاح فيه، ولأن جميع المبادلات الحيوية داخل المتعضية تخضع لتواجد الأملاح بشكل متشرد (أيونات)، ولا تتولد السيالة العصبية إلا بتوفر الماء، علاوة على أن الماء ينظم درجة حرارة الجسم

ويحافظ على ثباتها عند الحرارة الطبيعية، كما أنه يساعد على نقل العناصر الغذائية وطرح الفضلات (مدحت حسين خليل محمد، 2000).

فعندما يتعرض الكائن الحي إلى فقدان كمية كبيرة من الماء والأملاح المعدنية بغته. فإن تغيراً في قيم استنباها تحدث بعد هذا الضياع، وهي تنتج عن الزيادة في القيمة الإجمالية للضغط الحلوي في سوائل العضوية، وهذه الزيادة تكون مصحوبة بانخفاض، إما في حجم السائل داخل خلوي، أو في إجمالي السائل خارج خلوي (George Aphas et coll. 2019).

أن العوز الناتج عن الخسارة المائية داخل خلوية، والمكتشف على مستوى الجملة العصبية المركزية خاصة في تحت المهاد يسبب الشروع في تناول الماء، كما يحرض الكاتيكولامينات لتقوم بدورها كنواقل عصبية في السوية المركزي (Johnson et Thunhort, 1997)، ويبدو من حركات هذه السوائل أن الحيز خارج خلوي يتميز بدور مهم في سلوكية العطش أكثر من الدور الذي يلعبه على سوية الحجم الدموي، إذ يكون الانخفاض الحجمي خارج خلوي مصحوباً بزيادة في حلوية ذلك السائل، والذي يحرض بدوره رد فعل العوز المائي الخلوي، وقد تبين أن هذا العطش لا ينتج عن نقص أو انخفاض في الحجم المصلي كما يعتقد البعض (Daniel G. Bichet, 2019)، وهذا يدل على أن هناك مستقبلات حساسة في الجهاز العصبي تنشط أثناء تغير الضغط الحلوي الدموي (العلوي، 2002). فالتركيز تؤثر على الحلوية تأثيراً دالاً إحصائياً ابتداءً من التركيز 0.30 مول / ل وما يليه.

تتفق هذه النتيجة مع العديد من الدراسات التي أجريت على حيوانات المخبر مثل نتائج (خروفي، 1992 زروقي، 1996؛ عيسي، 1999)، كما يتفق جل العلماء بأن جسم الإنسان يحتاج إلى كمية محددة من الملح تقدر ب: 0.15 مول/ل، قد يتكيف الجسم إلى كمية تزيد أو تقل قليلاً عن هذه القيمة، لكن يعجز الجسم عن تقبل المقادير العالية، مثل المقادير المستخدمة في تجاربنا، مما يجعل الجسم يلجأ إلى استخدام مختلف آلياته لاستعادة الاستتباب، قد يفشل في ذلك مما يهك الجسم، ويؤدي إلى ظهور تبدل دال في المتغيرات التي تم اعتمادها وقياسها في تجاربنا (Boyer et coll., 2007).

إذن بتطبيق تحليل التباين المتعدد، تبين أن قيمة (F) المحسوبة قد بلغت (5.11)، وهي ذات دلالة إحصائية ($P \leq 0.01$)، مما يشير إلى أن كمية الهيماتوكريت النسبية ودرجات الحلوية، لها دور في الإحساس بالتركيز الملحية للمياه المتناولة في الأزمنة التي اعتمدت في قياس تأثير المياه عالية الملوحة على العوامل البيولوجية. يؤدي كل من الحرمان المائي وتناول المياه عالية الملوحة في العديد من الحيوانات إلى ارتفاع الحلوية وكذا تركيز شوارد Na^+ والبروتينات المصلية، وبالعكس فإن الإرواء المفرط يسبب انخفاضاً في الحلوية وفي تركيز Na^+ (Mann et coll., 1997).

2 - الهيماتوكريت: تشير النتائج إلى أن المتوسطات الحسابية لدى العينة الكلية الخاصة بالهيماتوكريت كانت تتدرج من الأدنى إلى الأعلى حسب تراكيز المياه المتناولة، وهذا يشير إلى أنها تصاعدت

وبفارق كبير عما هي عليه في العينة نفسها، قبل تناول هذه المياه، وكذلك عن تلك المتوسطات الحسابية المسجلة عند تركيز (0.15 مول/ل).

قد يعود سبب هذا التصاعد في الهيماتوكريت إلى هذا النوع من المياه عالية الملوحة، خاصة عند التركيزين (0.30، 0.45 مول/ل)، وقد أشارت البيانات الإحصائية في اختبار F أحادي الاتجاه، إلى وجود فروق ذات دلالة إحصائية في متوسطات الهيماتوكريت بدلالة التركيز، حيث أن قيمة اختبار أحادي الاتجاه (F) جاءت مساوية ل(150.61). وهي قيمة ذات دلالة إحصائية (0.01)، مما يعني أن متغير التركيز له أهمية وتأثير على مستوى كمية الهيماتوكريت النسبية.

أن تفسير هذه الزيادة في كمية الهيماتوكريت النسبية وتصاعدها بتواتر، قد يفسر جزئياً في ضوء نظرية التوازن المائي-المعدني، أو ما يطلق عليه اسم الاستتباب Homeostasie.

وتتشابه نتائج هذه الدراسة فيما يتعلق بالهيماتوكريت، وذلك بدلالة التركيز مع نتائج كل من: (Phillips et coll., 1984; Zerrouk, 1996; Kheroufi, 1992)

غير أن تلك الدراسات أجريت على حيوانات المخبر ماعدا (phillips) وزملاؤه الذين أجروا تجاربهم على الإنسان، كما هي الحال في هذا العمل.

إن التمعن في البيانات الإحصائية، تتأكد العلاقة بين الهيماتوكريت ودرجة تركيز المياه عالية الملوحة من خلال التحليل الوصفي للتباين الأحادي. وهذا يعني أن المتوسطات الحسابية للهيماتوكريت تتغير بتغير التراكيز، حيث كانت المتوسطات الحسابية للهيماتوكريت، تدلّ هذه المعطيات على أن أفراد العينة الذين تناولوا مياه ذات تراكيز (0.30، 0.45 مول/ل)، يتميزون بدرجات عالية في كمية الهيماتوكريت النسبية بينما أفراد العينة نفسها والذين تناولوا مياه ذات تركيز 0.15 مول/ل، يلاحظ عدم تغير في كمية الهيماتوكريت بنسبة دالة لديهم، على الرغم من كونها تختلف عن تلك الكمية قبل التجريب.

فالماء يمتلك أدواراً هامة وأساسية في العضوية، فهو مادة ضرورية، تختلف فيزيائياً وكيميائياً عن باقي السوائل الأخرى. إذ يمتلك الماء صفات غير عادية، والمواتية جداً للنظم الحية قصد أداء وظائفها، حيث تبين أن لأيض الماء والشوارد المذابة فيه أهمية قصوى (الكبيسي، 2002؛ حسن خليل محمد مدحت 2005).

قد تعني هذه النتائج وجود علاقة بين كمية الهيماتوكريت وتناول المياه عالية الملوحة حسب درجة تركيز هذه المياه، أي أنه كلما كانت المياه مرتفعة الملوحة كانت كمية الهيماتوكريت عالية.

فالزيادة المعنوية بدلالة التركيز تعني أنه حدثت تبديلات أساسية في المعايير الأيضية والفيزيولوجية المصاحبة لارتفاع ذي دلالة إحصائية في الهيماتوكريت، مما يعني أن فقدان الماء من الحيز خارج خلوي وارتفاع تركيز الدم، أدى إلى حدوث اجتفاف شديد عند أفراد العينة المدروسة، وهو ما سبب انتقالاً في الحولية (الاسموزية) من منطقة لأخرى عبر الغشاء الخلوي، وهذا يدل على الانخفاض الحجمي للسوائل

خارج خلوية، فنتج عنها ارتفاع في إجمالي الهيماتوكريت. كما تتغير نسبتها بالتوازي مع الحجم الإجمالي للدم، إذ ترتفع أثناء تشكل المعقدات الغلوبينية، وتنخفض في حال فقر الدم، وتكون هذه القيم ذات اتجاه عكوس (Epstein, 1991; Yada et coll. 1996).

يبدو أن قدرة الثدييات على التكيف تحدث عندما تكون تراكيز المياه في حدود 0.15 مول/ل من (NaCl) أما التراكيز العالية (0.30 مول/ل) أو أكبر، فإن هذه الثدييات تعجز عن إصلاح العطب، فيحدث اللإستتباب في السوائل الداخلية، وهو ما لوحظ في هذه التجارب على الإنسان.

- الجنس: يبدو أن متغير الهيماتوكريت يصبح أكثر بروزا ووضوحا عندما يتفاعل مع متغير الجنس، فالذكور يبدون نسبة أعلى مما هي عند الإناث في الحالات الطبيعية، وكما هو معلوم فالتكوين البيولوجي والنفسي للإناث يختلف أصلا عن الذكور. ولا شك أن هذا التفاعل يشير إلى تعقد المتغيرات البيولوجية التي تعمل على ارتفاع كمية الهيماتوكريت النسبية، خاصة عند تناول هذا النوع من الماء عالي الملوحة.

يلاحظ من مجمل هذه النتائج التي أظهرت أن عامل الجنس كان له تأثير على الهيماتوكريت بدلالة التراكيز، إلا أن التأثير يظهر تفاعلها مع بعضهما البعض. فمتغير التراكيز كان له تأثير شديد على الجنس والذي يعني ارتفاعا دالا في كمية الهيماتوكريت، وهذا يعني أن مستوى الهيماتوكريت يسير بصورة تختلف تبعا لاختلاف الجنس. فالطالب الذكر يتمتع بهيماتوكريت أعلى مما هي عند الإناث.

أما في ما يتعلق بتأثير الزمن على الهيماتوكريت، فقد بينت النتائج أن الزمن تصاعد بالتدرج، إلا أن هذه الزيادة كانت بسيطة وغير دالة، ويبدو أن الأزمنة هنا لم تؤثر تأثيرا ذا دلالة، عكس ما حدث في الفئران المحقونة ضمن الصفاق بهذه التراكيز الملحية نفسها (عيسي، 1999)، فمتغير الأزمنة ليس له تأثير شديد على الجنس، والذي يعني عدم ارتفاع ذي دلالة في كمية الهيماتوكريت، إلا أن جميع أفراد العينة يحصلون على درجات عالية، ويختلفون في درجات الهيماتوكريت عما هي عند نفس أفراد العينة قبل تناولهم لهذه المياه.

من المعلوم أن الهيماتوكريت تختلف في الذكور عنها في الإناث في الحالات العادية السوية، يرجع هذا الاختلاف إلى الجانب الفيزيولوجي والبيولوجي لكل من الذكر والأنثى، غير أن المياه عالية الملوحة أثرت في كلا الجنسين وأدى إلى تغير في قيمة الهيماتوكريت عندهم معا وبذلك كانت الفروق غير دالة إحصائيا، مما جعل الفرق يبقى ثابتا بين الجنسين. (Van Coppennolle, 2009).

من الشرح السالف الذكر نخلص إلى النتيجة التالية: أن تفاعل الزمن والجنس ليس له تأثير على الهيماتوكريت في العينات (الكلية، الذكور، الإناث) ما دام الزمن لا يؤثر على الهيماتوكريت في العينات الثلاث. وهذا قد يعني أن آلية امتصاص هذه المحاليل في سوية الأمعاء لا يختلف في الذكور عنه في الإناث وتكون بنية الأمعاء متماثلة عند الجنسين.

3 - **الحلولية:** تشير النتائج إلى أن المتوسطات الحسابية لدى العينة الكلية الخاص بالحلولية كانت تتدرج من الأدنى إلى الأعلى حسب تراكيز المياه المتناولة، وهذا يشير إلى أنها تصاعدت وبفارق كبير عما هي

عليه في العينة نفسها، قبل الشروع في تناول هذه المياه، وكذلك عن تلك المتوسطات الحسابية المسجلة عند تركيز (0.15 مول/ل). قد يعود سبب هذا التصاعد في الحلوية إلى هذا النوع من المياه عالية الملوحة خاصة عند التركيزين (0.30، 0.45 مول/ل).

من النتائج المبينة أعلاه، يبدو أن ارتفاع الحلوية المصلية هي بمثابة نتيجة للتركيز الدموي والبولي الذي يدل على فقدان الوسط خارج خلوي للماء الذي يعقب حرمان الحيوانات من الماء أو أثناء تناولها للمياه عالية الملوحة، حيث بين Sato et Coll. (1996) أن الوسط خارج خلوي هو أكثر حساسية للتغيرات الإجمالية للسائل المائي-المعدني، إذ يتدخل الوسط خارج خلوي في سلسلة متدرجة للترشح والامتصاص الكلوي، وكذا في الإفراز.

وهو ما يسمح لنا القول، إن ارتفاع الحلوية، يرجع أساسا إلى الكمية الإضافية للصوديوم المتناول مع مياه الشرب، مما سمح لنا بتسجيل ذلك الارتفاع في الحلوية بدلالة التراكيز المعتمدة في تجاربنا. مع العلم أن كل التراكيز الملحية التي تفوق 0.15 مول / ل، تسبب ارتفاعا دالا إحصائيا في الحلوية، وهو ما يستدعي جملة من الأجهزة الداخلية للكائنات الحية كالكلى مثلا التدخل من أجل إصلاح الاستتباب الحادث، إلا أن التراكيز العالية تجهد هذه الأعضاء. فمعرفة قوانين الحلوية هامة من الناحية الحيوية، لأنها أحد العوامل الأساسية في تفسير حركة السوائل بين مختلف أقسام العضوية، ويمكن إيعاز الوظائف الأساسية للحلوية إلى الإبقاء والمحافظة على توازن الماء والضغط الحلوي بصورة طبيعية. ويعتمد ما سبق على المحتوى الكاتيوني وكميته، خاصة (Na+) في سوائل الجسم (Ruth et Coll., 1992; Reynolds, 2011).

فقد أشارت نتائج التباين الأحادي إلى أن متغير الحلوية الذي يعني، أن ارتفاع الحلوية حسب درجات تركيز المياه المتناولة ذي تأثير بدلالة إحصائية بالنسبة للتركيزين (0.30، 0.45 مول/ل)، ويشير هذا إلى أن الماء المتناول جعل الجسم عاجزا عن التكيف معه، ويعد الأمر طبيعيا، لكون الجسم يتمتع بقدرات تكيفيه محدودة، يعجز بعدها عن استثارة آلياته، وبذلك يختل الاستتباب في الجسم، مما يشير إلى أن كمية الهيماتوكريت النسبية، لها دور في الإحساس بالتراكيز الملحية للمياه المتناولة، أثناء قياس تأثير المياه عالية الملوحة على العوامل البيولوجية.

- الجنس: يبدو أن متغير الحلوية يصبح أكثر بروزا ووضوحا عندما يتفاعل مع متغير الجنس، فالذكور يبدون نسبة أعلى مما هي في الإناث، وذلك في الحالات الطبيعية، فالتكوين البيولوجي والتفسي للإناث يختلف أصلا عن الذكور، ولا شك أن هذا التفاعل يشير إلى تعقد المتغيرات البيولوجية التي تعمل على ارتفاع الحلوية، خاصة عند تناول هذا النوع من الماء عالي الملوحة (James Fuster, 2001).

يلاحظ من مجمل هذه النتائج التي أظهرت أن كلا من عاملي الجنس والتراكيز كان لهما تأثير على الحلوية، وأن التأثير يظهر تفاعلهما مع بعضهما البعض. وهذا يعني أن مستوى الحلوية يسير بصورة تختلف تبعا لاختلاف الجنس. فالطالب الذكر يتمتع بحلوية أعلى مما هي عند الإناث. فمتغير التركيز كان

له تأثير شديد على الجنس، والذي يعني ارتفاعاً دالاً في درجات الحلووية، وهذا يعني أنّ أفراد العينة يحصلون على درجات عالية، ويختلفون في درجات الحلووية عمّا هي عند نفس أفراد العينة قبل تناولهم لهذه المياه. فدرجات التركيز كان لها أثر على الحلووية، وهو لصالح الذكور. إذ تبين أنّ تفاعل التراكيز مع الجنس يؤثر تأثيراً دالاً إحصائياً انطلاقاً من 0.30 مول/ل وما يليه.

أما ما تعلق بتأثير الزمن على الحلووية، فقد بينت النتائج أنّ الحلووية تصاعدت بالتدرج، وكانت هذه الزيادة دالة، وتعني النتائج المتوصل إليها في هذا البحث أنّه حدث تغيير في الحجم المائي على مستوى المصل (البلازما)، ممّا أدى إلى ارتفاع شديد في الحلووية، وذلك بدلالة الأزمنة المعتمدة في هذه التجارب، ويبدو أنّ الأزمنة هنا أثرت تأثيراً ذا دلالة، وهو مماثل ما حدث في الفئران المحقونة ضمن الصفاق بهذه التراكيز الملحية نفسها (عيسي، 1999)، فالأزمنة تؤثر على الحلووية تأثيراً دالاً إحصائياً في العينات الثلاث والتي تتصف بتجانسها عمراً، ويتناولون نفس التراكيز من المحاليل الملحية، ويتضح أنّ هذه الآليات عجزت أمام شدة هذه التراكيز في الأزمنة المعتمدة، ممّا أدى إلى تبدل في الحلووية تبدلاً واضحاً دالاً إحصائياً في تجاربنا.

يبدو أنّ المياه المالحة بعد امتصاصها تنتقل إلى الدم، حيث تعمل على تبدل في نسبة الهيماتوكريت بدرجات تختلف باختلاف الزمن زيادة أو نقصاناً، ولعلّ هذه التغيرات هي التي أدت إلى تبدل في الحلووية أيضاً، فعامل الزمن مع الجنس يؤثران تأثيراً دالاً إحصائياً انطلاقاً من الزمن 30 دقيقة وما تلاه. والملاحظ أنّ ارتفاع الحلووية أو الزيادة في تركيز الأملاح، يعمل على تنشيط المسلك المائي، ويثبّت المسلك الملحي (Claudine Michaud, 2018) كما أنّ تحرر الالدوستيرون (Aldostérone) الناتج عن تحريض الأنجيوتانسين II أثناء العوز المائي خارج خلوي، يثبّت هذا التحرر عند ارتفاع الحلووية والتي تعمل بشكل تنافسي مع الأنجيوتانسين II في الدماغ إلى أنّ تتم إعادة التوازن الملحي لوضعه الطبيعي (Depaula et coll., 1996).

من هنا تأتي أهمية الكشف عن هذه العوامل عند تناولنا هذا النوع من المياه وهم أكثر في أنحاء عديدة من القطر. ويلاحظ أنّ لطبيعة هذه الاتجاهات تأثيراً كبيراً في أدايتهم وإنتاجهم وعلاقتهم داخل الجامعة وخارجها. فإذا كان اتجاه هذه العوامل الأربعة أو بعضها منها سالباً متصاعداً، لا شكّ أنّه سينعكس على عملهم وحياتهم وصحتهم الجسميّة والنفسية مستقبلاً.

الخاتمة

تمثلت طبيعة البحث في محاولة التعرف على معدلات كلّ من الهيماتوكريت والحلووية كعاملين بيولوجيين لدى طلبة الجامعة أثناء تناولهم للمياه عالية الملوحة، وقد جعل منه مصدراً أولياً يمدّ المهتمين ببعض المعلومات عن مدى انتشار هذه الاضطرابات الجسميّة، عند شريحة واسعة من المجتمع الجزائري التي تتناول هذا النوع من المياه. نظراً لقلّة المياه في بلدنا، مقارنة بشساعة المساحة والنمو الديموغرافي، وأنّ توقرت، فهي تحتوي على كميات مرتفعة من الأملاح، خاصّة ملح الطّعام. فعندما

تتعرض شريحة واسعة من المجتمع لهذه الاضطرابات، فإنه ينبغي على الباحثين والمهتمين، التعرف على نسبة انتشارها، وذلك من أجل العمل على إيجاد الحلول والعلاج المناسب لها.

توصّلت الدّراسة إلى نتائج تُؤكّد أنّ عدّادا من أسئلة البحث قد تحقّق، باستثناء تلك: المتعلّقة بالهيماتوكريت بدلالة الزّمن. عكس العديد من الدّراسات على حيوانات المخبر والتي أظهرت أنّ للزمن دورا على الهيماتوكريت. قد يرجع ذلك إلى الطّرائق المتبعة في التجارب، حيث جل الدّراسات التي بين أيدينا أجريت على حيوانات غير الإنسان، والتي تمت إما بالحقن ضمن الصّفّاق (عيسي، 1999)، أو إخضاع هذه الحيوانات للحرمان المائي، كما هي الحال عند (خروفي، 1992؛ زروقي، 1996)، في حين اعتمد في هذا البحث تناول المياه عالية الملوحة عن طريق الشّرب، لذا يتمّ امتصاصها مباشرة، وتصل إلى الدّوران في نفس الوقت، ممّا يلغي دور الزّمن هنا، حيث أظهرت مدى تأثير المياه عالية الملوحة على العوامل المتمثلة في كلّ من (الهيماتوكريت، الحلويّة)، وهما يعتبران من المؤشّرات المعتمدة في هذا المجال نظرا لحساسيّتهما الشّديدة لأيّ تبدّل في كميّة الأملاح على مستوى سوائل الجسم، ممّا يسبب اللاستتباب في هذه السّوائل والتي تؤدي إلى خلل في الوظائف الحيويّة للجسم، قد تكون بسيطة، يتمكن الجسم على إثرها من إصلاحها وذلك عن طريق آليات عصبية- غديّة (Daniel, 2019)، وقد تكون شديدة التّأثير، فيعجز الجسم عن استعادة استتبابه، وهو ما يهك الجسم. وفي حال دوامها لمدة طويلة، قد تغير من سلوك الفرد (Christopher et coll., 2019)

كما توصّلت الدّراسة أيضا إلى وجود فروق بعضها دال إحصائيّا بين الذّكور والإناث، خاصّة في الهيماتوكريت بدلالة التّراكيز، وفي الحلويّة بدلالة التّراكيز والأزمنة، حيث كانت قيم الهيماتوكريت والحلويّة لصالح الذّكور، وبالفعل يبدو من مجمل النّتايج المتوصّل إليها أنّ أفراد العيّنة يتأثّرون بالمحالييل الملحيّة المستخدمة في البحث، على الرّغم من خاصيّة التّكيف التي يميّز بها أفراد العيّنة (الإنسان)، فعلى مستوى الدّم:

- تنخفض نسبة الهيماتوكريت قليلا غير ذات بال، وذلك بدلالة الزّمن، ممّا أدى إلى انتقال السّوائل من الوسط داخل خلوي إلى الوسط خارج خلوي، كرد فعل على هذا التّأثير، بينما ترتفع نسبة الهيماتوكريت بدلالة التّركيز، نظرا لانبعاث آليّة العطش وحدوث الاجتفاف، ممّا سبب انتقالا في الحلويّة عبر الغشاء الخلوي، أدى إلى انخفاض حجم السّوائل خارج خلوية.

- نسجّل ارتفاعا في الحلويّة بدلالة كلّ من الزّمن والتّركيز، قد يرجع هذا إلى الكميّة الإضافيّة للصوديوم المتناولة مع الماء تجريبيا، ممّا أدى إلى تكده في البلاسما، أي في الوسط خارج خلوي.

وختاما فإنّ النّتايج المتوصّل إليها في هذا البحث، تبرز بجلاء أنّ الاجتفاف الخلوي المحرض عن طريق تناول المياه عالية الملوحة، قد يسبّب التّغيرات الاستقلابية، وأنّ المياه التي تبتعد في تركيزها الملحي عن 0.15 مول/ل، تسبّب عدم الاستتباب في سوائل الجسم، والتي تؤدي إلى عرقلة السّير الحسن للوظائف

الحيوية، وبذلك قد تسبب زيادة في العوامل المدروسة، على الأقل عند أفراد العينة. وتجدر الإشارة إلى أن زوال تأثير المستقبلات الحجمية، يلغي التثبيط الذي تفرضه بعض البنى الدماغية على آلية امتصاص الماء والأملاح المعدنية، وقد يتدخل الفازوبريسين (VP) على المستوى المركزي من أجل إصلاح الانحرافات الحادثة في التوازن المائي-المعدني (Menani et Coll., 1996).

لقد تبين أن الخسارة المائية داخل وخارج خلوية، يتم كبحها بواسطة عصبونات خاصة، إذ تقوم بتحريض المراكز العصبية المسؤولة عن هذه الظاهرة، حيث ترسل ومضات عصبية وحاثية، وتتموضع هذه المراكز الخاصة في سوية تحت المهاد الأمامي (Ruth et coll., 1992)

الافتراضات: يمكن ذكر بعض الفقرات الواردة في تقرير منظمة الصحة العالمية الصادرة بتاريخ 2006/6/22، والذي ينصح بالتقليل من تناول ملح الطعام، حيث طلبت هذه المنظمة من الحكومات عدم الاكتفاء بنصح السكان بعدم الإفراط في تناول الملح لتفادي الإصابة بارتفاع ضغط الدم فحسب، بل أن تفرض على الصناعيين خفض كمية الملح المضافة للأطعمة المصنعة، وأوضحت المنظمة في تقريرها السنوي عن الصحة في العالم بتقليل المخاطر والتشجيع على حياة صحية، أن الأمر سيشكل أحد إجراءات التدخل الأقل كلفة والأكثر فعالية، لمحاربة أمراض القلب والشرايين التي تعتبر من التهديدات الرئيسية للصحة العالمية. وأشار مسؤولو المنظمة أن الإفراط في وضع الملح في منتجات مثل الخبز أو الأطباق الجاهزة في الدول الغنية، يطرح مشكلة خاصة لأن الكثير من سكان المدن يفضلون هذه المنتجات على الأغذية الطازجة التي لم يعد لديهم الوقت ولا الرغبة في طهيها، وقالت منسقة وحدة مكافحة أمراض القلب والشرايين في منظمة الصحة العالمية، (حتى لو عمد الأفراد إلى التقليل من الملح في طعامهم، فإنهم يستهلكون تلقائياً كمية كبيرة منه بسبب محتوى الملح في الأغذية التي يشترونها من المتاجر). وقدم ارتفاع ضغط الدم على أنه واحد من التهديدات العشرة الكبرى على الصحة، فهو يسبب 71 مليون حالة وفاة سنوياً، إضافة إلى 62% من الجلطات الدماغية و49% من النوبات القلبية.

من المعطيات السالفة والمتمثلة في:

- النتائج المتوصل إليها ميدانياً.

- إجابة بعض الأطباء وترتيبهم للأمراض المنتشرة في القطر، خاصة في المناطق التي تتناول المياه عالية الملوحة مثل بسكرة، عين صالح، بئر الجير...

- تقرير منظمة الصحة العالمية.

يبدو أنه من الضروري الاهتمام بما يلي:

(1) عدم الاكتفاء عند تحليل المياه خلوها من الجراثيم والطفيليات والملوثات، بل يجب التأكد من نسبة الأملاح المعدنية في تلك المياه، خاصة ملح الطعام، وأن لا تتعدى نسبة هذا الملح (0.15 مول/ل).

- (2) استخدام المياه عالية الملوحة في الأغراض المنزلية، لكن يمنع استهلاكها كماء شروب.
- (3) عدم إضافة الملح للأطعمة.
- (4) استهلاك السوائل بكميات جيدة.
- (5) ممارسة الرياضة.
- (6) تناول أغذية غنية بالبوتاسيوم والمغنيسيوم.
- (7) الإكثار من تناول الأطعمة التي تكثر فيها الألياف.
- (8) استهلاك منقوع التّنعاع.
- (9) توفير المياه التي تتوفر فيها الشّروط الصّحيّة والمواصفات العالمية.
- (10) التّمييز بين المياه الصّالحة للشرب، والمياه الصّالحة للاستعمالات المنزليّة.
- (11) الاهتمام بتناول الماء دون غيره من السّوائل وبشكل منتظم.
- (12) مراعاة الظروف البيئيّة (الحرارة).
- (13) مراعاة نوع العمل ومشقّته.
- (14) العمل على عدم التّعرض للاجتفاف خاصّة عند الصّغار.
- (15) يتعهّد الباحث بالاستمرار في هذا البحث على عيّنة أكبر وأشمل لمناطق عديدة، مع استخدام تراكيز أكبر وأزمنة أطول، ولكن في حدود ما يتقبّله جسم الإنسان.

قائمة المراجع:

- أبو خيط صالح بشير سعد (2011)، مقدّمة في بيولوجيا الرياضة (التغذية وبناء الجسم)، دار الزهران للنشر والتوزيع، المملكة الأردنية الهاشمية.
- أدلمان، جيراز، ترجمة شهرت العالم (1999)، نحو بناء صورة للمخ، مجلة الثقافة العالمية، عدد 99/95،7، الكويت، المجلس الوطني للثقافة والفنون والأدب.
- البيطار منير، والطيان هشام، وقطان صياح (1994)، الفيزيولوجيا البشرية، منشورات جامعة دمشق، ص 492-487.
- السودان حياة إبراهيم عثمان (2000)، علم وظائف الأعضاء المقارن، منشورات مؤسسة شباب لجامعة الخرطوم (السودان)، ص 278-255.
- العلوي صباح ناصر (2002)، علم وظائف الأعضاء، دار الفكر للطباعة والنشر والتوزيع، الطبعة الأولى ص 115.
- حسن خليل محمد مدحت (2005)، علم الغدد الصماء، دار الكتاب الجامعي، العين، دولة الإمارات العربية المتحدة.
- عيسي محمد (1999)، رسالة ماجستير تأثير المحاليل الملحية عالية التركيز على الجملة الأمينية المركزية.
- مدحت حسين خليل محمد (2000)، فيزيولوجية الحيوان، دار الكتاب الجامعي، دولة الإمارات، العين الطبعة الأولى، ص 363-116.
- مفيد محمد حنون (1999)، أساسيات علم وظائف الأعضاء، دار البارودي العلمية للنشر والتوزيع، ص 125-124.
- منظّمة الصحة العالمية (2006)، التقليل من تناول الملح.
- مونكاستل، فرنون (1999)، علم المخ في نهاية القرن، مجلة الثقافة العالمية، العدد 95، الكويت، المجلس الوطني للثقافة والفنون والأدب.
- Boyer P, Phillips JL, Rousseau FL, Llivitsky S (2007), Hippocampal abnormalities and memory deficits: new evidence of a strong pathophysiological link in schizophrenia. *Brain Res Rev* 54 (1): 92-112
- Chalmers J, Arnold L, Llewellyn-Smith L, Manson J, Suzuki S. (1994) Central neurons and neurotransmitters in the control of blood pressure clin-exp- pharmacol. *Physiol* 21: 819 - 829
- Christopher A, Zimmerman EL, Huey JS, Ahn ZA, Knight (2019) A gut-to-brain signal of fluid osmolarity controls thirst satiation Full-text available Hydration status, total

- water intake and subjective feelings of adolescents living in a hot environment, during a typical school day. *News Physiol Sci* 19 (1):1-6
- Claudine Michaud (2018) Homéostasie physique: la guérison naturelle Dans un corps sain, Mode de vie, Soin, Un esprit sain... bien être, changer de regard, depart nature, douleur chronique, fibromyalgie, manger sain, nature, naturel, nouvelle vie, réhabilitation alimentaire, sans gluten, sans lactose, sante.
 - Daniel G. Bichet (2019) Regulation of Thirst and Vasopressin Release *Annual Review of Physiology - Annual Reviews* 81: 359–373
 - Denis D (1994) *Biochimie clinique*, Edition: le griffon d'argile Milon Bercelone, P 2, 10 - 11.
 - Depaula PM, Sato MA, Menani JR, DELuca RLA (1996) Effects of central and adrenergic agonists on hormone induced 3% NaCl and water intake. *Neuroscience letters*. 214:155 - 158
 - Duvernoy HM (2005) Introduction, *The Human Hippocampus* (3^{ed}). Berlin: Springer-Verlag. P. 1. (ISBN 3-540-23191-9).
 - François B, (2011) *Biologie cellulaire du système nerveux central*, université Joseph Fourier de Grenoble, faculté de médecine et de pharmacie de Grenoble-France.
 - George A, Pinelopi S, Eleni P, Andreou C (2019) Hydration status, total water intake and subjective feelings of adolescents living in a hot environment, during a typical school day. *Int J Adolesc Med Health* doi: 10.1515/ijamh-2018-0230.
 - James F (2001) The prefrontal cortex-an update: time is of essence, *Neuron* 30 (2):319-33
 - Johnson AK, Thunhorst RL (1997) The neuroendocrinology of thirst and salt appetite: visceral sensory signals and mechanisms of central intergration. *Neuro Endocr* 18: 292-353
 - Mann JFE, Johnson AK, Ganten D, Ritz E (1997) Thirst and the renin-angiotensine system *kid int* 32 (suppl 21), S 27-S34.
 - Poirier J (2004) *Le système nerveux, centrale et périphérique : formation, fonction et rôle*. Fondation arsep pariory.
 - Reynolds JN (2011) Spontaneous firing and evoked pauses in the tonically active cholinergic interneurons of the Goldberg striatum, *Neuroscience* 198:27-43
 - Ruth E, Blanckburn N, Edward MS, Joseph GV, (1992) Central oxytocin mediates inhibition of sodium appetite by Naloxone in Hypovolemic rats. *Neuro Endocr* 56: 255 - 263
 - Stricker EM, Cannon KS, et Smith JC (1992) Thirst and salt appetite induced by hypovolemia in rats analysis of drinking behavior. *Physiol Behav* 51: 27 -37
 - Sylvain P (2003) L'anatomie fonctionnelle du cortex préfrontal: du signe à l'homme. *Neuropsychiatrie Tendances et Débat*. 27-31.
 - Valencia H (2018) "Salt 101: Why You Need It, How Much Is Too Much, and How to CutBack", www.everydayhealth.com, Retrieved 28-10-2018. Edited
 - Yada MM, Paula PM, Menani JV, Luca LA (1996) Central alpha-adrenergic and need – induced 3% NaCl and water intake *Pharmacol Biochem. And Behavior* 57:137-43
 - Van C, (2009) *Transmission synaptique et cellules excitable*, laboratoire de physiologie cellulaire, Université de Lille-France.

تصنيف معدن البيوتيت المتواجد في صخور منطقة سيالات (الهقار الغربي، الجزائر): مثال باتوليئين من نمط TTG (أهمباتو وإهلي) والمركب الغرانتي من نمط A (التوين)

فاتن بشيري بن مرزوق²⁻¹، سارة مقدم²⁻¹، خديجة بوزيد³⁻²، حميد بشيري⁴، رقية خلوي⁴⁻²،
فريدة ملاح⁴⁻²، نادية بورغدة⁵، بشير هني²، صبيحة طالمات²⁻¹، برنارد بونا⁶

- 1- مخبر تعليميات العلوم، المدرسة العليا للأساتذة، القبة القديمة، الجزائر faty_benmerzoug@yahoo.fr
- 2- قسم العلوم الطبيعية، المدرسة العليا للأساتذة، القبة القديمة، الجزائر
- 3- مركز البحث العلمي والتقني للمناطق الجافة القرية الجامعية محمد خيضر، بسكرة
- 4- كلية علوم الارض والجغرافيا والتهيئة العمرانية، جامعة هواري بومدين للعلوم والتكنولوجيا، باب الزوار الجزائر
- 5- قسم علوم التربة، المدرسة الوطنية العليا للفلاحة، 1 شارع حسان بادي، الحراش
- 6- "UMR8148 IDES"، جامعة باريس-جنوب، F-91405 Orsay Cedex (فرنسا)

Classification of the Silet area's rocks biotite (Western Hoggar, Algeria): Example of two TTG-type batholiths (Ahambatou & Eheli) and A-type complex (Tioueine)

Faten BECHIRI-BENMERZOUG¹⁻², Sarra MOKADDEM¹⁻², Khadija BOUZID¹⁻³, Hamid BECHIRI⁴, Rékia KHÉLOUI²⁻⁴, Farida MELLAH²⁻⁴, Bachir HENNI², Nadia BOUREGHDA⁵, Sabiha TALMAT¹⁻², Bernard BONIN⁶

- 1- Laboratoire « Didactique des Sciences », École Normale Supérieure, Vieux-Kouba, Alger (Algérie) faty_benmerzoug@yahoo.fr
- 2- Département des Sciences Naturelles, ENS, Vieux-Kouba, Alger (Algérie) B.P N°92 16308
- 3- Centre de Recherche Scientifique et Technique sur les Régions Arides (C.R.S.T.R.A) Campus Universitaire Mohamed Khider, Biskra
- 4- FSTGAT/USTHB, BP32, El Alia, 16111-Bab Ezzouar, Alger (Algérie)
- 5- Département de sciences du sol, École Nationale Supérieure Agronomique (ENSA) 1 rue Hassan Baddi El Harrach
- 6- UMR8148 'IDES', Université de Paris-Sud, F-91405 Orsay Cedex (France)

الملخص: تمت دراسة الخواص الكيميائية لأربع عينات من معدن البيوتيت المتواجد في أربع صخور حامضية منسدة، متواجدة جميعها بالجزء الأوسط من منطقة سيلات الواقعة في الهقار الغربي (الهقار هو الجزء الجزائري من درع الطوارق). تم اختيار صخرتين من الباتوليتين أهمباتو وإهلي (Ahambatou & Eheli) من نمط TTG (ت ت غ) ذواتي العمر الإدياكريان وعينتين من المركب الغرانتي تيويين (Tioueïne) من نمط A ذي العمر الإدياكريان-الكمبري، الأولى تنتمي لسحنة هالة المركب والثانية تنتمي للسحنة المركزية له. تتواجد المركبات الثلاثة في كتلة سيلات المعرفة على أنها أقواس جزر محيطية قديمة، يعود تشكيلها للدورة البانية للجبال لعموم أفريقيا الممتدة من 850 إلى 530 مليون سنة. الصخور الاربعة بها البيوتيت كمعدن حديدي مغنيسي أساسي مع أو بدون الأمفيبول. من خلال هذه الدراسة، تم تعريف أربعة أنواع من معدن البيوتيت في المخطط الرباعي (siderophyllite – annite – phlogopite – eastonite) بدلالة $Fe^{2+}/(Fe^{2+} + Mg)$

- (1) بيوتيت غني بالحديد (Fe-biotite) ينتمي إلى غرانيت سحنة هالة مركب التويين (Tioueïne) (2)
- بيوتيت حديدي مغنيسي (Fe-Mg biotite) يتواجد في سحنة الغرانيت المركزي لمركب التويين (Tioueïne)، (3) بيوتيت غني بالالمنيوم (Al-biotite)، يخص عينات باتوليت أهمباتو (Ahambatou) و(4) بيوتيت مغنيسي (Mg-biotite) يميز عينات باتوليت إهلي (Eheli).

التركيب الكيميائي لمعدن البيوتيت يعكس الظروف الفيزيائية والكيميائية التي تتحكم في تطور الصهارة الأم، كما تظهر جيذا الطبيعة الكيميائية للصخور الحاوية عليها ولكن بدرجة أقل بالنسبة للمواقع الجيودينامية. ومع ذلك، فإن الجمع بين معطيات الصخور بأكملها (العناصر الرئيسية، النادرة والشحيحة) يبقى ضرورياً لاستكمال دراسة بتولوجية معمقة.

الكلمات المفتاحية: تصنيف البيوتيت، جيوكيمياء، باتوليت من نمط TTG، مركب غرانيتي من نمط A، تمييز موقع النشأة، الهقار، الجزائر.

Abstract: Biotite from four plutonic rocks of the central part of Silet terrane (Western Hoggar, Algeria) have been examined and characterized by chemical methods. Two rocks from Ediacaran TTG batholiths (Ahambatou and Eheli) and two rocks from peripheral and center of Tioueïne A-complex were chosen for their emplacements in an oceanic island arc. The essential differences between these rocks are their chemical composition and age of emplacement. These rocks are acids with biotite as essential ferromagnesian phase with or without amphibole.

Four types of biotites were defined in the quadrilateral annite – siderophyllite – phlogopite - eastonite diagram (Alt vs $Fe^{2+}/(Fe^{2+} + Mg)$): (1) **Fe-biotite** belongs to the Tioueïne peripheral granite, (2) **Fe-Mg biotite**, determined in the Tioueïne central granite; (3) **Al-biotite** characterizing Ahambatou and (4) **Mg-biotite** characterizes Eheli batholith.

The chemical composition of biotite is an excellent marker of physico-chemical conditions that controls the evolution of parent magmas and seems to clearly inform the chemical affinity of host rocks but to a lower degree of the geodynamic sites. However, the combination of whole rock data (major, trace and rare earth elements) remains essential to complete the necessary investigations for any petrological study.

Keywords: biotite classification, chemistry, TTG batholiths, A-complex granite, tectonic discrimination, Hoggar, Algeria.

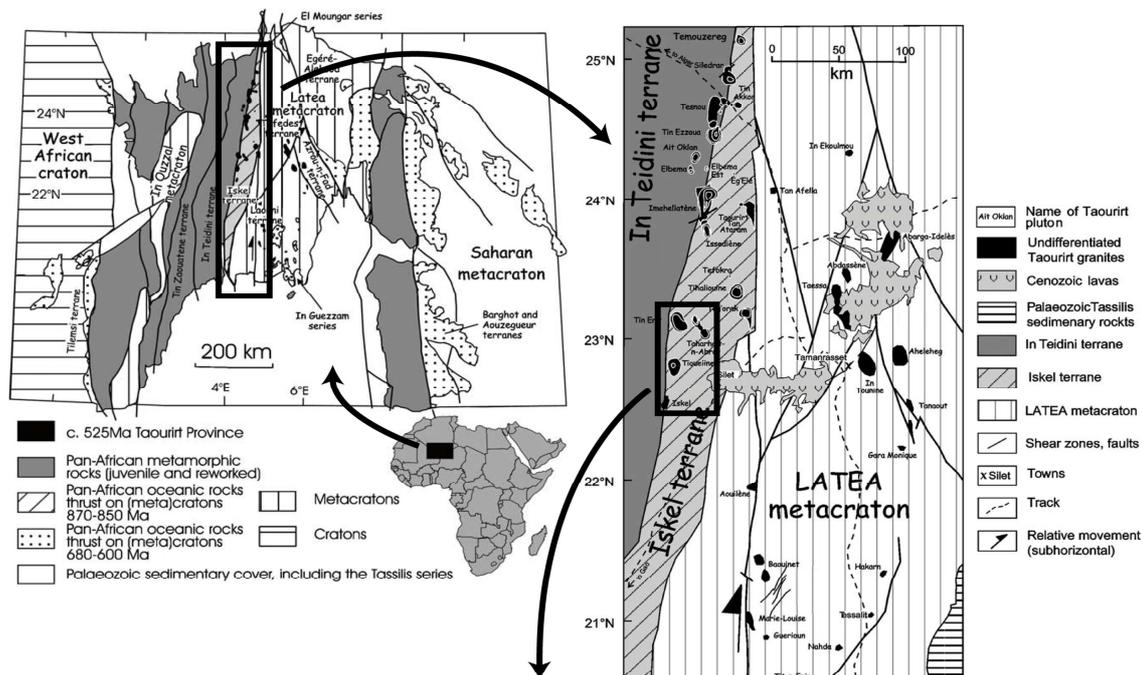
1- **مدخل:** يعتبر البيوتيت المعدن الحديدي المغنيسي الأساسي في الصخور الحامضية النارية، وقد يشاركه معدن الأمفيبول في كثير من الأحيان. يتم استخدام التركيب الكيميائي للبيوتيت من قبل العديد من المؤلفين لتحديد الطبيعة الجيوكيميائية للصخور المضيفة (Nockolds, 1947; Engel and Engel, 1960; Foster, 1960; Deer et al., 1966; Nemec, 1972; Neilson and Ha ynes, 1973; Bailey, 1984; 1960; Rieder et al., 1998, 1999; Brigatti, 2000; Brigatti and Guggenheim, 2002; Nachit et al., 1985. Rieder et al., 1998, 1999; Brigatti, 2000; Brigatti and Guggenheim, 2002; Tischendorf, 2004, 2007; Ogorodova, 2006) وللتعرف على الظروف الفيزيائية والكيميائية التي تتحكم في تطور الصهارة الأم (درجات حرارة التبلور والضغط وشروء الأوكسجين) (Wones and Eugster, 1965; Czamanske and Wones, 1973; Czamanske et al, 1977; Spear, 1987; Jacobs and Parry, 1979; Schreues et al, 1985; Henry et al, 2002, 2005; Paukov et al, 2007، وكذا لتمييز الموقع الجيوديناميكي (Abdel-Rahman et al., 1994).

تم اقتناء عينات البيوتيت المختارة لهذه الدراسة من أربع صخور حامضية مندرسة. تم اختيار صخرتين من نمط TTG ذات العمر الإدياكاريان (Ahambatou & Eheli batholith's) وعينتين من مركب غرانيطي من نمط A (The Tiouéine complex) ذي العمر الإدياكاريان-الكمبري، تقع جميعها في القسم المركزي من كتلة سيالات بالهقار الغربي (الجزائر) (Silet terrane Western Hoggar) (الشكل 1). تمت دراسة المركبات الثلاثة بالتفصيل (دراسة ميدانية جيولوجية، دراسة بتروغرافية وكيميائية للعناصر الرئيسية، النادرة والشحيحة، النظائر، العمر المطلق والموقع الجيوديناميكي) (A. Azzouni-Sekkal, 1989, 2003; F. Bechiri-Benmerzoug, 2009). تكمن الاختلافات الرئيسية بين هذه الصخور في: (1) مصدر الصهارة وطبيعتها، (2) طريقة تشكلها وكيفية توضعها في الموقع و(3) زمن تشكلها. النقطة المشتركة هي مكان تواجدها جغرافيا في كتلة سيالات المعرفة على أنها مجموعة من الجزر القوسية المحيطية القديمة.

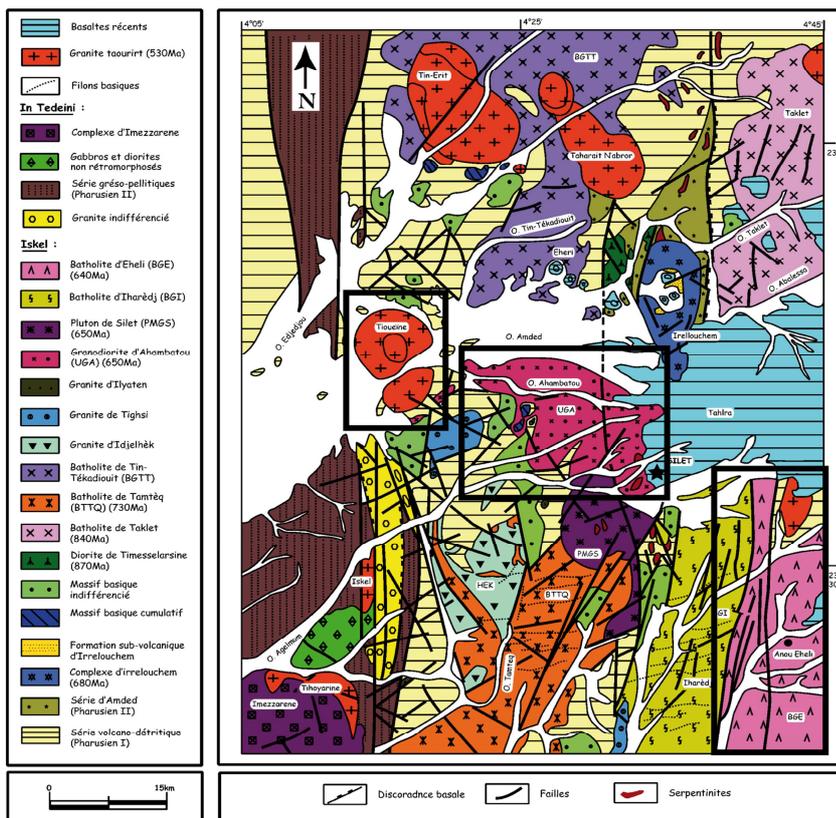
نهدف من خلال هذه الدراسة إلى مقارنة الخصائص الكيميائية للبيوتيت الصخور الأربعة المختارة بغرض تصنيفها (K. Bouzid, 2014).

1.1 الإطار الجيولوجي العام: يتكوّن درع الطّوارق من التّحام 23 كتلة ليتوسفيّية (Black et al, 1994)، تفصلها فوالق مقصيّة عملاقة (R. Caby, 1968)، معظمها ذات اتّجاه شمال جنوب. بعض هذه الكتل تشكّلت في حقبة البروتيروزوي الحديث ولها أصل محيطي (الشّكل 1). تمّ حفظها اثناء بلوغ الدّورة البانيّة للجبال لعموم أفريقيا ذروتها باغترابها فوق الرّواسخ وأشباهها (J.P. Liégeois and al., 2003). تنتمي كتلة يلات Silet إلى هذه الفئة (الشّكل 1 ب) وهي تظهر على شكل شريط ضيق ومتطاول يمتدّ من الشّمال إلى الجنوب على 700 كم ويصل أقصى عرضه 60 كم.

تتطابق حدود كتلة سيالات Silet الشّرقيّة مع الفالق الرّئيسي $50^{\circ}4'$ الذي يفصلها عن شبه الرّاسخ لاتيا (LATEA) المعروف على انه قارة صغيرة يتراوح عمر تشكيلاتها الجيولوجيّة المتنوعة من الأركي إلى البروتيروزوي الحديث (Liégeois et al., 2003). يحد كتلة سيالات Silet من الجهة الغربيّة كتلة عين تايديني (In-Teidini) المعرفة بصخور فتية لا يتعدى عمرها البروتيروزوي الحديث (Black et al., 1994). منطقة التّحام الكتلّتين الممثّلة بفوالق مقصيّة عميقة مرصّعة احيانا بمركّبات غرانيتيّة متأخرة النّشأة من نمط A والمعرفة بسلسلة تاويرت (The «Taourirt» province) (Azzouni-Sekkal et al., 2003)



Légende :



الشّكل 1. الخريطة الجيولوجية لمنطقة سيلات a: يحدّد الإطار موقع كتلة سيلات ضمن درع الطّوارق. b: التّشكيلات الجيولوجية لكتلة سيلات c: تحديد موقع المركّبات قيد الدّراسة في الخريطة الجيولوجية لمنطقة سيلات

Fig. 1. Location map of investigated Pan-african granitoids of central Silet

تحتوي كتلة سيلات (Silet) على سلسلتين من تشكيلات الصخور البركانية-الرسوبية قليلة التحول يعود عمرها لحقبة البروتيروزوي الحديث : هما السلسلة الفاروزية الأولى والسلسلة الفاروزية الثانية اللتان تعرضتا لدورات تكتونية متباينة يفصلهما سطح عدم التوافق الفاروزي (The intra-Pharusian unconformity; Bertrand et al., 1966). تظهر محليا صخور اندساسيه قاعدية إلى فوق قاعدية على هيئة تكتلات يتراوح طولها بعض عشرات الامتار، ذات نسيج حبيبي تراكمي، تم تفسيرها على انها بقايا لقطع من صخور الأوفيوليت (Black et al., 1994). النشاط الماغماتي ممثل بباثوليتات من نمط (ت ت غ- TTG) (توناليت - تغونجيميت - غرانوديوريت) (Tonalite, Trhondjemite et granodiorite) واخرى بوتاسية ومركبات غرانيتية من نمط متأخر النشأة (Anorogenic) (الشكل رقم1)، علاوة على بعض المركبات الصغيرة الحامضية من نوع غرانيت مزدوج الميكا. تتخلل المنطقة شبكات من قواطع لصخور نارية مختلفة الحجم والطبيعة (الشكل رقم1).

يحتل إقليم سيلات Silet (قيد الدراسة) الجزء المركزي من كتلة سيلات ويحدد الرباعي 22° 15' N - 23° 15' N و 4° 45' E - 4° 05' E حيث تصل مساحته الى حوالي 3300 كم²، (الشكل رقم1). يتشكل جيولوجيا من عدة انواع من الصخور ابرزها باثوليتات من نمط (Tonalite - Trhondjemite - granodiorite) التي تقطع صخور السلسلة الفاروزية الأولى والثانية (F. Bechiri-Benmerzoug, 2009) (الشكل 1-ج). النشاط الماغماتي المسؤول عن تشكل اغلب الباتولتات، أقدم من مرحلة التصادم الكبرى للدورة التكتونية لعموم أفريقيا (Pan african orogen) والمحددة ب 630 مليون سنة خلت. كتلة سيلات Silet لم تسجل خلالها أي ظواهر ماغماتية على نقيض أجزاء أخرى من درع الطوارق. خلال الحد الفاصل بين الدور الايدياكاريان والكمبري، تم توضع مركبات غرانيتية قلوية من سلسلة «تاويرت» The Taourirt province على طول حدود الكتل الليتوسفرية وحتى داخلها في بعض الاحيان (الشكل 3)، كمثال نذكر مركب Tioueine (قيد الدراسة)، المؤرخ ب 523 ± 1 مليون سنة (Paquette et al., 1998). تظهر بعض المركبات متوسطة إلى صغيرة الحجم مكونة من صخور قاعدية إلى فوق قاعدية من صنف تراكمي (R. Kheloui, 2009).

2.1 السلسلة الفاروزية الأولى (Pharusian I): تأثرت التشكيلات الرسوبية-البركانية التابعة للدورة الفاروزية الاولى بطورين من التشوهات التكتونية للعموم أفريقيا : الطور الاول F1 ممثل بطيات مائلة يتجه محورها شمال شرق-جنوب غرب (NE SW)، الطور الثاني F2، يتميز بطيات مستقيمة ذات محاور متجهة شمال-جنوب (N-S) (الشكل 2 أ). تظهر الصخور الرسوبية القديمة في سحنات تحوي طبقات من الكلس المتعدد الالوان، الكوارتزيت والرّخام أما الصخور البركانية فهي ممثلة ببازلت قلوية على شكل وسائد وبريشيا، متداخلة مع رسوبيات العتبة القارية.

3-1 السلسلة الفاروزية الثانية (Pharusian II): التشكيلات البركانية-الرسوبية التابعة للسلسلة الفاروزية الثانية تحتل مساحة كبيرة في كتلة سيلات Silet وكتلي عين تايديني وتين زواطين (In-Teidini) (Tin Zaouatene terranes) القريبتين منها. سجلت هذه التشكيلات تشوها تكتونيا واحدا (F2) ممثل بطيات مستقيمة ذات محاور متجهة شمال-جنوب (N-S) (الشكل 2 أ) مصحوبة بتحول من الدرجة الضعيفة (سحنة الشيست الاخضر). أغلب صخور السلسلة الفاروزية الثانية حطامية، ممثلة في شمال المنطقة المدروسة بسلسلة أمداد (La série d'Amded) والمركب البركاني إغلوشم (Le complexe d'Irrelouchem). تبدأ سلسلة أمداد بطبقات من الكونغلومرات الخشنة تليها طبقات من الطين والحجر الرملي والفتات البركاني، في قمة السلسلة توجد قواطع من صخر الدولريت. أما المركب البركاني إغلوشم فهو يبدأ بصخور البريشيا تليها صخور من البازلت الانديزي ثم صخور الريوليت، جميعها ذات طبيعة كيميائية كلسيّة-قلوية (Chikharoui, 1981 ; Dupont, 1987).

4.1 باتوليث اهمباتو The Ahambatou batholith: يحتل باثوليث اهمباتو مساحة تقدر بـ 300 كم² (الشكل 1 ج)، تظهر مكاشفه على شكل اسطح مبعثرة او على شكل موائد مستديرة لا يتجاوز علوها المترين (الشكل 2 ج)، يقطع اهمباتو (Ahambatou) تشكيلات السلسلة الفاروزية الأولى (Pharusian I) من الجهة الغربية والجنوبية. في حين تختفي الحدود الشمالية للباتوليث تحت رواسب وادي أمداد الكبير وتحجب حمم السطح البازلتي تاهالغا (Tahalra) الحد الشرقي منه.

حسب التركيب المعدني والخصائص الكيميائية لصخور اهمباتو، تم تحديد ثلاثة انواع من الصخور وهي : توناليت + غرانوديوريت + مونزوغرانيت، تترتب في نسيج بورفيريت متوسط إلى خشن. اما معادنها فهي ممثلة بالبلاجيوكلاز + الصفاح القلوي + الكوارتز + البيوتيت ± الامفبول + السفان + الألائيت + الأباتيت + الزركون + أكاسيد الحديد (plagioclase + alkali feldspar + quartz + biotite ± amphibole + titanite + allanite + apatite + zircon + Fe-Ti oxides)

تم تبديل معظم صخور اهمباتو في ظروف تحول خفيفة من نمط epizonal مع ظهور معادن ثانوية مثل الكلوريت والإبيدوت (chlorite and epidote). (الشكل 2 د).

حسب تصنيف بيكوك (Peacock, 1931) فإن صخور اهمباتو كلسيّة-قلوية، ($Na_2O / K_2O > 1.49$) (< 3.3) ومتوسطة التشبع بالألومنيوم ($1.01 < A/CNK < 1.16$) (Metaluminous). تتشابه قيم نسب العناصر الشحيحة ($106 < (La/Yb)_n < 17$) مع قيم غرانيت الجزر القوسية البركانية المشتقة من الصهارة التي تنشأ في مناطق الغوص.

حسب تصنيف (Moyen and Martin, 2012) فإن اهمباتو (Ahambatou) ينتمي إلى صخور (ت ت غ- TTG) من نمط كلسي فقير العناصر الارضية الثقيلة (Trondhjemite + Tonalite + Granodiorite) TTG sodic Low HREE، وهو مؤرخ في 6 ± 651 مليون

سنة (حسب طريقة U / Pb zircon SHRIMP) ويتميز ϵNd بقيم موجبة تتراوح بين 1.01 إلى 3.35، مما يدل على نقاء مصدر الصهارة الأم (F. Bechiri-Benmerzoug, 2009; 2011).

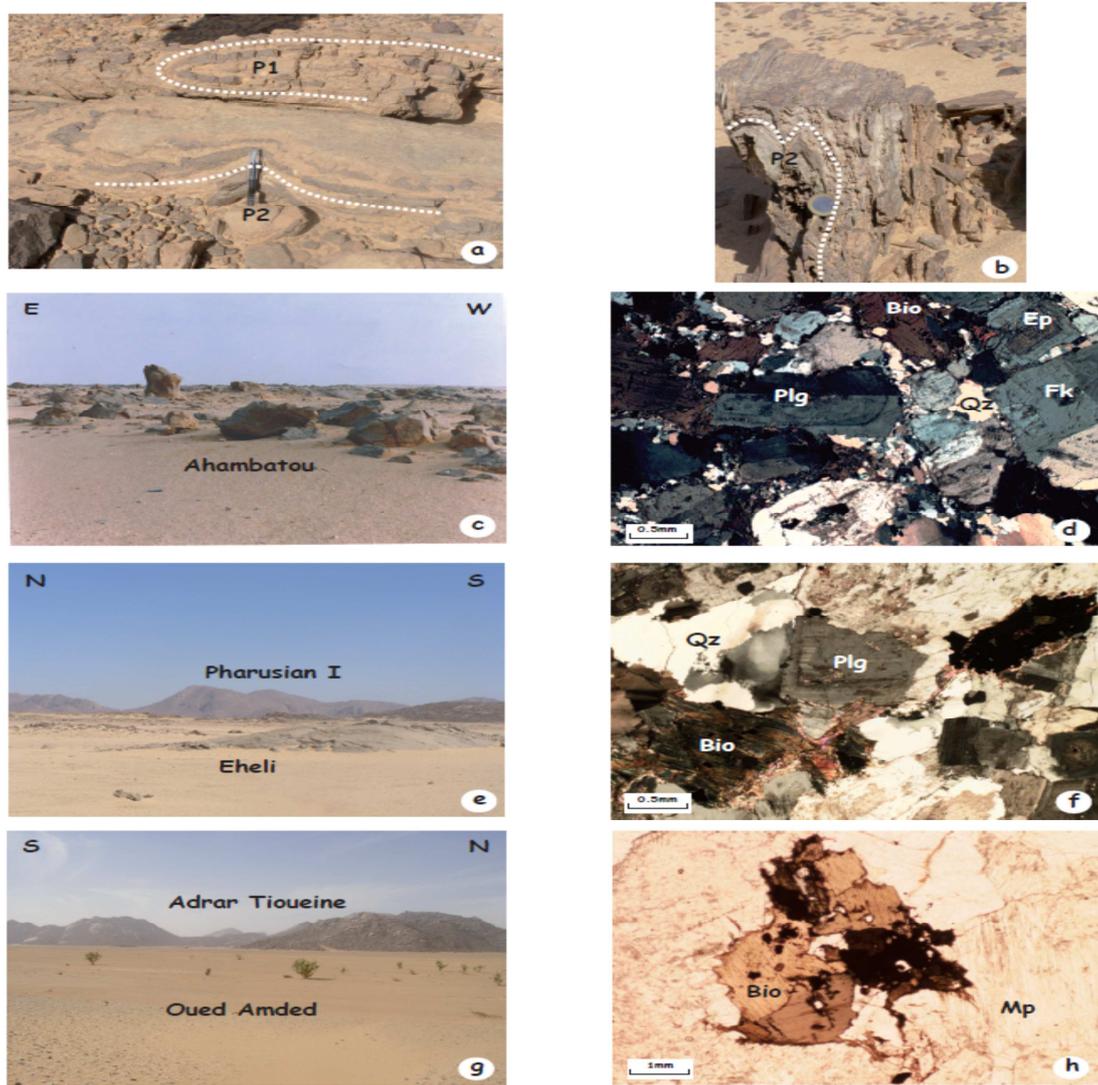
5.1 باتوليث إهلي The Eheli batholith: تمت تسمية الباتوليث بإهلي (Eheli) نسبة للبر الأرتوازية أنو إهلي (Anou-Eheli) التي تتوسطه، يمتد الباتوليث من الشمال إلى الجنوب على مسافة 30 كم (الشكل 1 ج). يقطع باتوليث إهلي تشكيلات السلسلة الفاروزية الأولى وتغطيه جزئياً حمم السطح البازلتي تاهالغا (Tahala) من الجهتين الشمالية والشرقية. حدوده الغربية عبارة عن منطقة فوالق مقصبة يسارية الاتجاه (sinistral) تفصله عن باتوليث إهارج (Iharedj batholith). أغلب مكاشف الصخور غير مرتفعة والبعض منها يظهر على شكل "ظهر الحوت" (الشكل e2). أنواع الصخور الرئيسية هي غرانوديوريت إلى مونزوغرانيت، وفقاً لكميات متفاوتة من بلورات الصفاح الوردية (K-feldspar).

التركيب المعدني لا يختلف عن تلك المعرفة في أهمباتو (Ahambatou) مع غياب الأمفيبول، في كثير من الأحيان تتغير البيوتيت إلى كلوريت + إبيدوت (الشكل f2). صخور إهلي (Eheli) غنية بالصوديوم ($1.29 < Na_2O/K_2O < 2.17$) ومشبعة بالألومينيوم ($1.03 < A/CNK < 1.07$) وتبدي تطوراً من كلسي قلووي إلى كلسي حسب بيكوك (1931) Peacock. وفقاً لتعريف Moyen and Martin (2012) فإن نسبة La/Yb تصنف صخور إهلي ضمن ت ت غ (TTG) من نمط كلسي فقير العناصر الأرضية الثقيلة مثل صخور باتوليث أهمباتو ($20.84 < (La/Yb)_n < 45.69$).

تمّ تزمين صخور إهلي (Eheli) بطريقة (U-Pb / zircon SHRIMP) واعطت عمراً يقدر ب 5 ± 638 مليون سنة، وهو أصغر عمر للباتوليتات المتواجدة في إقليم سيلات من نوع (ت ت غ) والتي تمّ تزمينها لحد الآن كما تراوحت قيم ϵNd ما بين -4.7 إلى -8.3، الشيء الذي يترجم مساهمة قشرة قديمة في نشأة الصهارة الأم (F. Bechiri-Benmerzoug, 2009 ; 2011).

6.1 مركب تويين The Tioueine complex: ينتمي مركب تويين (Tioueine) لسلسلة تاويرت المعرفة في المنطقة (A. Azzouni, 1989) والتي تشمل عشرين مركباً، تتراوح أطوالها من بضعة كيلومترات إلى خمسين كم بينما تتشابه في شكلها الدائري المميز (الشكل 1). تحتل هذه المركبات كتلتي سيلات و عين تايديني (Silet و In Tedeini) ويقع بعضها على الحدود التي تفصل بينهما. يقع مركب تويين (Tioueine) غرب باتوليث أهمباتو ويتداخل في صخور السلسلة الفاروزية الأولى. يتميز مركب تويين بشكله البيضوي الذي يبلغ طوله 14 كم وعرضه 9 كم، يتعالى مركب تويين وسط رواسب وادي أمداد الذي يفرقه إلى جزئين وفقاً لاتجاه شمال شرق- جنوب غرب (الشكل 2) المطابق للفالق الكبير المسمى فالق أمداد. يتميز في مركب تويين حلقتين من الصخور الغرانيتية المختلفة، الهالة الخارجية ممثلة بتلال يتراوح ارتفاعها من 954 إلى 1144 م، والمسماة "الجزيرة السوداء" وجبل تويين على التوالي، في حين الحلقة الداخلية مسطحة لا يكاد يتعدى علوها بضعة أمتار ويبلغ قطرها 04 كم. تشكل حزمة من العروق الحامضية غير

المشبعة حلقات متقطعة حول الغرانيت المركزي (Boissonnas, 1973) (الشكل 2)، هذا الاخير مكوّن من غرانيت كلسي-قلوي بينما صخور تلال الهالة الخارجية، فهي غرانيتية من نمط مفرط القلوية ممثلة بالمعادن الآتية: الميزوبريتيت + كوارتز + بلاجيوكلاز + بيوتيت + أمفيبول + زركون + ألانيت + تيتانيت + أكاسيد الحديد. يتميز الغرانيت المركزي باحتوائه على نوعين من معدن الصّفاح وهما البريتيت والاوليفوكلاز بالاضافة إلى نفس مجموعة المعادن الموجودة في غرانيت الهالة المحيطية (Fig.2h) لقد ثبت جيّداً أن تشكّل مركّب تيويين متزامن مع نشاط مناطق القص الموجهة شمال-جنوب (Boissonnas, 1973; Djouadi et al., 1997). كما اوضحت الدراسات أن أصل صهارة تيويين (Tiouéine) تنحدر من الوشاح العلوي، على مستوى منطقة غوص (Azzouni-Sekkal, 1995). يعود تاريخ نشأة غرانيت الهالة الخارجية إلى 7 ± 559 مليون سنة (Bowden et al., 2014)، بينما يرجع تاريخ توضع الغرانيت المركزي إلى 1 ± 523 مليون سنة (Paquette et al., 1998) و هو ما يوافق الكمبري الاسفل. يتوافق تشكّل مركّب تيويين (Tiouéine) مع نهاية فترة ما بعد الاصطدام لعموم أفريقيا التي تتميز بحركات تباعدية أفقية في درع الطّوارق. تترجم هذه الحركات التكتونية استرخاء القشرة القارية ممّا سمح بتوضع عدد كبير من المركّبات الاندساسية الدائرية التي تنتمي لسلسلة تاويرت والمصنفة بغرانيتات متأخرة النّشأة او بعد الدّورة البانية للجبال. (Post orogenic or Anorogenic granite).



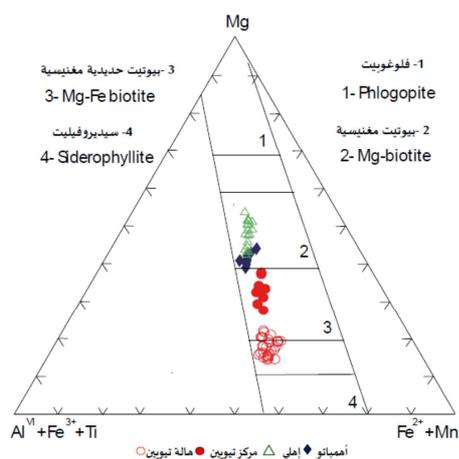
الشكل a2: صورة فوتوغرافية توضح طورين من التّشوه في السّلسلة الفاروزيّة الأولى (سحنة الكوارتزيت). b: صورة فوتوغرافية توضح طوراً واحداً من التّشوه في السّلسلة الفاروزيّة الثّانية. c: صورة لمكشّف باتوليث اهمباتو (Ahambatou) الذي يظهر على شكل موائد. d: صورة لنسيج بورفيرّي لباتوليث اهمباتو (Ahambatou) (عينة S33). e: صورة لمظهر تكشّف "ظهر الحوت" لباتوليث إهلي (Eheli)، في الخلفيّة تظهر السّلسلة البركانيّة-الرّسوبيّة الأولى. f: صورة لنسيج بورفيرّي متوسّط إلى خشن الحبيبات في باتوليث إهلي (Eheli)، (عينة Eh 16). g: صورة لتلال مركب تيويين (Tioueine)، باتجاه الغرب. h: صورة لبيوتيت مع محتويات الأباتيت والزّركون (الهالة الخارجيّة لمركب تيويين (Tioueine) : عينة Ti59)

Fig. 2a. Photography showing two deformation phases in the Pharusian I sedimentary and volcanic series (quartzite). 2b. Photography viewing one deformation in the Pharusian II. 2c. The outcrop in balls of the Ahambatou batholith. 2d. Typical porphyritic texture of Ahambatou batholith (sample S33). 2e. The foreground, the outcrop in "whale back" of Eheli batholith, the background the volcano-sedimentary series of the Pharusian I. 2f. Medium to coarse grained porphyritic texture in Eheli batholith (sample Eh 16). 2g. Adrar Tioueine complex, looking west. 2h: Biotite with apatite and zircon inclusions (Tioueine peripheral; sample Ti59).

2- **النتائج والمناقشة:** بلغ عدد تحاليل العناصر الكيميائية الرئيسية الموجودة في معدن البيوتيت اثنان وستون (62)، منها ثلاثة عشر (n = 13) خاصة بباتوليث أمباتو (Ahambatou) وتسعة (n = 09) خاصة بباتوليث إهلي (Eheli)، وعشرون (n = 20) من غرانيت الهالة الخارجية لتوين (Tioueine)، وقد تم إجراء التحاليل الكيميائية بجهاز المسبار المجهرى المتواجد بجامعة بيار وماري كوري بباريس (UPMC) (Camparis of Jussieu- Université Pierre et Marie Curie) في الظروف العادية المتوافق عليها : أي باستعمال شعاع 10 nA وبفعلية متسارعة قدرها 15 keV ، يبلغ قطر الشعاع الالكتروني 0.5µm وتستغرق مدة تحليل كل عنصر 20 ثانية. كما جرى قياس تحاليل أخرى لبيوتيت (Tioueine) بالمتحف الوطني لتاريخ الطبيعة بباريس (Museum national d'Histoire naturelle-Paris). تضمنت تسعة (n = 09) تحاليل بالنسبة للگرانيت المركزي وأحد عشر (n = 11) تحليلا لبيوتيت غرانيت الهالة الخارجية. (Azzouni-Sekkal, 1989) (الجدول 1 ، 2 ، 3 و4).

تم حساب الصيغ التركيبية للبيوتيت على أساس 22 أكسجين، أما التمييز بين الحديد الثنائي والثلاثي (Fe^{2+} and Fe^{3+}) من الحديد الكلي FeOt فقد تم حسابه اعتمادا على Haynes and al (1995) باستعمال القاعدة $Fe_2O_3/FeO = 1/3$ (الجدول 1 ، 2 ، 3 و4).

يتراوح مجموع أكاسيد العناصر الكيميائية الرئيسية لبيوتيت أمباتو (Ahambatou) من 93.26 إلى 96.21% (الجدول 1)، وبيوتيت إهلي (Eheli) من 92.78 إلى 96.20% (الجدول 2) مما يشير إلى وجود نسب هامة من الهيدروكسيد (OH). في حين يظهر إجمالي العناصر نفسها لبيوتيت توين (Tioueine) نسبا أعلى، حيث يتراوح مجموعها في الغرانيت المركزي من 94.7% إلى 97.72%، في حين يسجل غرانيت الهالة الخارجية قيما محصورة بين 94.77 و 98.02%.



الشكل 3: المخطط البياني الثلاثي لبيوتيت صخور منطقة سيلت

Foster (1960)

Fig. 3 : Foster's diagramme (1960) for area

Silet's biotite

في التحاليل الجديدة لبيوتيت الهالة الخارجية الخاصة بمركب تيوين (Tioueine) (العينة 59 Ti)، تم تحديد نسبة كل من عنصري الفلور والكلور ($F < 0.75$; $Cl < 0.12$)، وقد لاحظنا بأن قيمهما اعلى من نظيريهما في كل من بيوتيت أمباتو (Ahambatou) ($F < 0.45$; $Cl < 0.035$) وبيوتيت إهلي (Eheli) ($F < 0.56$; $Cl < 0.0115$) (الجدول 1 ، 2 ، 3 و4) وهي ميزة خاصة بالمركبات الغرانيتية القلوية مثل Mefjell Plutonic Complex المتجمد الشمالي (Z. Li & al., 2003) East Antarctica. جميع عينات البيوتيت المدروسة عبارة عن ميكا

حقيقية $(2.53 < M < 2.92 \text{ apfu})$ True trioctahedral micas. وهي حسب Foster (1960) من نوع بيوتيت حديدي Fe-biotite في الغرانيت المركزي والهالة الخارجية لمركب نيويين (Tioueine)، نلاحظ تخطي بعض نقاط الهالة الخارجية الحد الفاصل بين نوع Fe-biotite و siderophyllites وهو ما يعكس ارتفاع نسبة الحديد فيها مقارنة مع البيوتيت الاخرى. أما ميكا أهمباتو وإهلي فهي من فئة بيوتيت مغنيسي (Mg-biotite) (الشكل 3).

| Sample | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
|---|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| | S 33 |
| | 79 | 80 | 81 | 82 | 83 | 85 | 91 | 98 | 99 |
| SiO ₂ | 36,229 | 35,914 | 35,251 | 36,828 | 34,169 | 36,44 | 36,021 | 35,176 | 35,063 |
| TiO ₂ | 2,754 | 3,036 | 2,322 | 2,33 | 1,535 | 2,078 | 2,329 | 2,707 | 3,116 |
| Al ₂ O ₃ | 15,807 | 15,934 | 15,992 | 16,066 | 16,595 | 16,204 | 16,156 | 16,253 | 16,328 |
| Cr ₂ O ₃ | 0 | 0 | 0 | 0,095 | 0 | 0,032 | 0,023 | 0 | 0,016 |
| FeO | 13,94 | 14,1 | 14,65 | 14,12 | 14,14 | 13,64 | 14,15 | 13,34 | 13,74 |
| Fe ₂ O ₃ | 6,65 | 6,7 | 6,88 | 6,71 | 7,05 | 6,55 | 6,72 | 6,45 | 6,58 |
| MnO | 0,56 | 0,585 | 0,701 | 0,562 | 0,727 | 0,624 | 0,391 | 0,656 | 0,522 |
| MgO | 9,703 | 9,123 | 10,464 | 10,202 | 11,164 | 9,419 | 9,474 | 9,504 | 9,803 |
| CaO | 0,013 | 0,038 | 0,052 | 0,024 | 0,088 | 0 | 0,01 | 0,024 | 0,01 |
| Na ₂ O | 0,009 | 0,096 | 0,032 | 0,04 | 0 | 0,027 | 0,063 | 0,004 | 0,092 |
| K ₂ O | 9,192 | 9,457 | 8,467 | 9,019 | 7,215 | 9,54 | 9,573 | 9,197 | 9,305 |
| F | 0,45 | 0,276 | 0,616 | 0,2 | 0,582 | 0,549 | 0,645 | 0,501 | 0,251 |
| Cl | 0,017 | 0,014 | 0 | 0,022 | 0 | 0 | 0 | 0,255 | 0,01 |
| Total | 95,324 | 95,273 | 95,427 | 96,218 | 93,265 | 95,103 | 95,555 | 94,067 | 94,836 |
| Formules structurales basée sur 22 oxygènes | | | | | | | | | |
| Si | 5,573 | 5,546 | 5,477 | 5,594 | 5,31 | 5,605 | 5,564 | 5,504 | 5,415 |
| Al ^{IV} | 2,427 | 2,454 | 2,523 | 2,406 | 2,69 | 2,395 | 2,436 | 2,496 | 2,585 |
| Z | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 |
| Al ^{VI} | 0,436 | 0,443 | 0,403 | 0,468 | 0,347 | 0,54 | 0,503 | 0,499 | 0,385 |
| Ti | 0,319 | 0,353 | 0,271 | 0,266 | 0,179 | 0,24 | 0,271 | 0,319 | 0,362 |
| Fe ³⁺ | 0,694 | 0,696 | 0,701 | 0,685 | 0,818 | 0,694 | 0,697 | 0,706 | 0,697 |
| Fe ²⁺ | 1,672 | 1,679 | 1,689 | 1,651 | 1,82 | 1,672 | 1,679 | 1,57 | 1,679 |
| Cr | 0 | 0 | 0 | 0,011 | 0 | 0,004 | 0,003 | 0 | 0,002 |
| Mn | 0,073 | 0,077 | 0,092 | 0,072 | 0,096 | 0,081 | 0,051 | 0,087 | 0,068 |
| Mg | 2,225 | 2,1 | 2,424 | 2,31 | 2,587 | 2,16 | 2,182 | 2,217 | 2,257 |
| Y | 5,42 | 5,35 | 5,58 | 5,46 | 5,85 | 5,39 | 5,39 | 5,4 | 5,45 |
| Ca | 0,002 | 0,006 | 0,009 | 0,004 | 0,015 | 0 | 0,002 | 0,004 | 0,002 |
| Na | 0,003 | 0,029 | 0,01 | 0,012 | 0 | 0,008 | 0,019 | 0,001 | 0,028 |
| K | 1,804 | 1,863 | 1,678 | 1,748 | 1,431 | 1,872 | 1,887 | 1,836 | 1,833 |
| X | 1,81 | 1,9 | 1,7 | 1,76 | 1,45 | 1,88 | 1,91 | 1,84 | 1,86 |
| Cations | 15,228 | 15,246 | 15,277 | 15,227 | 15,293 | 15,271 | 15,294 | 15,239 | 15,313 |
| O | 22 | 22 | 22 | 22 | 22 | 22 | 22 | 22 | 22 |
| Fe/Fe+Mg | 0,43 | 0,44 | 0,41 | 0,42 | 0,41 | 0,44 | 0,43 | 0,41 | 0,43 |
| Mg/Fe+Mg | 0,57 | 0,56 | 0,59 | 0,58 | 0,59 | 0,56 | 0,57 | 0,59 | 0,57 |
| T ⁺ (Henry 20 | 691 | 704 | 672 | 666 | 598 | 643 | 666 | 697 | 710 |
| Alt | 2,863 | 2,897 | 2,926 | 2,874 | 3,037 | 2,935 | 2,939 | 2,995 | 2,97 |

الجدول 1. تحليل المسبار الإلكتروني (W %) والصيغ البنيوية لبيوتيت أهمباتو.

Table 1. Electron microprobe analysis (W %) and structural formulae of Ahambatou's biotite

| Sample | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 |
|---|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| | EH 16 |
| | 264 | 265 | 266 | 267 | 268 | 269 | 270 | 271 | 272 | 273 | 274 | 275 | 276 |
| SiO ₂ | 35,457 | 36,364 | 36,173 | 35,758 | 35,951 | 36,588 | 35,262 | 35,146 | 35,489 | 34,892 | 35,448 | 35,66 | 35,546 |
| TiO ₂ | 3,376 | 2,921 | 2,594 | 2,856 | 3,453 | 3,758 | 3,099 | 3,021 | 2,942 | 3,204 | 3,046 | 3,496 | 3,309 |
| Al ₂ O ₃ | 14,868 | 14,79 | 14,462 | 15,246 | 14,558 | 14,709 | 15,355 | 14,866 | 15,367 | 14,987 | 14,77 | 14,981 | 15,546 |
| Cr ₂ O ₃ | 0,08 | 0 | 0 | 0,088 | 0,056 | 0,016 | 0,08 | 0,016 | 0 | 0,056 | 0,143 | 0 | 0 |
| FeO | 12,12 | 12,45 | 10,87 | 11,98 | 12,85 | 12,21 | 12,73 | 12,34 | 13,09 | 13,49 | 13,16 | 12,48 | 12,23 |
| Fe ₂ O ₃ | 5,71 | 5,82 | 5,29 | 5,66 | 5,95 | 5,74 | 6,24 | 6,11 | 6,36 | 6,5 | 6,39 | 6,16 | 6,08 |
| MnO | 0,529 | 0,473 | 0,564 | 0,586 | 0,713 | 0,69 | 0,439 | 0,301 | 0,362 | 0,25 | 0,21 | 0,414 | 0,527 |
| MgO | 12,266 | 11,975 | 12,93 | 12,504 | 12,089 | 11,679 | 10,668 | 10,842 | 10,31 | 10,796 | 11,381 | 10,146 | 10,003 |
| CaO | 0,02 | 0,059 | 0,098 | 0,031 | 0,046 | 0,021 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,032 | 0 | 0 |
| Na ₂ O | 0,089 | 0,027 | 0,013 | 0,031 | 0,063 | 0,031 | 0 | 0,032 | 0 | 0,027 | 0,027 | 0,04 | 0,059 |
| K ₂ O | 9,368 | 9,654 | 9,061 | 9,156 | 9,778 | 9,862 | 9,728 | 9,481 | 9,914 | 9,843 | 9,223 | 9,964 | 9,693 |
| F | 0,587 | 0,888 | 0,588 | 0,56 | 0,688 | 0,335 | 0,354 | 0,579 | 0,423 | 0,426 | 0,423 | 0,912 | 0,534 |
| Cl | 0 | 0,01 | 0 | 0 | 0,014 | 0,012 | 0 | 0,055 | 0,017 | 0,012 | 0,024 | 0 | 0,005 |
| Total | 94,47 | 95,431 | 92,643 | 94,456 | 96,209 | 95,651 | 93,955 | 92,789 | 94,274 | 94,483 | 94,277 | 94,253 | 93,532 |
| Formules structurales basée sur 22 oxygènes | | | | | | | | | | | | | |
| Si | 5,492 | 5,609 | 5,625 | 5,51 | 5,542 | 5,588 | 5,474 | 5,505 | 5,522 | 5,46 | 5,505 | 5,535 | 5,508 |
| Al ^{IV} | 2,508 | 2,391 | 2,375 | 2,49 | 2,458 | 2,412 | 2,526 | 2,495 | 2,478 | 2,54 | 2,495 | 2,465 | 2,492 |
| Z | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 |
| Al ^{VI} | 0,204 | 0,296 | 0,273 | 0,277 | 0,185 | 0,234 | 0,281 | 0,247 | 0,338 | 0,222 | 0,206 | 0,273 | 0,345 |
| Ti | 0,393 | 0,339 | 0,303 | 0,331 | 0,4 | 0,432 | 0,362 | 0,356 | 0,344 | 0,377 | 0,356 | 0,408 | 0,386 |
| Fe ³⁺ | 0,582 | 0,58 | 0,584 | 0,579 | 0,579 | 0,574 | 0,7 | 0,707 | 0,702 | 0,706 | 0,7 | 0,7 | 0,699 |
| Fe ²⁺ | 1,425 | 1,419 | 1,3 | 1,418 | 1,418 | 1,405 | 1,558 | 1,572 | 1,562 | 1,57 | 1,559 | 1,558 | 1,555 |
| Cr | 0,01 | 0 | 0 | 0,011 | 0,007 | 0,002 | 0,01 | 0,002 | 0 | 0,007 | 0,018 | 0 | 0 |
| Mn | 0,069 | 0,062 | 0,074 | 0,076 | 0,093 | 0,089 | 0,058 | 0,04 | 0,048 | 0,033 | 0,028 | 0,054 | 0,069 |
| Mg | 2,832 | 2,754 | 2,997 | 2,873 | 2,778 | 2,659 | 2,469 | 2,532 | 2,392 | 2,518 | 2,635 | 2,348 | 2,311 |
| Y | 5,52 | 5,45 | 5,53 | 5,57 | 5,46 | 5,4 | 5,44 | 5,46 | 5,39 | 5,43 | 5,5 | 5,34 | 5,37 |
| Ca | 0,003 | 0,01 | 0,016 | 0,005 | 0,008 | 0,003 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,005 | 0 | 0 |
| Na | 0,027 | 0,008 | 0,004 | 0,009 | 0,019 | 0,009 | 0 | 0,01 | 0 | 0,008 | 0,008 | 0,012 | 0,018 |
| K | 1,851 | 1,9 | 1,798 | 1,8 | 1,923 | 1,922 | 1,927 | 1,895 | 1,968 | 1,965 | 1,827 | 1,973 | 1,916 |
| X | 1,88 | 1,92 | 1,82 | 1,81 | 1,95 | 1,93 | 1,93 | 1,91 | 1,97 | 1,97 | 1,84 | 1,99 | 1,93 |
| Cations | 15,396 | 15,368 | 15,349 | 15,379 | 15,41 | 15,329 | 15,365 | 15,361 | 15,354 | 15,406 | 15,342 | 15,326 | 15,299 |
| O | 22 | 22 | 22 | 22 | 22 | 22 | 22 | 22 | 22 | 22 | 22 | 22 | 22 |
| Fe/Fe+Mg | 0,33 | 0,34 | 0,3 | 0,33 | 0,34 | 0,35 | 0,39 | 0,38 | 0,4 | 0,38 | 0,37 | 0,4 | 0,4 |
| Mg/Fe+Mg | 0,67 | 0,66 | 0,7 | 0,67 | 0,66 | 0,65 | 0,61 | 0,62 | 0,6 | 0,62 | 0,63 | 0,6 | 0,6 |
| T°(Henry 2) | 748 | 725 | 723 | 725 | 747 | 754 | 720 | 720 | 710 | 728 | 723 | 734 | 726 |
| Alt | 2,712 | 2,687 | 2,648 | 2,767 | 2,643 | 2,646 | 2,807 | 2,742 | 2,816 | 2,762 | 2,701 | 2,738 | 2,837 |

الجدول 2. تحليل المسبار الإلكتروني (W %) والصّيغ البنيويّة لبيوتيت إهلي

Table 2. Electron microprobe analysis (W %) and structural formulae of Eheli's biotite

| Sample | Ti24 | Ti24 | Ti26 | Ti26 | Ti26 | Ti26 | Ti28 | Ti28 | Ti28 |
|---|-------|--------|-------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|
| | 3 | 7 | 1 | 14b | 2b | 3c | 15 | 20 | 21 |
| SiO ₂ | 35,48 | 36,34 | 36,85 | 38,53 | 37,24 | 35,62 | 37,19 | 37,22 | 37,61 |
| TiO ₂ | 1,67 | 2,79 | 3,61 | 2,09 | 2,81 | 2,95 | 2,19 | 2,89 | 2,78 |
| Al ₂ O ₃ | 15,2 | 15,19 | 13,21 | 13,77 | 13,54 | 13,92 | 13,73 | 13,81 | 14,22 |
| Cr ₂ O ₃ | 0 | 0,75 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,11 | 0 |
| FeO | 17,46 | 17,52 | 16,97 | 16,02 | 16,71 | 16,57 | 16,66 | 16,85 | 16,01 |
| Fe ₂ O ₃ | 8,49 | 8,51 | 7,99 | 7,67 | 8,24 | 8,19 | 7,89 | 7,95 | 7,67 |
| MnO | 0,2 | 0,22 | 0,13 | 0,41 | 0,47 | 0,4 | 0,17 | 0,4 | 0,6 |
| MgO | 6,68 | 6,36 | 7,72 | 8,91 | 7,83 | 7,13 | 8,64 | 7,48 | 7,38 |
| CaO | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Na ₂ O | 0,06 | 0 | 0,09 | 0 | 0,05 | 0,01 | 0,11 | 0,05 | 0,07 |
| K ₂ O | 9,46 | 9,87 | 9,94 | 10,32 | 10,11 | 9,95 | 10,19 | 10,26 | 10,21 |
| F | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Cl | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Total | 94,7 | 97,55 | 96,51 | 97,72 | 97 | 94,74 | 96,77 | 97,02 | 96,55 |
| Formules structurales basée sur 22 oxygènes | | | | | | | | | |
| Si | 5,616 | 5,558 | 5,75 | 5,837 | 5,704 | 5,596 | 5,761 | 5,772 | 5,783 |
| Al ^{IV} | 2,384 | 2,442 | 2,25 | 2,163 | 2,296 | 2,404 | 2,239 | 2,228 | 2,217 |
| Z | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 |
| Al ^{VI} | 0,45 | 0,294 | 0,178 | 0,294 | 0,146 | 0,172 | 0,266 | 0,294 | 0,358 |
| Ti | 0,199 | 0,321 | 0,424 | 0,238 | 0,324 | 0,349 | 0,255 | 0,337 | 0,322 |
| Fe ³⁺ | 0,952 | 0,92 | 0,821 | 0,797 | 0,921 | 0,945 | 0,815 | 0,816 | 0,809 |
| Fe ²⁺ | 2,118 | 2,175 | 1,958 | 1,901 | 2,05 | 2,102 | 1,943 | 1,945 | 1,929 |
| Cr | 0 | 0,091 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,013 | 0 |
| Mn | 0,027 | 0,029 | 0,017 | 0,053 | 0,061 | 0,053 | 0,022 | 0,053 | 0,078 |
| Mg | 1,576 | 1,45 | 1,796 | 2,012 | 1,788 | 1,67 | 1,995 | 1,729 | 1,692 |
| Y | 5,32 | 5,28 | 5,19 | 5,3 | 5,29 | 5,29 | 5,3 | 5,19 | 5,19 |
| Ca | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Na | 0,018 | 0 | 0,027 | 0 | 0,015 | 0,003 | 0,033 | 0,015 | 0,021 |
| K | 1,91 | 1,926 | 1,979 | 1,995 | 1,976 | 1,994 | 2,014 | 2,03 | 2,003 |
| X | 1,93 | 1,93 | 2,01 | 2 | 1,99 | 2 | 2,05 | 2,05 | 2,02 |
| Cations | 15,25 | 15,206 | 15,2 | 15,29 | 15,281 | 15,288 | 15,343 | 15,232 | 15,212 |
| O | 22 | 22 | 22 | 22 | 22 | 22 | 22 | 22 | 22 |
| Fe/Fe+Mg | 0,57 | 0,6 | 0,52 | 0,49 | 0,53 | 0,56 | 0,49 | 0,53 | 0,53 |
| Mg/Fe+Mg | 0,43 | 0,4 | 0,48 | 0,51 | 0,47 | 0,44 | 0,51 | 0,47 | 0,47 |
| T°(Henry 2005) | 575 | 660 | 714 | 628 | 672 | 679 | 641 | 678 | 671 |
| Alt | 2,834 | 2,736 | 2,428 | 2,457 | 2,442 | 2,576 | 2,505 | 2,522 | 2,575 |

الجدول 3. تحليل المسبار الإلكتروني (W %) والصيغ البنيوية لبيوتيت الغرانيت المركزي لمركب تيويين

Table 3. Electron microprobe analysis (W%) and structural formulae of central Tiouaine's complex biotite

| Sample | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
|---|---------|--------|--------|---------|---------|--------|--------|--------|--------|---------|
| | Ti 59 | Ti 59 | Ti 59 | Ti 59 | Ti 59 | Ti 59 | Ti 59 | Ti 59 | Ti 59 | Ti 59 |
| | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 |
| SiO ₂ | 35,56 | 35,87 | 35,54 | 35,83 | 35,8 | 35,91 | 35,36 | 35,68 | 35,73 | 34,93 |
| TiO ₂ | 3,3 | 3,27 | 3,16 | 3,22 | 3,35 | 3,32 | 3,37 | 2,64 | 3,12 | 2,44 |
| Al ₂ O ₃ | 12,95 | 13,04 | 13,35 | 13,06 | 12,93 | 13,66 | 13,65 | 14,006 | 14,43 | 15,05 |
| Cr ₂ O ₃ | 0,079 | 0,022 | 0,06 | 0,0032 | 0,009 | 0,07 | 0,038 | 0,025 | 0,006 | 0,0064 |
| FeO | 19,73 | 19,36 | 20,2 | 20,34 | 19,91 | 19,53 | 19,25 | 20,02 | 20,85 | 20,3 |
| Fe ₂ O ₃ | 9,58 | 9,45 | 9,73 | 9,78 | 9,64 | 9,51 | 9,42 | 10,01 | 9,95 | 9,77 |
| MgO | 4,39 | 4,74 | 3,98 | 4,27 | 4,33 | 3,87 | 3,9 | 3,3 | 3,26 | 3,47 |
| MnO | 0,86 | 0,55 | 0,57 | 0,63 | 0,63 | 0,47 | 0,39 | 0,39 | 0,38 | 0,48 |
| CaO | 0,0799 | 0,04 | 0,039 | 0,0056 | 0,0077 | 0,02 | 0,015 | 0,158 | 0,091 | 0,21 |
| Na ₂ O | 0,09 | 0,003 | 0,04 | 0,05 | 0,057 | 0,06 | 0,018 | 0,033 | 0,04 | 0,11 |
| K ₂ O | 8,77 | 9,16 | 9,12 | 9,04 | 8,87 | 9,4 | 9,1 | 8,87 | 8,67 | 8,13 |
| F | 1,21 | 0,872 | 0,82 | 0,84 | 0,91 | 0,59 | 0,78 | 0,83 | 0,7 | 0,28 |
| Cl | 0,13 | 0,15 | 0,12 | 0,14 | 0,12 | 0,14 | 0,13 | 0,122 | 0,13 | 0,088 |
| Total | 96,7289 | 96,527 | 96,729 | 97,2088 | 96,5637 | 96,55 | 95,421 | 96,084 | 97,357 | 95,2644 |
| Formules structurales basée sur 22 oxygènes | | | | | | | | | | |
| Si | 5,662 | 5,703 | 5,671 | 5,697 | 5,696 | 5,67 | 5,671 | 5,637 | 5,673 | 5,597 |
| Al ^{IV} | 2,338 | 2,297 | 2,329 | 2,303 | 2,304 | 2,33 | 2,329 | 2,363 | 2,327 | 2,403 |
| Z | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 |
| Al ^{VI} | 0,09 | 0,145 | 0,18 | 0,142 | 0,119 | 0,21 | 0,249 | 0,243 | 0,371 | 0,437 |
| Ti | 0,395 | 0,391 | 0,379 | 0,385 | 0,401 | 0,394 | 0,407 | 0,314 | 0,373 | 0,294 |
| Fe ³⁺ | 1,077 | 1,076 | 1,08 | 1,076 | 1,076 | 1,068 | 1,085 | 1,188 | 1,074 | 1,084 |
| Fe ²⁺ | 2,53 | 2,393 | 2,535 | 2,526 | 2,528 | 2,509 | 2,414 | 2,643 | 2,523 | 2,546 |
| Cr | 0,01 | 0,003 | 0,008 | 0 | 0,001 | 0,009 | 0,005 | 0,003 | 0,001 | 0,001 |
| Mn | 0,116 | 0,074 | 0,077 | 0,085 | 0,085 | 0,063 | 0,053 | 0,052 | 0,051 | 0,065 |
| Mg | 1,042 | 1,123 | 0,947 | 1,012 | 1,027 | 0,911 | 0,933 | 0,777 | 0,772 | 0,829 |
| Y | 5,26 | 5,21 | 5,21 | 5,23 | 5,24 | 5,16 | 5,15 | 5,22 | 5,17 | 5,26 |
| Ca | 0,014 | 0,007 | 0,007 | 0,001 | 0,001 | 0,003 | 0,003 | 0,027 | 0,015 | 0,036 |
| Na | 0,028 | 0,001 | 0,012 | 0,015 | 0,018 | 0,018 | 0,006 | 0,01 | 0,012 | 0,034 |
| K | 1,782 | 1,858 | 1,857 | 1,834 | 1,8 | 1,893 | 1,862 | 1,788 | 1,756 | 1,662 |
| X | 1,82 | 1,87 | 1,88 | 1,85 | 1,82 | 1,91 | 1,87 | 1,83 | 1,78 | 1,73 |
| Cations | 15,084 | 15,071 | 15,082 | 15,076 | 15,056 | 15,078 | 15,017 | 15,045 | 14,948 | 14,988 |
| O | 22 | 22 | 22 | 22 | 22 | 22 | 22 | 22 | 22 | 22 |
| Fe/Fe+Mg | 0,71 | 0,68 | 0,73 | 0,71 | 0,71 | 0,73 | 0,72 | 0,77 | 0,77 | 0,75 |
| Mg/Fe+Mg | 0,29 | 0,32 | 0,27 | 0,29 | 0,29 | 0,27 | 0,28 | 0,23 | 0,23 | 0,25 |
| T°(Henry 2) | 682 | 682 | 674 | 678 | 684 | 680 | 686 | 641 | 669 | 630 |
| Alt | 2,428 | 2,442 | 2,509 | 2,445 | 2,423 | 2,54 | 2,578 | 2,606 | 2,698 | 2,84 |

الجدول 4. تحليل المسبار الإلكتروني (W %) والصّيغ البنيوية لبعض تحاليل بيوتيت غرانيت الهالة الخارجيّة لمركّب تيويين

Table 4. Electron microprobe analysis (W %) and structural formulae from peripheral Tiouène's complex biotite

| Sample | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 |
|---|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| | Ti 59 |
| | 20 | 21 | 22 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| SiO ₂ | 35,87 | 36,28 | 35,85 | 35,74 | 35,15 | 35,88 | 36,02 | 35,45 | 35,61 | 36,21 |
| TiO ₂ | 2,36 | 3,22 | 1,72 | 3,87 | 3,37 | 3,22 | 3,2 | 3,49 | 3,19 | 3,48 |
| Al ₂ O ₃ | 14,62 | 14,39 | 15,42 | 13,31 | 13,35 | 14,401 | 13,8 | 13,71 | 14,27 | 12,92 |
| Cr ₂ O ₃ | 0,018 | 0,031 | 0,05 | 0,058 | 0,028 | 0,009 | 0,019 | 0,071 | 0,022 | 0,006 |
| FeO | 20,73 | 20,31 | 19,25 | 19,56 | 19,32 | 19,37 | 19,94 | 19,73 | 19,5 | 20,08 |
| Fe ₂ O ₃ | 9,91 | 9,77 | 9,42 | 9,52 | 9,44 | 9,46 | 9,65 | 9,58 | 9,5 | 9,69 |
| MgO | 3,42 | 3,33 | 3,67 | 3,95 | 4,19 | 4,05 | 3,94 | 3,83 | 3,78 | 4,32 |
| MnO | 0,42 | 0,511 | 0,47 | 0,36 | 0,46 | 0,5 | 0,52 | 0,56 | 0,47 | 0,62 |
| CaO | 0,06 | 0,072 | 0,015 | 0,024 | 0,01 | 0,01 | 0,024 | 0,057 | 0,11 | 0,01 |
| Na ₂ O | 0,054 | 0,06 | 0,02 | 0,03 | 0,045 | 0,06 | 0,015 | 0,039 | 0,03 | 0,001 |
| K ₂ O | 8,96 | 8,89 | 8,9 | 9,1 | 9,11 | 9,2 | 9,07 | 9,07 | 9,01 | 9,21 |
| F | 0,97 | 0,25 | 0,69 | 0,94 | 0,89 | 0,59 | 0,75 | 0,75 | 0,97 | 0,49 |
| Cl | 0,08 | 0,09 | 0,11 | 0,11 | 0,109 | 0,12 | 0,13 | 0,12 | 0,14 | 0,12 |
| Total | 97,472 | 97,204 | 95,585 | 96,572 | 95,472 | 96,87 | 97,078 | 96,457 | 96,602 | 97,157 |
| Formules structurales basée sur 22 oxygènes | | | | | | | | | | |
| Si | 5,698 | 5,696 | 5,698 | 5,656 | 5,656 | 5,651 | 5,682 | 5,627 | 5,626 | 5,714 |
| Al ^{IV} | 2,302 | 2,304 | 2,302 | 2,344 | 2,344 | 2,349 | 2,318 | 2,373 | 2,374 | 2,286 |
| Z | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 |
| Al ^{VI} | 0,433 | 0,356 | 0,584 | 0,137 | 0,186 | 0,322 | 0,246 | 0,19 | 0,281 | 0,115 |
| Ti | 0,282 | 0,38 | 0,206 | 0,461 | 0,408 | 0,381 | 0,38 | 0,417 | 0,379 | 0,413 |
| Fe ³⁺ | 1,075 | 1,062 | 1,075 | 1,071 | 1,089 | 1,066 | 1,067 | 1,074 | 1,069 | 1,068 |
| Fe ²⁺ | 2,524 | 2,494 | 2,393 | 2,515 | 2,422 | 2,371 | 2,506 | 2,522 | 2,51 | 2,508 |
| Cr | 0,002 | 0,004 | 0,006 | 0,007 | 0,004 | 0,001 | 0,002 | 0,009 | 0,003 | 0,001 |
| Mn | 0,057 | 0,068 | 0,063 | 0,048 | 0,063 | 0,067 | 0,069 | 0,075 | 0,063 | 0,083 |
| Mg | 0,81 | 0,779 | 0,87 | 0,932 | 1,005 | 0,951 | 0,927 | 0,906 | 0,89 | 1,016 |
| Y | 5,18 | 5,14 | 5,2 | 5,17 | 5,18 | 5,16 | 5,2 | 5,19 | 5,19 | 5,2 |
| Ca | 0,01 | 0,012 | 0,003 | 0,004 | 0,002 | 0,002 | 0,004 | 0,01 | 0,019 | 0,002 |
| Na | 0,017 | 0,018 | 0,006 | 0,009 | 0,014 | 0,018 | 0,005 | 0,012 | 0,009 | 0 |
| K | 1,816 | 1,78 | 1,805 | 1,837 | 1,87 | 1,848 | 1,825 | 1,837 | 1,816 | 1,854 |
| X | 1,84 | 1,81 | 1,81 | 1,85 | 1,89 | 1,87 | 1,83 | 1,86 | 1,84 | 1,86 |
| Cations | 15,026 | 14,953 | 15,011 | 15,021 | 15,063 | 15,027 | 15,031 | 15,052 | 15,039 | 15,06 |
| O | 22 | 22 | 22 | 22 | 22 | 22 | 22 | 22 | 22 | 22 |
| Fe/Fe+Mg | 0,76 | 0,76 | 0,73 | 0,73 | 0,71 | 0,71 | 0,73 | 0,74 | 0,74 | 0,71 |
| Mg/Fe+Mg | 0,24 | 0,24 | 0,27 | 0,27 | 0,29 | 0,29 | 0,27 | 0,26 | 0,26 | 0,29 |
| T°(Henry 2l) | 622 | 673 | 559 | 704 | 687 | 676 | 674 | 688 | 673 | 689 |
| Alt | 2,735 | 2,66 | 2,886 | 2,481 | 2,53 | 2,671 | 2,564 | 2,563 | 2,655 | 2,401 |

الجدول 4. تابع

| Sample | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 |
|---|--------------|-------------|------------|------------|-------------|------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| | Ti15 11'c | Ti15 11b | Ti15 1b | Ti15 6b | Ti15 8'c | Ti15 8c | Ti20 1 | Ti20 2 | Ti20 3 | Ti20 5 | Ti20 6 |
| SiO ₂ | 35,72 | 35,59 | 36,08 | 35,69 | 35,54 | 36,13 | 36,46 | 36 | 36,41 | 37,37 | 36,22 |
| TiO ₂ | 3,53 | 3,39 | 3,43 | 3,95 | 4,01 | 3,56 | 3,87 | 3,75 | 3,48 | 3,88 | 3,51 |
| Al ₂ O ₃ | 13,96 | 14,1 | 14,64 | 13,91 | 13,66 | 14,44 | 14,13 | 13,59 | 13,83 | 14,21 | 13,6 |
| Cr ₂ O ₃ | 0,02 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,16 | 0 | 0,1 |
| FeO | 19,73 | 18,86 | 19,19 | 18,66 | 19,01 | 19,73 | 18,66 | 18,45 | 17,84 | 18,24 | 18,65 |
| Fe ₂ O ₃ | 9,58 | 9,29 | 9,4 | 9,22 | 9,34 | 9,58 | 8,89 | 9,15 | 8,61 | 8,75 | 8,88 |
| MgO | 3,53 | 3,97 | 3,47 | 3,54 | 3,29 | 3,45 | 4,53 | 4,43 | 4,87 | 4,56 | 4,81 |
| MnO | 0,18 | 0,01 | 0,14 | 0,39 | 0,43 | 0,28 | 0,69 | 0,49 | 0,52 | 0,82 | 0,67 |
| CaO | 0 | 0,32 | 0 | 0,14 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Na ₂ O | 0,08 | 0 | 0,05 | 0,04 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,08 | 0,02 | 0,1 |
| K ₂ O | 9,53 | 9,46 | 9,79 | 9,74 | 9,49 | 10,02 | 10,08 | 9,91 | 9,69 | 10,24 | 8,8 |
| F | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Cl | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Total | 95,86 | 94,99 | 96,19 | 95,28 | 94,77 | 97,19 | 97,31 | 95,77 | 95,49 | 98,09 | 95,34 |
| Formules structurales basée sur 22 oxygènes | | | | | | | | | | | |
| Si | 5,65 | 5,644 | 5,67 | 5,643 | 5,674 | 5,639 | 5,699 | 5,648 | 5,725 | 5,749 | 5,75 |
| Al ^{IV} | 2,35 | 2,356 | 2,33 | 2,357 | 2,326 | 2,361 | 2,301 | 2,352 | 2,275 | 2,251 | 2,25 |
| Z | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 |
| Al ^{VI} | 0,251 | 0,277 | 0,379 | 0,233 | 0,242 | 0,293 | 0,3 | 0,159 | 0,286 | 0,324 | 0,293 |
| Ti | 0,42 | 0,404 | 0,405 | 0,47 | 0,482 | 0,418 | 0,455 | 0,443 | 0,412 | 0,449 | 0,419 |
| Fe ³⁺ | 1,07 | 1,073 | 1,063 | 1,07 | 1,08 | 1,056 | 0,94 | 1,061 | 0,946 | 0,925 | 0,955 |
| Fe ²⁺ | 2,513 | 2,387 | 2,365 | 2,38 | 2,403 | 2,48 | 2,222 | 2,362 | 2,236 | 2,187 | 2,257 |
| Cr | 0,002 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,02 | 0 | 0,013 |
| Mn | 0,024 | 0,001 | 0,019 | 0,052 | 0,058 | 0,037 | 0,091 | 0,065 | 0,069 | 0,107 | 0,09 |
| Mg | 0,832 | 0,939 | 0,813 | 0,834 | 0,783 | 0,803 | 1,056 | 1,036 | 1,142 | 1,046 | 1,138 |
| Y | 5,11 | 5,08 | 5,04 | 5,04 | 5,05 | 5,09 | 5,06 | 5,13 | 5,11 | 5,04 | 5,17 |
| Ca | 0 | 0,054 | 0 | 0,024 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Na | 0,025 | 0 | 0,015 | 0,012 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,024 | 0,006 | 0,031 |
| K | 1,923 | 1,914 | 1,963 | 1,965 | 1,933 | 1,995 | 2,01 | 1,984 | 1,944 | 2,01 | 1,782 |
| X | 1,95 | 1,97 | 1,98 | 2 | 1,93 | 2 | 2,01 | 1,98 | 1,97 | 2,02 | 1,81 |
| Cations | 15,06 | 15,049 | 15,022 | 15,04 | 14,981 | 15,082 | 15,074 | 15,11 | 15,079 | 15,054 | 14,978 |
| O | 22 | 22 | 22 | 22 | 22 | 22 | 22 | 22 | 22 | 22 | 22 |
| Fe/Fe+Mg | 0,75 | 0,72 | 0,74 | 0,74 | 0,75 | 0,76 | 0,68 | 0,7 | 0,66 | 0,68 | 0,66 |
| Mg/Fe+Mg | 0,25 | 0,28 | 0,26 | 0,26 | 0,25 | 0,24 | 0,32 | 0,3 | 0,34 | 0,32 | 0,34 |
| T°(Henry 2t) | 689 | 685 | 684 | 706 | 709 | 688 | 705 | 700 | 692 | 703 | 695 |
| Alt | 2,601 | 2,633 | 2,709 | 2,59 | 2,568 | 2,654 | 2,601 | 2,511 | 2,561 | 2,575 | 2,543 |

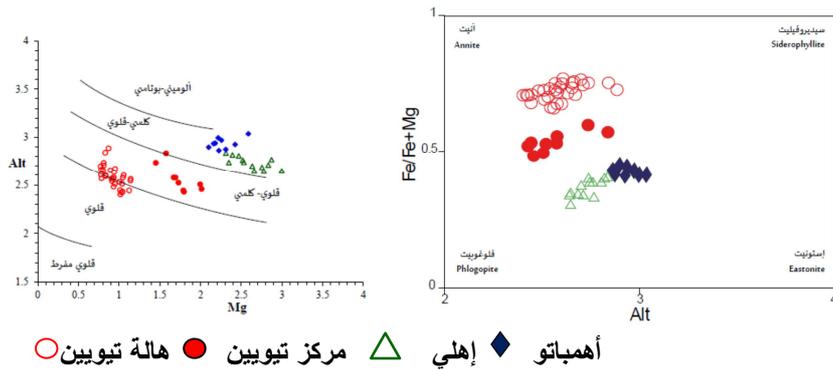
الجدول 4. تابع

يستعمل المخطط البياني $Fe^{2+}/Fe^{2+} + Mg$ Vs Alt في الصّخور النّارية بهدف توضيح العلاقة التركيبية لمعادن الميكا ثلاثية الأوجه (Deer, 1966). يبرز اسقاط مختلف النقاط الممثلة للعينات المدروسة في رباعي اقطاب (annite - siderophyllite - phlogopite – eastonite) (ASPE) (الشكل 4) تنوعاً كبيراً في التركيبية الكيميائية لبيوتيت الصّخور الاربعة التي تمّت دراستها. وعليه استناداً لنسبة أكسيد الحديد/أكسيد المغنيزيوم ونسبة أكسيد الالومنيوم في البيوتيت (FeO / MgO and Al_2O_3)، قمنا بتصنيف معادن البيوتيت المدروسة الى أربعة أنواع:

1. **بيوتيت غني بالحديد** Fe-biotite ($5.31 < \text{FeO}^t/\text{MgO} < 9.16$; $12.92 < \text{Al}_2\text{O}_3 < 15.42$ w %) ينتمي إلى غرانيت الهالة الخارجية لمركب تويين (Tioueine) ويتميز بنسبة عالية من الحديد ($0.66 < \text{Fe}^{2+}/(\text{Fe}^{2+} + \text{Mg}) < 0.77$). يتميز Fe-biotite بكونه ذا طبيعة كيميائية قلووية إلى قرب قلووية (Nachit et al., 1985) وهي صفة الصهارة التي تنشأ في المجال المتأخر من الدورات البانية للجبال Anorogenic domains (Abdel-Rahman, 1994) (الشكل 6).

2. **بيوتيت حديدي مغنيسي** Fe-Mg biotite ($2.58 < \text{FeO}^t/\text{MgO} < 4.01$; $13.21 < \text{Al}_2\text{O}_3 < 15.2$ w %) يتواجد في الغرانيت المركزي لمركب تويين (Tioueine) ويتميز بنسبة عنصر الحديد أقل من بيوتيت غرانيت الهالة ($0.49 < \text{Fe}^{2+}/(\text{Fe}^{2+} + \text{Mg}) < 0.6$). في حين قيم الالومنيوم متشابهة في كليهما (الغرانيت المركزي، $2.43 < \text{Alt} < 2.83$ - وغرانيت الهالة، $2.40 < \text{Alt} < 2.89$). بيوتيت الغرانيت المركزي (Fe-Mg biotite) فوق قلووي (الشكل 5) وينتمي للمجالين الشبه ألويمي والكلسي القلووي المميزين لسلاسل الناشئة اثناء الدورة البانية للجبال (Abdel Rahman, 1994) (الشكل 6). وهو ما يتجانس مع منشأ الصخور المضيفة (Azzouni-Sekkal, 1989).

3. **بيوتيت غني بالالمنيوم** Al-biotite ($1.89 < \text{FeO}^t/\text{MgO} < 2.20$; $15.80 < \text{Al}_2\text{O}_3 < 16.59$ w %) يخص عينات باتوليث أهمباتو (Ahambatou)، حيث يمتلك أعلى قيم Alt ($2.82 < \text{Alt} < 3.04$) مقارنة مع بيوتيت الصخور الأخرى. بينما تتفاوت نسبة $\text{Fe}^{2+}/(\text{Fe}^{2+} + \text{Mg})$ بشكل خفيف (0.52 إلى 0.55)، البيوتيت الالوميني (Al-biotite) كلسي-قلووي (الشكل 5) يترجم صخور السلاسل الناشئة خلال الدورة البانية للجبال orogenic suites (Abdel Rahman, 1994) (الشكل 6).



الشكل 5: المخطط البياني Alt Vs Mg

(Nachit et al., 1985)

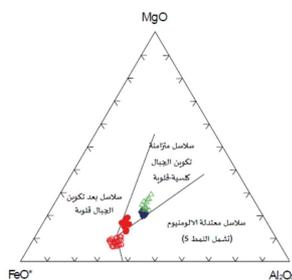
الشكل 4: المخطط البياني $\text{Fe}^{2+}/\text{Fe}^{2+} + \text{Mg}$ Vs Alt

(Deer, 1966)

Fig. 4 : Diagramme $\text{Fe}^{2+}/\text{Fe}^{2+} + \text{Mg}$ Vs Alt for area Silet's biotite (Deer, 1966)

Fig. 5 : Diagramme Alt Vs Mg for area Silet's biotite (Nachit et al., 1985)

4. **بيوتيت مغنيسي** Mg-biotite : يميز صخور باتوليث إهلي (Eheli) ($1.23 < \text{FeO}^{\text{I}}/\text{MgO} < 1.85$; $14.46 < \text{Al}_2\text{O}_3 < 15.54$ w %) ويتسم بنسبة عالية من المغنيسيوم ($2.30 < \text{Mg} < 2.98$ apfu) وأدنى



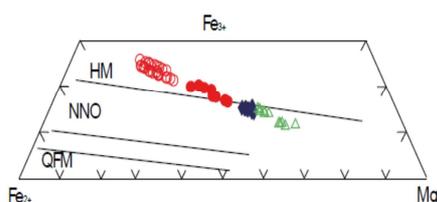
الشكل 6: المخطط البياني الثلاثي MgO FeO^I Al₂O₃

(Abdel Rahman, 1994)

Fig. 6 : Diagramme MgO FeO^I Al₂O₃ for area Silet's

قيم الحديد ($0.41 < \text{Fe}^{2+}/\text{Fe}^{2+} + \text{Mg} < 0.51$). تتراوح قيمة الألومنيوم ($1.48 < \text{Al} < 1.82$) بين تلك المسجلة في Al-biotite و Fe-Mg biotite و Fe-biotite (الشكل 4، الجدول 1، 3 و 4). بيوتيت إهلي (Mg-biotite) كلسي-قلوي (الشكل 5) يقترب من خصائص البيوتيت الألوميني (Al-biotite) المعروف في صخور أهمباتو (Abdel (Ahambatou) Rahman, 1994) (الشكل 6).

1.2 **شروود الأوكسجين ودرجة حرارة التبلور**: يعتبر معدن البيوتيت مؤشراً جيداً لمعرفة مدى أكسدة الصهارة التي تبلور منها. وقد استخدم Wones and Eugster (1965) التركيبة الكيميائية للبيوتيت في النظام الثلاثي $\text{KFe}_3^{2+} \text{AlSiO}_{10}(\text{OH})_2 - \text{KMg}_3 \text{AlSiO}_{10}(\text{OH})_2 - \text{KFe}_3^{3+} \text{AlSi}_3\text{O}_{12}(\text{H}_1)$ لتقدير درجات شروود الأوكسجين أثناء مراحل تبلور الصهارة. يوضح المخطط الثلاثي $\text{Fe}^{2+} - \text{Fe}^{3+} - \text{Mg}^{2+}$ (الشكل 7) أن جميع معادن بيوتيت منطقة سيلت تقع بين مجال NNO (Ni-NiO) ومجال HM (Fe_3O_4 - HM) Fe_2O_3 . بالتدقيق في النتائج، يمكن ملاحظة أن البيوتيت الألوميني (Al-biotite) والبيوتيت المغنيسي



الشكل 7: المخطط الثلاثي $\text{Fe}^{2+} - \text{Fe}^{3+} - \text{Mg}$

حسب Wones & Eugster (1965)

حدود شروود الأوكسجين الثلاثة -quartz - fayalite (QFM)
magnetite

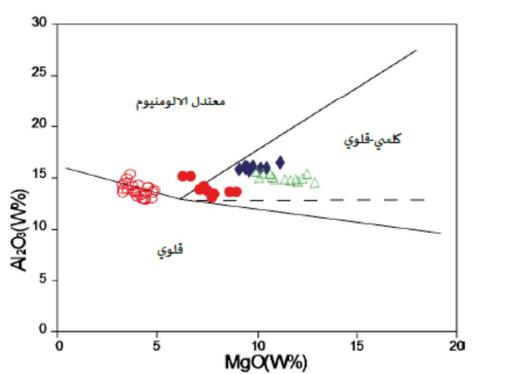
nickel -nickel- oxide (NNO), and hematite-
magnetite (HM)

Fig. 7: Diagramme $\text{Fe}^{2+} - \text{Fe}^{3+} - \text{Mg}$ for area Silet's biotite (Wones & Eugster;1965)

في مخطط شروود الأكسجين بدلالة درجات الحرارة fO_2-T يمكن قراءة قيم درجات حرارة تبلور البيوتيت بإسقاط معدلات نسبة $Fe^{2+}/(Fe^{3+} + Mg^{2+})$ فوق منحنيات تساوي الضَّغط (2070 bar) المحددة تجريبياً من قبل المؤلفين (Wones and Eugster (1965) (الشكل غير معطى). تبين أن البيوتيت المغنيسي (Mg-biotite) الخاص بباتوليث إهلي (Eheli) يبدي أصغر قيم لشروود غاز الأكسجين ($10^{-12.5}$ - $10^{-11.5}$ bar) وأعلى درجات حرارة تبلور ($940 - 990^\circ C$) مقارنة مع بيوتيت الصَّخور الأخرى. تستمر هذه العلاقة في باقي اصناف البيوتيت، حيث ترتفع قيم شروود غاز الأكسجين تدريجياً من $10^{-12.5}$ - 10^{-12} bar في البيوتيت الالوميني (Al-biotite) الخاص بباتوليث أهلماتو (Ahambatou) إلى (10^{-15} - $10^{-13.5}$ bar) في البيوتيت الحديدي -المغنيسي (Fe-Mg biotites) المميز لغرانيت المركزي لمركب تيويين (Tioueine) ثم إلى ($10^{-17.5}$ - $10^{-15.5}$ bar) في البيوتيت الحديدي (Fe-biotites) الموجود في غرانيت الهالة الخارجيّة له بالموازاة مع تناقص درجات حرارة التبلور ($890-930^\circ C$ ثم $760 - 830^\circ C$ ثم $710 - 750^\circ C$ على التوالي).

2.2 المقياس الحراري لهنري (Henry 2005): يعتمد مقياس الحرارة الكمي ل Henry & al (2005) على مقدار عنصر التيتانيوم (Ti) المحتوى في البيوتيت، وقد تمّ استخدامه لبيوتيت منطقة سيلات من أجل مقارنة النتائج مع تلك المحصل عليها باستخدام طريقة Wones and Eugster (الجدول 5).

تظهر النتائج أن معادن بيوتيت الصَّخور ت ت غ (TTG) وبيوتيت الغرانيت المركزي لمركب تيويين تملك قيمًا لدرجات حرارة التبلور أقل عن تلك المحسوبة بالطريقة السابقة، على النقيض من ذلك يتبلور معدن البيوتيت الحديدي (Fe-biotite) الموجود في الهالة الخارجيّة لمركب تيويين تحت درجة حرارة أعلى من تلك المعطاة بواسطة مقياس حرارة (Wones and Eugster (1965) (الجدول 5)، من المحتمل أن يرتبط ذلك بمقدار $Fe^{2+} - Fe^{3+}$ المعاد حسابه.



أهلماتو ◆ إهلي ▲ مركز تيويين ● هالة تيويين ○
الشكل 8: المخطط البياني Al_2O_3/MgO (Abdel Rahman, 1994)

Fig. 8 : Diagramme MgO / Al_2O_3 for area Silet's biotite

(Abdel Rahman, 1994)

يبدي معدن البيوتيت المغنيسي (Mg-biotite) المعروف في إهلي أعلى درجة حرارة تبلور ($710^\circ C < T < 754^\circ C$)، في حين أن البيوتيت الغني بالالمنيوم (Al-biotite) المميز لأهلماتو والبيوتيت الغني بالحديد (Fe-biotite) التابع لهالة مركب تيويين لهما درجات تبلور مماثلة ($559^\circ C < T < 705^\circ C$ & $598^\circ C < T < 710^\circ C$) على التوالي). يتميز البيوتيت الحديدي المغنيسي (Fe-Mg biotite) المعروف في صخور السحنة المركزية لمركب تيويين بقيم منخفضة لدرجات حرارة التبلور مقارنة مع البيوتيت الأخرى ($575^\circ C < T < 714^\circ C$) (الجدول 1، 2، 3 و 4).

| المعالم Parameters | fO_2 (bar) | T °C | T °C (Average) |
|----------------------------------|---------------------------|--------------------------|---------------------|
| | Wones and Eugster (1965) | Wones and Eugster (1965) | Henry and al (2005) |
| إهلي Eheli | $10^{-12.5} - 10^{-11.5}$ | 840 - 900 | 730 (n=9) |
| أهمباتو Ahambatou | $10^{-12.5} - 10^{-12}$ | 790 - 830 | 672 (n=13) |
| تويين المركزي Central Tioueine | $10^{-15} - 10^{-13.5}$ | 550 - 600 | 658 (n=9) |
| تويين الهالة Peripheral Tioueine | $10^{-17.5} - 10^{-15.5}$ | 500 - 540 | 678 (n=31) |

الجدول 5. مقياس درجات الحرارة والضغط لبيوتيت الصخور المدروسة من منطقة سيلات

Table 5. Thermo-barometry of biotites from TTG batholiths and Tioueine complex

3.3 الاستنتاج: الخصائص البتروولوجية الفارقة للصخور الاربعة المدروسة ملخصة في الجدول رقم 6. نلاحظ من خلال التركيب الكيميائي لمعدن البيوتيت، المميز للصخور الاربعة أهمباتو وإهلي وتويين (الهالة الخارجية والغرانيت المركزي)، ان ثلاثة عناصر رئيسية تصنع الفارق وهي FeO و MgO و Al_2O_3 (الشكل 8). وقد حاول بعض المؤلفين تمييز الصخور الحامضية المندسة من خلال دراسة معدن البيوتيت (Yen and Goodwin, 1976; Barrière and Cotton, 1979; Stone, 2000; Batchelor, 2003; Shabani and Lalonde, 2003; Cesare, 2008; Buda et al., 2004; Kumar and Pathak, 2010; Karimpour et al., 2011; Hossain and Tsunogae, 2014). وغالبًا ما كانت استنتاجاتهم مهمة تجعل من البيوتيت معدنًا حاسمًا في تحديد المعالم البتروولوجية للصخور الحاوية عليها.

| Tioueine | | Eheli | Ahambatou | خصائص الباتوليث او المركب |
|-------------------------------|-----------------|---------------------|--------------|---------------------------|
| الغرانيت المركزي | الهالة الخارجية | | | |
| جزر قوسية محيطية Islands Arcs | | | | الموقع الجيولوجي |
| نمط A | | نمط TTG | | نوع الصخور |
| بعد التصادم | | متزامن التصادم | | الموقع الجيوديناميكي |
| الوشاح النقي | | الوشاح + قشرة قارية | الوشاح النقي | منبع الصهارة |
| 523 ± 1 Ma | 559 ± 7 Ma | 638 ± 5 Ma | 651 ± 6 Ma | التزمن المطلق |
| غرانيت | سينيت | منزوغرانيت | غرانوديوريت | اسم الصخر |
| كلسي- قلووي | قلوي مفرط | كلسي- قلووي | كلسي- قلووي | الطبيعة الكيميائية |
| 0.49-0.60 | 0.66-0.77 | 0.41-0.51 | 0.52-0.55 | Fe/Fe+Mg (biotite) |
| Fe Mg biotite | Fe biotite | Mg biotite | Al biotite | نوع البيوتيت |

الجدول 6. الخصائص البتروولوجية لصخور العينات المدروسة من منطقة سيلات

Table 6. Petrological characters of the Silet area's batholiths and biotites

دراسة معدن البيوتيت المتواجد في صخور الباتولثين أهمباتو وإهلي من نمط TTG + Trondhjemite (Tonalite + Granodiorite) والمؤرخين في الدّور الإدياكاري وبيوتيت من صخور من نمط متأخرة النّشأة (Tiouéine) ذات العمر الإدياكاريان-الكمبري، النّاشئة خلال الدّورة لعموم افريقيا، سمحت بتعريف أربعة أصناف من معدن البيوتيت وفقا للتركيبية الكيميائية :

1. بيوتيت غني بالحديد Fe-biotite متبلور من صهارة قلوّية، اصل غرانيت الهالة الخارجيّة لمركّب Tiouéine :

2. بيوتيت حديدي مغنيسي Fe-Mg biotite متبلور من صهارة كلسيّة قلوّية متوسّطة التّشبع بالألومنيوم، التي اعطت الغرانيت المركزي لمركّب تويين (Tiouéine). تتناقض هذه الخصائص مع ظروف نشأة المركّب التي تشير للمرحلة المتأخرة من الدّورة البانيّة للجبال في نظام تمديد داخلي للصفائح. ولكن وفقاً لـ (Hetu et al., 2002)، لا يتمّ إنشاء صخور الكالسيوم القلوّية بشكلٍ حصري في مناطق الغوص ولكن يمكن العثور عليها في مناطق الامتداد مثل إقليم Range Basin و Gulf of California.

3. بيوتيت غني بالألومنيوم Al-biotite المتبلور من صهارة فتية كلسيّة-قلوّية اصل باتوليث أهمباتو (Ahambatou) من نمط TTG، هذه القيم العاليّة من الألومنيوم ترجع إلى وجود رواسب بحريّة في الصّفيحة مثل تلك المعرف في البيوتيت الالوميني Variscan Al-biotite من طرف (Buda et al 2004) أو ربّما تتعلّق بوجود الأمفيبول. وفقاً لغورباتشاف (Gorbatshev; 1970) فإن توزيع الألومنيوم بين البيوتيت والهوروبلاندر الخضراء يزيد بـ 0.25 في بنية البيوتيت عندما يتواجد مع الأمفيبول.

4. تطوّر البيوتيت المغنيسي Mg-biotite من مصدر صهارة كلسي-قلوي غير نقي، تشترك فيه قشرة قاريّة قديمة. وهو محدد في باتوليث إهلي من نمط TTG. هذه الصّفّة نموذجيّة في السّلاسل الكلسيّة-القلوّية المتزامنة مع نظام تقارب اللّواح.

التركيبية الكيميائية للبيوتيت مؤشّر ممتاز للظروف الفيزيائيّة والكيميائيّة التي تتحكم في تطوّر الصّهارة الأمّ ويبدو أنّها تطلع بوضوح الألفة الكيميائية للصخور المضيفة ومواقع النّشأة الجيولوجيّة. ومع ذلك، فإنّ الجمع بين بيانات الصّخور بأكملها (العناصر الكيميائية الرئيسيّة، النّادرة والشّحيحة) تبقى ضروريّة لاستكمال الدّراسات البترولوجيّة.

4. المراجع

1. Abdel-Rahman, A.F.M., 1994. Nature of Biotites from Alkaline, Calc-alkaline, and Peraluminous Magmas. *Journal of petrology* 35(2) 525-541.
2. Azzouni-Sekkal, A., 1989. Pétrologie et géochimie des granites de type « Taourirt » : un exemple de province magmatique de transition entre les régimes orogéniques et anorogéniques, au Pan-Africain (Hoggar, Algérie). Thèse Doctorat d'Etat, Université des Sciences et Techniques Houari-Boumedienne, Alger, et Mémoires Service Géologique Algérie 7, 288p.
3. Azzouni-Sekkal, A., Liégeois, J-P., Bechiri-Benmerzoug, F., Belaidi-Zinet, S., Bonin, B., 2003. The "Taourirt" magmatic province, a marker of the closing stage of the Pan-African orogeny in the Tuareg Shield: review of available data and Sr-Nd isotope evidence. *Journal of African Earth Sciences* 37, 331-350
4. Bailey, S.W., (editor). 1984. *Micas. Reviews in Mineralogy*, 13. Mineralogical Society of America, Washington, D.C.
5. Barrière M. and Cotton, J., 1979. Biotites and associated minerals as markers of magmatic fractionation and deuteric equilibration in granites. *Contrib. Mineral. Petrol.* 70, 183-192.
6. Batchelor, R.A., 2003: Geochemistry of biotite in metabentonites as an age discriminant, indicator of regional magma sources and potential correlating tool. *Mineral. Mag.* 67, 807—817.
7. Bechiri-Benmerzoug, F., 2009. Pétrologie, géochimie isotopique et géochronologie des granitoides Pan-africains de type TTG de Silet : contribution a la connaissance de la structuration du bloc d'Iskel (Silet, Hoggar occidental) Algérie, Thèse Doctorat, Université des Sciences et Techniques Houari-Boumedienne, Alger, 398p.
8. Bechiri-Benmerzoug, F., Liégeois, J.P., Bonin, B., Azzouni-Sekkal, A., Bechiri, H., Kheloui, R., Matukov, D.I., Sergeev, S.A., 2011. The plutons from the Cryogenian Iskel composite oceanic island arc (Hoggar, Tuareg Shield, Algeria): U–Pb on zircon SHRIMP geochronology, geochemistry and geodynamical setting. *Seventh Hutton Symposium on Granites and Related Rocks*, Avila, Spain, July 4–9 2011, p. 17.
9. Bowden, P., Cottin, J.Y., Belousova, E., Gréau, Y., O'Reilly, S.Y., Azzouni –Sekkal, A., Remaci-Benouda, N., Bechiri-Benmerzoug, F., 2014. Ediacaran granites in the Tuareg shield, West Africa : alkalinity and end-Gondwanan assembly. *Goldschmidt*, Sacramento, California, United States June 8 – 13.
10. Brigatti, M.F., Frigieri, P., Ghezzi, C., and Poppi, L., 2000. Crystal chemistry of Al-rich biotites coexisting with muscovites in peraluminous granites. *American Mineralogy*, Volume 85, pp. 436-448
11. Brigatti, M.F., and Guggenheim, S., 2002. Mica crystal chemistry and the influence of pressure, temperature, and solid solution on atomistic models. In A. Mottana, F.P., Sassi, J.B., Thompson, Jr., and Guggenheim, S., Eds., *Micas: Crystal Chemistry and Metamorphic Petrology*, 46, 1.98. *Reviews in Mineralogy and Geochemistry*, Mineralogical Society of America, Washington, D.C.

12. Black, R., Latouche, L., Liegeois, J.P., Caby, R., Bertrand, J.M., 1994. Pan-African displaced terranes in the Tuareg Shield (Central Sahara). *Geology* 22, 641–644.
13. Buda, G., Koller, F., Kovács, J., Jaromír and Ulrych J., 2004. Compositional variation of biotite from Variscan granitoids in Central Europe: A statistical evaluation. *Acta Mineralogica-Petrographica, Szeged*, vol. 45/1, 21-37.
14. Boissonnas, J., 1973. Les granites a structures concentriques et quelques autres granites tardifs de la chaîne pan-africaine en Ahaggar (Sahara central, Algérie). Thèse Doct. Etat, Ed C. N.R.S- C. R. Z. A. Série géologie, No. 16. 2 vol., 662 pp.
15. Bouzid K, 2014 Caractérisation des biotites présentes dans trois complexes plutoniques d'environnements géodynamiques différents (le batholite d'Ahambatou, le batholite d'Eheli et le complexe annulaire du Tioueine), région de Silet, bloc d'Iskel, Hoggar Algérie. Mémoire de magister, Ecole Normale supérieure de Kouba. 102pp
16. Caby, R., 1968. Une zone de décrochement à l'échelle de l'Afrique dans le précambrien de l'Ahaggar occidental. *Bull. Soc. Geol. Fr.*, 577-587.
17. Cesare, B., Kumar, M.S., Cruciani, G., Pocker, S., and Nodari, L., 2008. Mineral chemistry of Ti-rich biotite from pegmatite and metapelitic granulites of the Kerala Khondalite Belt (southeast India): Petrology and further insight into titanium substitutions. *American Mineralogist*, Volume 93, pp. 327–338.
18. Chikhaoui, M. 1981. Les roches volcaniques du Protérozoïque supérieur de la chaîne panafricaine du Hoggar et anti Atlas. Thèse doctorat d'état. Univ Montpellier, 183p
19. Czamanske, G.K., and Wones, D.R., 1973. Oxidation during magmatic differentiation, Finnmarka Complex, Oslo Ara Norway—II. Mafic Silicates. *J. Petrology* 14. p.349-380
20. Czamanske, G.K., Wones, D.R., Eichelberger, J.C., 1977. Mineralogy and petrology of the intrusive complex of the Pliny Range, New Hampshire. *Am. J. Sci.* 277, 1073- 1123.
21. Djouadi, M.T., Ferre´, E., Gleizes, G., Caby, R., Lesquer, A., Bouchez, J.L., 1997. Oblique magmatic structures of two epizonal granite plutons, Hoggar, Algeria: late orogenic emplacement of transcurrent orogen. *Tectonophys.* 279, 350–374.
22. Deer, W.A., Howie, R.A., Zussman, J., 1966. Rock-forming minerals. Longmann ed., London.
23. Foster, M.D., 1960. Interpretation of the composition of trioctahedral micas. *US Geological Survey Prof.*, 354B: 1-49.
24. Engel, A.E.J., and Engel, C.G., 1960. Progressive metamorphism and granitization of the major pragneiss, Northwest Adirondack Mts., New York. *Bull. Geol. Soc. Am.* 71, 1-58.
25. Gravelle, M., 1969. Recherche sur la géologie du socle précambrien de l'Ahaggar Centro-occidental dans la région de Silet-Tibehaouine. Thèse de Doctorat d'État, Université de Paris, 781 pp.

26. Gorbatshev, R., 1970. Distribution of Tetrahedral Al and Si in coexisting biotite and Ca-Amphibole. *Contr. Mineral. and Petrol.* 28, pp, 251-258.
27. Haynes, J.T., Melson, W.G., and Kunk, M.J., 1995. Composition of biotite phenocrysts in Ordovician tephra: cast doubt on the proposed trans-Atlantic correlation of the Millbrig K-bentonite (United States) and the Kinnekulle K-bentonite (Sweden). *Geology*; September 1995; v. 23; no. 9; p. 847–850
28. Hetu C. Sheth, Ignacio S. Torres-Alvarado & Surendra P. Verma. 2002. What is the "Calc-alkaline Rock Series"? *International Geology Review* volume 44, Issue 8
29. Henry, D.J and Guidotti, C.V., 2002. Titanium in biotite from metapelitic rocks: temperature effects, crystal-chemical controls, and petrologic applications. *American Mineralogy*, Volume 87, pages 375-382.
30. Hossain, I. and Tsunogae, T., 2014. Crystallization Conditions and Petrogenesis of the Paleoproterozoic Basement Rocks in Bangladesh: An Evaluation of Biotite and Coexisting Amphibole Mineral Chemistry. *Jou of Earth science*, Vol. 25, N°.1, p.87-97
31. Jacobs, D.C and Parry, W.T., 1979. Geochemistry of biotite in the Santa Rita Porphyry Copper Deposit, New Mexico. *Economic Geology*, 74 (4) : 860-887
32. Karimpour, M.H., Stern, C.R, Mouradi, M., 2011. Chemical composition of biotite as a guide to petrogenesis of granitic rocks from Maherabad, Dehnow, Gheshlagh, Khajehmourad and Najmabad, Iran. *Iranian Society of Cristallography and Mineralogy*. Vol.18 n°4. p.89-100
33. Kumar, S., and Pathak, M., 2010. Mineralogy and geochemistry of Biotites from Proterozoic granitoids of Western Arunachal Himalaya: Evidence of Bimodal Granitogeny and Tectonic Affinity. *Journal Geological Society of India*. Vol.75. pp.715-730
34. Liégeois, J.P., Latouche, L., Boughrara, M., Navez, J., Guiraud, M., 2003. The LATEA metacraton (central Hoggar, Tuareg shield, Algeria): Behaviour of an old passive margin during the Pan-African orogeny. *Journal of African Earth Sciences* 37.
35. Nachit, H., Razafimahefa, N., Stussi, J.M., Caron, J.P., 1985. Compositions chimiques des biotites et typologie magmatique des granitoïdes. *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences, Paris* 301, 813-818
36. Kheloui. R. 2009. Etude pétrographique, minéralogique et géochimique du massif mafique –ultramafique d'Iddeleh (Silet, Bloc d'Iskel, Hoggar. Thèse de magister, FSTGAT. 102pp
37. Němec, D., 1972. Micas of the lamprophyres of Bohemian Massif. *N. Jb. Min. Abh.*, 117, No.2. 196-216.
38. Neilson M.J., Haynes S.J., 1973. Biotites in calcalkaline intrusive rocks, *Mineralogical Magazine*. 39, 301–304, 251–253.
39. Nockolds, S.R., 1947. The relation between chemical composition and paragenesis in the biotite micas of igneous rocks. *American journal of Science*, 245, 401-420

40. Paquette, J.L., Caby, R., Djouadi, M.T., Bouchez, J.L., 1998. U–Pb dating of the end of Pan-African orogeny in the Tuareg Shield: the post-collisional syn-shear Tiouéine pluton (Western Hoggar, Algeria). *Lithos* 45, 245–253.
41. Rieder, M., Cavazzini, G., D'Yakonov, Y.S., Frank-Kamenetskii, V.A., Gottardi, G., Guggenheim, S., Koval, P.V., Muller, G., Neiva, A.M.R., Radoslovich, E.W., Robert, J. L., Sassi, F. P., Takeda, H., Weiss, Z., and Wones, D. R., 1998. Nomenclature of the micas. *Canadian Mineralogists*, 36, 905-912.
42. Rieder, M., Cavazzini, G., D'Yakonov Y.S., Frank-Kamenetskii, V.A. Gottardi, G., Guggenheim, S., Koval P.V., Muller, G., Neiva, A.M.R., Radoslovich, E.W., Robert, J. L., Sassi, F.P., Takeda, H., Weiss, Z. and Wones, D.R., 1999. *Mineralogical Magazine*, Vol. 63(2), pp. 267–279
43. Schreurs, J., 1985. Prograde metamorphism of metapelites, garnet-biotite thermometry and prograde changes of biotite chemistry in high-grade rocks of west Usimaa, southwest Finland. *Lithos* 18, 69-80
44. Shabani, A.A.T., Lalonde, A.E., Whalen, J.B., 2003. Composition of biotite from granitic rocks of the Canadian Appalachian: A potential tectonomagmatic indicator? *The Canadian Mineralogist*, 41, 1381-1396
45. Stone, M., 2000. Petrogenetic implications from biotite compositional variations in the Cornubian granite batholith. *Mineralogical Magazine*. 64, no.4, 729-735
46. Spear, J.A., 1987. Evolution of Magmatic AFM Mineral Assemblages in Granitoid Rocks: The Hornblende + Melt = Biotite Reaction in the Liberty Hill Pluton, South Carolina. *American Mineralogists*, 7: 863–87
47. Tischendorf, G., Rieder, M., Förster, H.J., Gottesmann, B., and Guidotti, V., 2004. A new graphical presentation and subdivision of potassium micas. *Mineralogical Magazine*, vol. 68(4), pp. 649-667.
48. Tischendorf, M., Förster, H.J., Gottesmann, B., and Rieder, M., 2007. True and brittle micas: composition and solid-solution series. *Mineralogical Magazine*. Vol. 71(3), pp. 285-320
49. Ogorodova, L.P., Kiseleva, I.A., Mel'chakova, L.V., and Shuriga, T. N., 2006. Thermochemical Study of Natural Phengite. ISSN 0016-7029, *Geochemistry International*, Vol. 44, No. 2, pp. 196–198.
50. Paukov, I.E., Kovalevkaya, Yu.A., Kiseleva, I.A., and Shuriga, T.N., 2007. Low-temperature Thermodynamic Properties of Natural Biotite. ISSN 0016-7029, *Geochemistry International*, vol. 45, N°4, pp 405-408.
51. Peacock, M.A., 1931. Classification of igneous rocks. *J. Geol.*, 39, 56-67.
52. Yen, F. and Goodwin, J.H., 1976. Correlation of tuff layers in the Green River Formation, Utah, using biotite compositions. *Journal of Sedimentary Petrology*, 46, 345-354.
53. Wones, D.R., and Eugster, H.P., 1965. Stability of Biotite: Experiment, Theory, and Application. *American Mineralogists*, 50(9): 1228–1272
54. Li, Z., Tainosho, Y., Shiraishi, K., and Owada, M., 2003. Chemical characteristics of fluorine-bearing biotite of early Paleozoic plutonic rocks from the Sør Rondane Mountains, East Antarctica, *Geochemical Journal*, vol. 37, 145 to 161.

إزالة بالامتزاز لصبغة أزرق الميثيلين

باستعمال مسحوق نوى التمر المعالج بمحلول هيدروكسيد الصّ وديوم

غريبة عبد العالي^{1,2*}، يدو أحمد رضا^{3,1}، شرقي عبد المالك^{4,1}، سلاطينة عمار^{4,1}، ناجمي بوبكر^{3,1}

1:مخبر دراسة وتطوير تقنيات معالجة وتنقية المياه والتّسيير البيئي، المدرسة العليا للأساتذة، الشّيخ محمد البشير الإبراهيمي، القبة القديمة، الجزائر

2:قسم العلوم التّقنيّة، كلية التّكنولوجيا، جامعة عمّار ثليجي، الأغواط

3: قسم الكيمياء، المدرسة العليا للأساتذة، الشّيخ محمد البشير الإبراهيمي، القبة القديمة، الجزائر

4:المدرسة الوطنيّة متعدّدة التّقنيّات، الحراش، الجزائر

الملخص: تتناول هذه الدّراسة تحضير مواد مازة من مخلفات موادّ زراعيّة محليّة كمصدر جديد لإزالة ملوّث عضوي من المحاليل المائيّة بطريقة الامتزاز. حُضِر نوعان من المواد المازة، النوع الأول: مسحوق نوى التّمر الخام غير المعالج كيميائيًا، والنوع الثاني: مسحوق معالج كيميائيًا بمحلول هيدروكسيد الصّ وديوم تركيزه 0.1 مولاري. أظهر الفحص بالمجهر الإلكتروني الماسح أن سطح العينات المعالجة كيميائيًا خشن، مكوّن من فجوات وقنوات مقارنة مع سطح عينات مسحوق نوى التّمر الخام. وبيّنت نتائج التّحليل الطّيفي بالأشعة تحت الحمراء وجود عدد من عُصَبَات الامتصاص المميّزة لعدد من المجموعات الوظيفيّة العضويّة. وبيّنت نتائج دراسة حركة إزالة ملوّث عضوي كاتيوني هو: صبغ أزرق الميثيلين إزالة سريعة وبكميّة كبيرة خلال الدّقائِق الـ 15 الأولى وأن حركة الامتزاز تحقّق نموذج شبه الرتبة الثانيّة. أما منحنيات ايزوثرم الامتزاز فهي تحقّق نموذج لانغمير مما يدلّ على إمكانيّة كون نوع الامتزاز أحادي الطّبقة. بلغت سعة الامتزاز الأعظميّة (q_{max}) لكل من مادتي الامتزاز بواحدات مغ غ⁻¹: 25.83 في حالة مسحوق النوى الخام و46.72 في حالة المسحوق المعالج كيميائيًا، وهو ما يكشف عن مدى تأثير المعالجة الكيميائيّة بهيدروكسيد الصّ وديوم والتي أدت إلى تحسين قدرة الامتزاز بعد تعديل مواقع الامتزاز الوظيفيّة الموجودة على سطح مسحوق نوى التّمر الخام. مما سبق تبين الدّراسة إمكانيّة استعمال نوى التّمور كمصدر لتحضير مواد مازة لإزالة الملوّثات العضويّة من مياه ملوّثة.

الكلمات المفتاحيّة: نوى التّمر، الامتزاز، ايزوثرم، الأصباغ.

المقدمة: إنّ كميّة ونوعيّة المياه في تناقص وتردّ في معظم بقاع العالم وذلك بسبب تعدّد الأنشطة الصنّاعيّة والنمو السكاني؛ لذا أصبحت معالجة المياه مسألة بالغة الأهميّة في الوقت الحاضر من أجل المحافظة على الثروة المائيّة وحماية البيئة. تتميز مياه الصّرف الصّحي ومياه المصانع بوجود كميات عاليّة من الملوّثات العضويّة والمعدنيّة، والتي تؤثر على الحياة المائيّة والنّظام الإيكولوجي العام. ومن بين هذه

الملوثات نجد الأصباغ والمعادن الثقيلة. تُستعمل الأصباغ على نطاق واسع من قبل العديد من الصناعات لتلوين منتجاتها وخاصة في مجال صناعة النسيج وصناعات أخرى مثل: صناعات المطاط ومستحضرات التجميل والورق والجلود، والصناعات الصيدلانية والغذائية. ويقدر إنتاج الأصباغ بأكثر من 7×10^5 طن سنويا في جميع أنحاء العالم^{1,2}. وتشير التقديرات إلى أن نسبة قيمتها من 12 إلى 14 % من الأصباغ المستعملة في مجال النسيج تُصب في مجاري مياه الصرف الصحي، وهذا يؤدي إلى اضطراب في الحياة المائية والنظام البيئي^{3,4,5,6}. إن وجود كميات ولو قليلة من الأصباغ في الماء تؤثر على نوعيته فهي تقلل من نفاذية الضوء في الماء التي تسبب في تثبيط عملية التمثيل الضوئي للنباتات المائية. معظم الأصباغ مستقرة وغير قابلة للتحلل الحيوي، لذا تتراكم في الكائنات الحية عبر السلسلة الغذائية. تراكم بعضها يكون خطيرا على الإنسان والحيوان، يسبب أضرارا متنوعة كالحساسية والالتهاب وتبيح الجلد والإصابة الدائمة للعيون وصعوبة التنفس والاختلال في وظائف الكلى والدماغ والجهاز العصبي والغثيان، وتلف الكبد، والالتهابات المعدية والقيء، والإصابة بأنواع من السرطانات. مما سبق يتبين أن هناك حاجة ماسة إلى معالجة النفايات السائلة التي تحوي مثل هذه الأنواع المختلفة من المواد الملوثة السامة قبل صبها في مجاري مياه الصرف الصحي^{7,8,9,10,11,12}.

تُزال الأصباغ المختلفة من المياه الملوثة بعدة تقنيات: كيميائية وفيزيائية وبيولوجية. ومن التقنيات الفيزيائية والكيميائية نذكر: الترسيب الكيميائي والترسيب الكهروكيميائي والتبادل الأيوني والفصل بالأغشية والأكسدة الكيميائية والحفز الضوئي والتخثر الكيميائي والامتزاز^{13,14,15,16}. يُعد الامتزاز من بين التقنيات الواعدة والأكثر استخداما على نطاق واسع لإزالة الأصباغ والمعادن الثقيلة من المياه الملوثة بسبب مزاياه الكثيرة، كالاستخدام السهل وعدم توليد أو استعمال مواد ملوثة كما هو الحال في حالة بعض التقنيات الكيميائية. وتتميز المواد المازة من المصادر النباتية والحيوانية بتجديدها وإمكانية إعادة استخدامها، لذا تكون طرائق إزالة بعض الملوثات بعملية الامتزاز ناجعة من النواحي الاقتصادية والاجتماعية والبيئية مقارنة بالتقنيات التقليدية الأخرى. يُعتبر الفحم المنشط من المواد المازة المستخدمة على نطاق واسع في عملية إزالة الأصباغ والمعادن الثقيلة في العالم، ولكن صعوبة إعادة استخدامه وعدم التحكم في إنتاجه خصوصا في البلدان النامية غير المصنعة تؤدي إلى ارتفاع تكلفة استعماله. نظرا لما تقدم اهتمت العديد من المخابر في العالم بالبحث عن مواد مازة من مصادر نباتية كبداية فعالة ذات خصائص مطلوبة، كوفرتهما في الطبيعة وانخفاض تكلفة تحضيرها وارتفاع سعة امتزازها للأنواع المختلفة من الملوثات بالإضافة إلى إمكانية تعديل وتنشيط مواقع الارتباط على سطح المادة المازة بمحاليل قاعدية أو حمضية لتحسين سعتها الامتزازية^{11,17,18,19,20}. تُعتبر نوى التمر من المنتجات الزراعية الثانوية، تتواجد بوفرة كبقايا ومخلفات زراعية في الجزائر. فوفقا لبيان وكالة الأنباء الجزائرية الصادر يوم 31 10 2017 تُعد الجزائر واحدة من أكبر منتجي التمر في العالم، تحتل المرتبة الرابعة عالميا، تجاوزت قدرة إنتاجها السنوي لعام 2017 المليون طن. وبالنظر إلى أن وزن نوى التمر

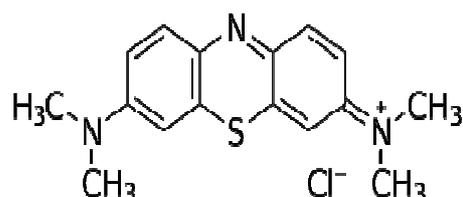
يمثل نسبة تتراوح من 7 إلى 30% من وزن التمر فإنه تنتج كمية معتبرة من المخلفات سنويا، لا يستفاد منها في أغلب الأحيان ويتم التخلص منها كنفائيات. إنَّ التَّخلص من هذه المخلفات كنفائيات منزلية أو صناعية خسارة اقتصادية كبيرة نظرا لإمكانية تجميعها في العديد من المجالات. يمكن استخدام نوى التمر كعلف للحيوانات أو إدماجها مع مواد أخرى لتحضير الأعلاف، كما يمكن استعمالها كإضافات في الصناعات الصيدلانية والغذائية نظرا لامتلاكها للعديد من المركبات الفعالة حيويًا كالسكريات المتعددة والليبيدات والفينولات ومضادات الأكسدة. كما أن احتواءها على نسبة من الألياف بقيمة أعلى من القمح تجعلها مناسبة لإعداد بعض الأغذية. وتستخلص من نوى التمر زيوت لها خواص فريدة تجعلها مميزة عن باقي الزيوت النباتية الأخرى، فهي تحمي خلايا الجلد من الأشعة فوق بنفسجية، كما تعتبر مكونات مستخلص الماء والكحول من نوى التمر مواد مضادة للجراثيم تعمل على تثبيط نمو البكتيريا مثل المضادات الحيوية^{21,24,23,22}.

مما تقدم يتبين أن المساهمة في موضوع تجميع نوى التمر كمخلفات زراعية أو صناعية أو منزلية أصبح أمرا ضروريا وأولوية للباحثين على المستويين الوطني والعالمي. لذا كان الهدف من العمل الحالي تقويم قدرة إزالة صبغ كاتيونى، هو: أزرق الميثيلين، كملوث من محلول مائي بواسطة عملية الامتزاز على نوى أحد أنواع التمر المحلية: الغرس. تناول البحث مسألتين من الموضوع: الأولى خاصة بعملية تحضير المادة المازة من نوى التمر الخام ومعالجتها كيميائياً بمحلول من هيدروكسيد الصوديوم لدراسة تأثير طريقة المعالجة على كفاءة إزالة الملوث، الثانية: دراسة حركة الامتزاز للكشف عن النموذج الذي يمثل العملية وتقدر منه قيم ثوابت الحركة وقدرة إزالة المادة المازة للملوث في الظروف المختلفة.

2. المواد وطرائق العمل:

1.2. تحضير المواد المازة: لتحضير المواد المازة من نوى التمر، جُمعت نوى تمر الغرس من منطقة بسكرة. وإزالة بقايا لحمة التمر والشوائب الملتصقة على سطحها غُسلت بماء الحنفية، ثم جففت في الهواء الطلق تحت أشعة الشمس. سُحقت النوى ميكانيكياً بطاحونة القمح ومُرر المسحوق عبر غربيل للحصول على حبيبات ذات أحجام تتراوح أبعادها في المجال 315 - 500 مايكرومتر. حضرنا نوعين من المواد المازة، النوع الأول: مسحوق نوى التمر الخام غير المعالج كيميائياً، والنوع الثاني: المسحوق المعالج كيميائياً بمحلول هيدروكسيد الصوديوم. لتحضير النوع الأول تغسل كمية من المسحوق بالماء المقطر من أجل إزالة المواد العضوية القابلة للذوبان، ثم يفصل المسحوق باستعمال ورق الترشيح من نوع: Wattman N° 4، ويجفف في فرن كهربائي عند 80 درجة مئوية لمدة 24 ساعة. يُحضر النوع الثاني من المواد المازة بمزج كمية من المسحوق بمحلول مائي من هيدروكسيد الصوديوم 0.1 مولاري (بنسبة كتلة/حجم) تساوي حوالي 10 غ/200 ملل، يخلط المزيج لمدة 4 ساعات، ويفصل المسحوق باستعمال ورق الترشيح من نوع: Wattman N° 4، ثم يغسل جيداً بالماء المقطر للتخلص من مادة هيدروكسيد الصوديوم المستعملة، ثم يجفف عند 80 درجة مئوية لمدة 24 ساعة في الفرن الكهربائي.

2.2. **المواد الكيميائية:** استخدم أزرق الميثيلين (كلوريد الميثيلثيونينيوم) كصبغ ملوث في هذه الدراسة نقاوته: 98.5٪، صيغته الجزيئية $C_{16}H_{18}N_3SCl$ ، وزنه الجزيئي 319.85 غ مول⁻¹. يُظهر الشكل 1 البنية الكيميائية لأزرق الميثيلين. حضرنا محلولاً أولياً من أزرق الميثيلين مذاباً في الماء تركيزه 1000 مغ ل⁻¹، أما المحاليل المستعملة في تجارب الامتزاز فحُضرت بتمديد المحلول الأولي بالماء المقطر. كما استعملت محاليل مائية من حمض الهيدروكلوريك HCl وهيدروكسيد الصوديوم NaOH تراكيزها 0.1 مولاري لتعديل قيم رقم الهيدروجين في مزائج التجارب.



الشكل 1. البنية الكيميائية لأزرق الميثيلين.

3.2 **خصائص المواد المازة:** للكشف عن التغيرات التي تحدث في بنية سطح المواد المازة والتي يكون لها دور أساسي في فعالية امتزاز مختلف المواد، استعمل مجهر إلكتروني ماسح من نوع: MEB FEG JEOL 6700F، وذلك تحت جهد يبلغ 1.0 كيلو فولط و تكبير x350 وعلى مسافة 14.9 و 15.3 ملم. يسمح المجهر بدراسة بنيتي سطحي النوعين المحضرين من المواد المازة. واستخدم مطياف الأشعة تحت الحمراء من نوع: SHIMADZU FTIR-8400 في المجال 4000-500 سم⁻¹ لمعرفة الوظائف الكيميائية المتواجدة على سطحي النوعين المحضرين من المواد المازة.

4.2. **تجارب الامتزاز:** أجريت تجارب الامتزاز في إناء خلط مغلق وبطريقة غير مستمرة. نمزج كتلا من عينات أحد نوعي مواد الامتزاز قيمتها 0.25 غ و 50 مل من محلول أزرق الميثيلين تركيزه محدد كما سنوضحه لاحقاً، يُحضر من تمديد المحلول الأولي بالماء المقطر. تُتَبَّت درجة حرارة المزيج عند 25 درجة مئوية ونخلطه بسرعة دوران قيمتها 50 دورة في الدقيقة. تضبط قيمة الرقم الهيدروجيني للمزيج عند 5.6 بإضافة محلول مائي من حمض الهيدروكلوريك HCl أو هيدروكسيد الصّ وديوم NaOH تراكيزهما 0.1 مولاري.

لدراسة حركة الامتزاز بلغ تركيز أزرق الميثيلين في المزيج قيمة 500 مغ ل⁻¹، وكانت مدة التجربة الواحدة 6 ساعات. وأجريت تجارب ايزوثرمات الامتزاز عند تراكيز من محلول أزرق الميثيلين متغيرة من 50 إلى 500 مغ ل⁻¹، كانت مدة التجربة الواحدة 24 ساعة، وهي المدة الكافية لبلوغ حالة التوازن. تقاس قيم تراكيز أزرق الميثيلين في المحاليل ومزائج التجارب عند أزمنة مختلفة من تقدير الامتصاصية بمقياس الطيف الضوئي المرئي عند طول موجة مساو $\lambda = 660$ نانومتر وبعد الاستعانة بمنحنى معياري يمثل تغير الامتصاصية بدلالة تراكيز محاليل معيارية من أزرق الميثيلين. تحسب تراكيز أزرق الميثيلين عند التوازن (q_e) من العلاقة التالية:

$$(1) \quad q_e = \frac{(C_0 - C_e)}{m} \times V$$

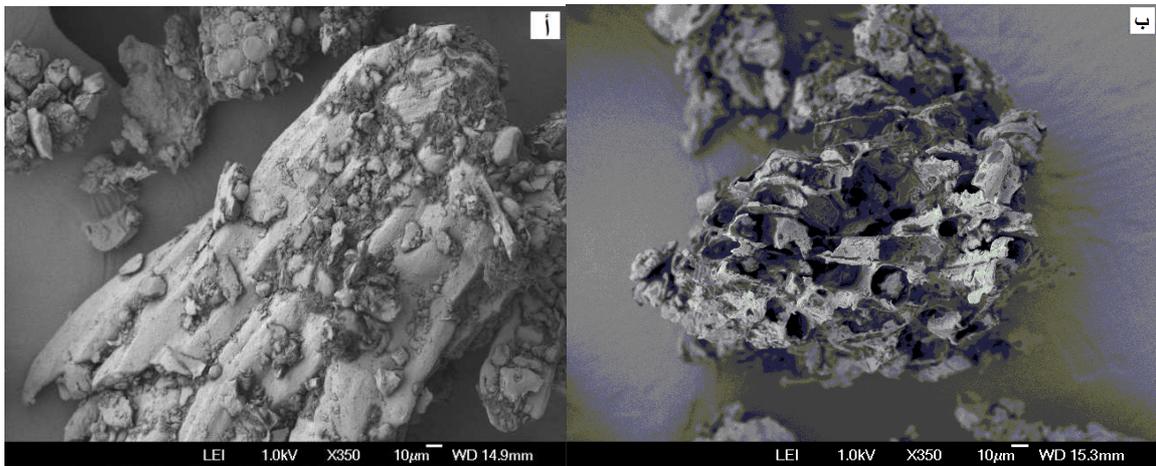
حيث :

q_e سعة الامتزاز (مغ غ⁻¹)، C_0 التركيز الابتدائي أي في بداية التجربة للمادة الممتزة في المزيج (مغ ل⁻¹) C_e التركيز عند التوازن للمادة الممتزة في المزيج (مغ ل⁻¹)، V الحجم الكلي لمحلول (مل) و m كتلة عينة إحدى المواد المازة (غ).

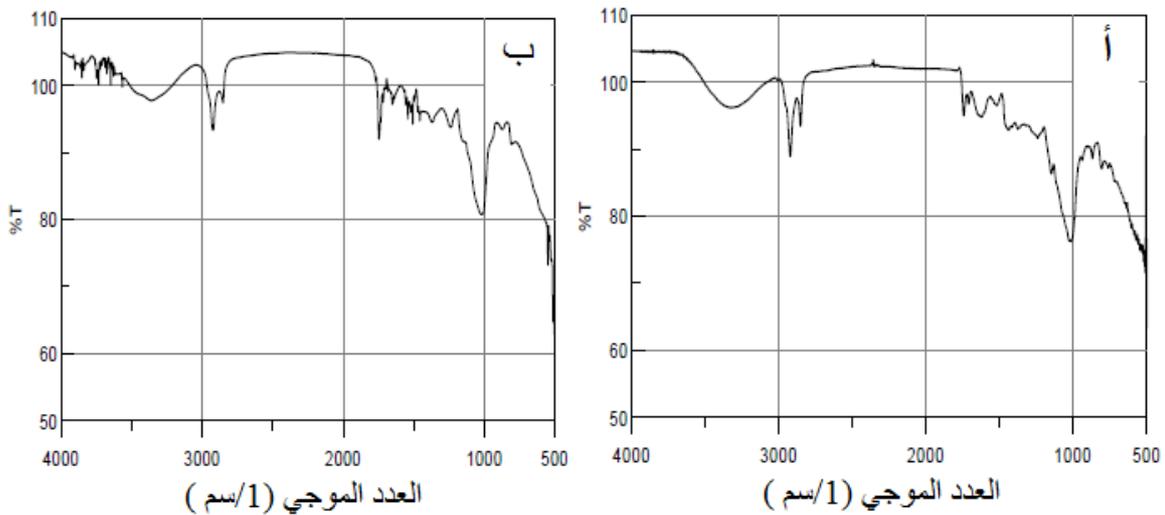
3. النتائج والمناقشة:

1.3. بنى السطوح بالمجهر إلكتروني المسح والتحليل الطيفي بالأشعة تحت الحمراء للمواد المازة: يُظهر الشكل 2 فرق في بنيتي سطحي العينتين. سطح عينة من مسحوق نوى التمر المعالج كيميائياً بمحلول هيدروكسيد الصوديوم خشن، مكوّن من فجوات وقنوات، مقارنة مع سطح عينة التمر الخام. يكون هذا الاختلاف عاملاً من عوامل زيادة كفاءة عملية الامتزاز لكثير من المركبات الكيميائية والأيونات كون المسامات والتشققات وخشونة السطح تزيد من مساحة السطح بالنسبة لواحدة كتلة المادة المازة والتي بدورها تزيد من سعة امتزازها.

يكشف طيف الأشعة تحت الحمراء في الشكل 3 وجود عُصَبَات امتصاص في المجال 3000-3600 سم⁻¹، وهي موافقة لاهتزاز تمدد مجموعة الهيدروكسيل (OH) في الوظائف الحمضية والكحولية والفينولات، وموافقة لمجموعة (NH) الأمينية. وتوجد عصابة عند 2925.8 سم⁻¹ خاصة باهتزاز استطالة الرابطة (C-H) الأليفاتية، أما بالنسبة لعصابة الامتصاص عند 1747.4 سم⁻¹ فهي تدل على وجود مجموعات الكربونيل (C=O) في الأحماض الكربوكسيلية والكيونات أو الالدهيدات، مع ملاحظة زيادة شدة هذه العصابة في عينة المادة المازة المعالجة بهيدروكسيد الصوديوم وهو ما يدل على زيادة تركيزها في هذه العينة. كما توجد عصابات ما بين 1050 و 1400 سم⁻¹ التي يمكن أن تعزى إلى الرابطة (C-O) في المجموعات الوظيفية الحمضية والكحولية والإثيرات والأسترات.

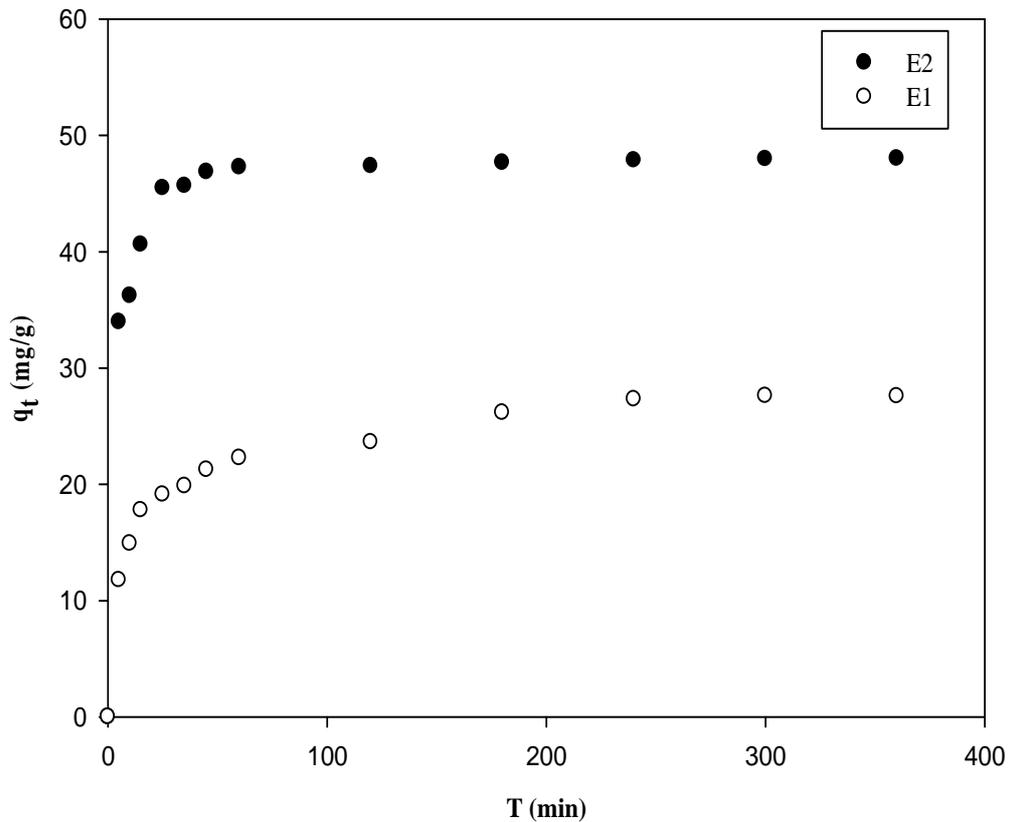


الشكل 2. صورتان لعينتي المادة المازة بالمجهر الإلكتروني المسح: النوى الخام (أ) النوى المعالج كيميائياً (ب)



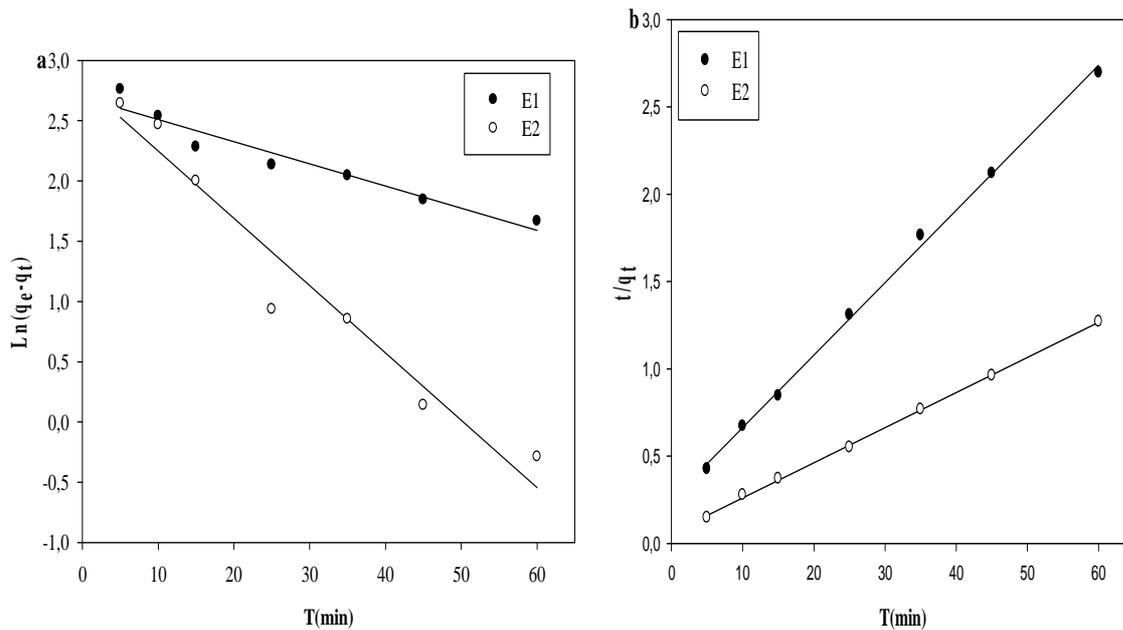
الشكل 3. طيفا الأشعة تحت الحمراء لعينتي المادة المازة: النوى الخام (أ) النوى المعالج كيميائيا (ب)

2.3 دراسة حركة الامتزاز: من الواضح كما هو مبين في الشكل 4 أن كمية أزرق الميثيلين الممتزة باستخدام المادتين الممتزتين تزداد بتعاقب الزمن. يمكن ملاحظة ثلاث مراحل مميزة لعملية الامتزاز في الحالتين؛ في المرحلة الأولى كانت سرعة امتزاز أزرق الميثيلين كبيرة خلال 15 دقيقة الأولى، في المرحلة الثانية تبدأ سرعة الامتزاز في التباطؤ، أما في المرحلة الثالثة فتكون السرعة بطيئة جدا ونسجل الوصول إلى حالة التوازن بعد حوالي 90 دقيقة من بداية عملية الامتزاز. ومن منحنى حركة الامتزاز في الشكل 4 يلاحظ أن معالجة مسحوق نوى التمر بمحلول هيدروكسيد الصوديوم أدت إلى تحسين قدرة الامتزاز فنتج عنها إزالة كمية كبيرة من أزرق الميثيلين في 15 دقيقة الأولى، مقارنة مع المادة المازة غير المعالجة. يمكن تعليل ما سبق بزيادة مساحة السطح في واحدة الكتلة وبالتالي زيادة مواقع الشحنة السالبة على سطح المادة المازة، مما يزيد من درجة الجذب الإلكتروني بين كاتيونات أزرق الميثيلين (BM^+) ومواقع الشحنات الناقصة المتواجدة على سطح المادة المازة.



الشكل 4. منحنيًا حركة امتزاز أزرق الميثيلين على عيني المادة المازة: مسحوق النوى الخام (E1) ومسحوق النوى المعالج كيميائيا (E2)

يلخص الجدول 1 قيم ثوابت حركة الامتزاز عند تطبيق نموذجي الحركة التالين: الامتزاز الشبيه بالرتبة الأولى والامتزاز الشبيه بالرتبة الثانية. تُظهر النتائج أن نموذج شبه الرتبة الثانية كان الأفضل والأقرب لتمثيل حركة إزالة صبغ أزرق الميثيلين بواسطة مسحوق نوى التمر الخام (E1) و مسحوق نوى التمر المعالج كيميائيا (E2) مقارنةً بنموذج شبه الرتبة الأولى (الشكل 5) ، حيث أن قيمتي معاملات الارتباط R^2 كانت أكبر من 0.99، ويلاحظ أيضًا أن قيم سعة الامتزاز ($q_{e, cal}$) المحسوبة نظريًا باستعمال نموذج شبه الرتبة الثانية كانت أقرب إلى القيم التجريبية ($q_{e, exp}$). مما سبق يتضح أن حركة امتزاز أزرق الميثيلين على المواد المازة الخام من نوى التمر (E1) ونفس المواد المازة بعد المعالجة الكيميائية (E2) تحقق النموذج الشبيه بحركة الرتبة الثانية .



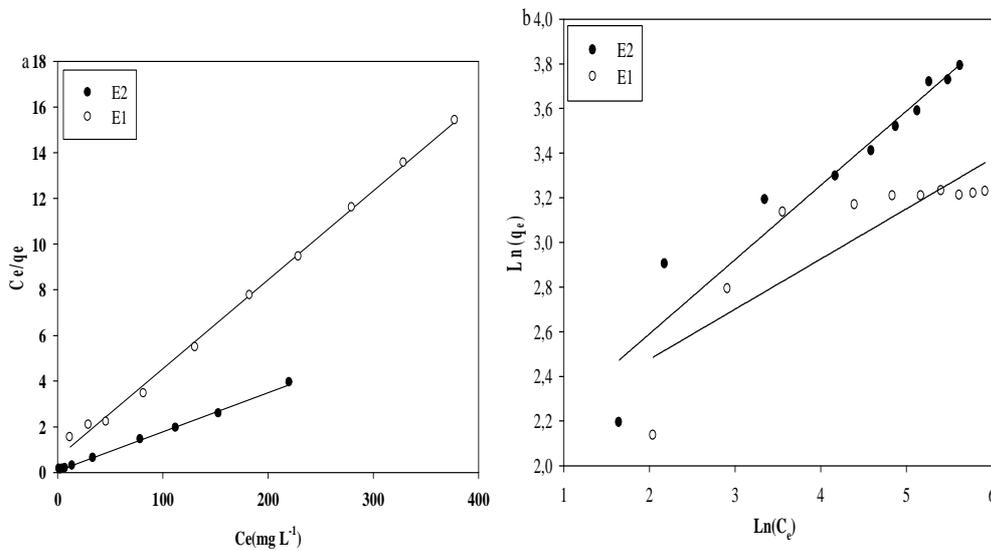
الشكل 5. منحنيات التمثيل الخطي لمتغيرات حركة الامتزاز، حسب النموذجين: الشبيه بالرتبة الأولى (a) والشبيه بالرتبة الثانية (b)

الجدول 1. قيم ثوابت حركة الامتزاز حسب النموذجين: الشبيه بالرتبة الأولى والشبيه بالرتبة الثانية

| المادة | المازة: | النموذج الشبيه بالرتبة الأولى | | | | | النموذج الشبيه بالرتبة الثانية | | |
|-------------------|---------|-------------------------------|-------------|-------------|----------|-------|--------------------------------|----------|-------|
| | | C_0 | $q_{e,exp}$ | $q_{e,cal}$ | k_1 | R^2 | $q_{e,cal}$ | k_2 | R^2 |
| مسحوق النوى | | (مغ/ل) | (مغ/غ) | (مغ/غ) | (مغ/غ د) | | (مغ/غ) | (مغ/غ د) | |
| الخام | | 500 | 27.56 | 14.79 | 0.018 | 0.930 | 24.09 | 0.0069 | 0.997 |
| المعالج كيميائياً | | 500 | 48.00 | 16.55 | 0.055 | 0.951 | 49.75 | 0.0067 | 0.999 |

3.3 دراسة ايزوثرمات الامتزاز: من أجل تحديد آلية امتزاز الملوّث الممثل بصبغ أزرق الميثيلين على مادتي الامتزاز (مسحوق نوى التمر الخام ونفس المادة بعد المعالجة الكيميائية) ومعرفة ايزوثرم الذي يمثل بشكل أفضل امتزاز الملوّث اختبرنا مدى تحقيق نتائج منحنيات حركة مدتها 24 ساعة كما تقدم، عند تراكيز ابتدائية مختلفة، على نموذجين رياضيين هما: نموذج لانغمير (Langmuir) ونموذج فرندلش (Freundlich). يوضح الشكل 6 منحنيات التمثيل الخطي لمتغيرات حركة امتزاز أزرق الميثيلين على المواد المازة الخام من مسحوق نوى التمر ونفس المواد المازة بعد المعالجة الكيميائية حسب نموذجي لانغمير وفرندلش. حسب النتائج المبينة في الجدول 2 بلغت سعة الامتزاز الأعظمية (q_{max}) لكل من مادتي الامتزاز بواحدات مغ غ⁻¹: 25.83 في حالة المواد المازة الخام من مسحوق نوى التمر و46.72 في حالة المواد المازة

بعد المعالجة الكيميائية. يكشف ما سبق مدى تأثير المعالجة الكيميائية بهيدروكسيد الصوديوم والتي أدت إلى تحسين قدرة الامتزاز بعد تعديل مواقع الامتزاز الوظيفية الموجودة على سطح مسحوق نوى التمر الخام. ويتضح أيضا قابلية تطبيق نموذج لانغمير بشكل أفضل من نموذج فرنديلش. إن موافقة ظاهرة الامتزاز في هذه الدراسة لنموذج لانغمير يعبر عن حدوث الامتزاز على مواقع متجانسة، مما يشير إلى امتزاز أحادي الطبقة لأزرق الميثيلين على المواد المازة الخام من مسحوق نوى التمر (E1) ونفس المواد المازة بعد المعالجة الكيميائية (E2)، ومن ناحية أخرى قيم ثابت لانغمير R_L محصورة بين 0 و 1 دليل على قابلية مختلف المواد المازة المحضرة من نوى التمر للامتزاز أزرق الميثيلين.



الشكل 6. منحنيات التمثيل الخطي لمتغيرات حركة الامتزاز لكل من نموذج لانغمير (a) ونموذج فرنديلش (b)

الجدول 2. قيم ثوابت حركة امتزاز أزرق الميثيلين حسب تمثيل نموذجي: لانغمير وفرنديلش

| المادة المازة:مسحوق النوى | لانغمير Langmuir | | | | فراندلش Freundlich | | |
|---------------------------------|---------------------|---------------|-------|-------|--------------------|-------|-------|
| | q_{max} (مغ/غ) | b (مغ/ل) | R_L | R^2 | K_F (غ/ل) | n | R^2 |
| E1 الخام | 25.83 | 0.112 | 0.017 | 0.99 | 7.589 | 4.450 | 0.72 |
| E2 المعالج كيميائيا | 46.72 | 0.030 | 0.062 | 0.97 | 6.856 | 3.006 | 0.91 |

4. **الختامة:** أوضحت هذه الدراسة إمكانية إزالة ملوث عضوي كاتيوني (أزرق الميثيلين) بطريقة امتزازه على مواد مخلفات زراعية محلية متوفرة على نطاق واسع في الجزائر وهي نوى التمر. إن الكشف عن بني أسطح المواد المازة بالمجهر الإلكتروني الماسح والتحليل الكيميائي بمطيافية الأشعة تحت الحمراء يظهر امتلاك المواد المازة لبنية سطح ووظائف كيميائية تجعلها مهيئة للارتباط بمادة الصبغ المراد إزالتها. أظهر مسحوق التمر المعالج كيميائياً بمحلول هيدروكسيد الصوديوم كفاءة امتزاز معتبرة لأزرق الميثيلين مقارنة مع الممتاز الخام، حيث تغيرت سعة الامتزاز الأعظمية (q_{max}) بواحدات مغ غ⁻¹ من 25.83 إلى 46.72. وبينت نتائج دراسة حركة الامتزاز، لكل من المادتين المحضرتين وهما: مسحوق نوى التمر الخام والمعالج كيميائياً بمحلول هيدروكسيد الصوديوم، إزالة سريعة وبكمية كبيرة خلال الدقائق الـ 15 الأولى وأن حركة امتزاز أزرق الميثيلين تحقق نموذج شبه الرتبة الثانية. أما منحنيات ايزوثرم الامتزاز فهي تحقق نموذج لانغمير مما يدل على إمكانية كون نوع الامتزاز: أحادي الطبقة.

المراجع

- [1] Kumar S. S., Balasubramanian P., Swaminathan G., Degradation potential of free and immobilized cells of white rot fungus *Phanerochaete chrysosporium* on synthetic dyes, *Int. J. Chem.Tech. Res.*, 5, 565–571 (2013).
- [2] Ghaedi M., Hajati S., Barazesh B., Karimi F., Ghezlbash G., *Saccharomyces cerevisiae* for the biosorption of basic dyes from binary component systems and the high order derivative spectrophotometric method for simultaneous analysis of Brilliant green and Methylene blue, *J. Ind. Eng. Chem.*, 19, 227–233 (2013).
- [3] Aksu Z., Application of biosorption for the removal of organic pollutants: a review, *Process Biochem*, 40 (3-4), 997–1026 (2005).
- [4] Robinson T., McMullan G., Marchant R. and Nigam P., Remediation of dyes in textile effluent: a critical review on current treatment technologies with a proposed alternative, *Bioresour. Technol.*, 77(3), 247–255 (2001).
- [5] Kumar K.V., Ramamurthi V. and Sivanesan S., Modeling the mechanism involved during the sorption of methylene blue onto fly ash, *J. Colloid Interf. Sci.*, 284(1), 14–21 (2005).
- [6] Oliveira L.S., Franca A.S., Alves T.M. and Rocha S.D.F., Evaluation of untreated coffee husks as potential biosorbents for treatment of dye contaminated waters, *J. Hazard Mater.*, 155(3), 507–512 (2008).
- [7] Chitnis K.S., Extraction, Characterization and Application as Natural Dyes of extracts from *Terminalia catapa* leaf and seed pericarp, *Res. J. Chem. Environ.*, 17(9), 94-99 (2013).
- [8] Ghosh D. and Bhattacharyya K.G., Adsorption of methylene blue on kaolinite, *Appl. Clay Sci.*, 20(6), 295–300 (2002).
- [9] Rafatullah M., Sulaiman O., Hashim R. and Ahmad A., Adsorption of methylene blue low-cost adsorbents: A review, *J. Hazard Mater.*, 177(1-3), 70–80 (2010).
- [10] Volesky B., Weber J. and Park J.M., Continuous-flow metal biosorption in a regenerable *Sargassum* column, *Water Res.*, 37(2), 297–306 (2003).
- [11] Yan J., Lan G., Qiu H., Chen C., Liu Y., Du G., Zhang J., Adsorption of heavy metals and methylene blue from aqueous solution with citric acid modified peach stone, *Sep Sci Technol.*, 53 (11), 1678–1688 (2018).
- [12] Saygili H., Saygili G A., Güzel F., Surface modification of black tea waste using bleaching technique for enhanced biosorption of Methylene blue in aqueous environment, *Sep Sci Technol.*, 53 (18), 2882–2895 (2018).
- [13] Fan L., Zhou Y., Yang W., Chen G. and Yang F., Electrochemical degradation of aqueous solution of Amaranth azo dye on ACF under potentiostatic model, *Dyes Pigm.*, 76(2), 440–446 (2008).

- [14] Garcia-Montano J., Perez-Estrada L., Oller I., Maldonado M.I., Torrades F. and Peral J., Pilot plant scale reactive dyes degradation by solar photo-Fenton and biological processes, *J. Photochem. Photobiol., A*, 195(2), 205–214 (2008).
- [15] Sleiman M., Vildoza D.L., Ferronato C. and Chovelon J.M., Photocatalytic degradation of azo dye Metanil Yellow: optimization and kinetic modeling using a chemometric approach, *Appl. Catal., B*, 77(1), 1–11 (2007).
- [16] Wu J.S., Liu C.H., Chu K.H. and Suen S.Y., Removal of cationic dye methyl violet 2B from water by cation exchange membranes, *J. Membr. Sci.*, 309(1), 239–245 (2008).
- [17] El Mouzdahir Y., Elmchaouri A., Mahboub R., Gil A. and Korili S.A., Equilibrium modeling for the adsorption of methylene blue from aqueous solutions on activated clay minerals, *Desal.*, 250(1), 335–338 (2010).
- [18] Tanyildizi M.S., Modeling of adsorption isotherm and kinetics of reactive dye from aqueous solution by peanut hull, *Chem. Eng. J.*, 168(3), 1234–1240 (2011).
- [19] Guechi E. K., Hamdaoui O., Sorption of malachite green from aqueous solution by potato peel: Kinetics and equilibrium modeling using non-linear analysis method, *Arab. J. Chem.*, 9, 416–424 (2016).
- [20] Vijayaraghavan K., Yun Y S. Bacterial biosorbents and biosorption, *Biotech Adv.*, 26, 266–291(2008).
- [21] Bouanani, S., Zeggag M., Aouadi S., Valorisation des noyaux de dattes (*Phoenix dactylifera*) variété Degla Baïda par fractionnement des polysaccharides. *Revue des régions arides* (1), 40–45 (2007).
- [22] Hossain, M. Z., M. I. Waly., V. Singh, V. Sequeira & M. S. Rahman., Chemical Composition of Date–Pits and Its Potential for Developing Value–Added Product – a Review. *Pol J Food Nutr Sci.*, 64 (4), 215–226 (2014).
- [23] Khali, M., Z. Boussena & L. Boutekrabt., Effet de l’incorporation de noyaux de dattes sur les caractéristiques technologiques et fonctionnelles de la farine de blé tendre. *Revue: Nature & Technologie. B-Sciences Agronomiques et Biologiques* (12), 16–26 (2015).
- [24] Ghnimi, S., Umer, S., Karim, A & Kamal-Eldin, A., Date fruit (*Phoenix dactylifera* L.): An underutilized food seeking industrial valorization. *NFS J* (6) 1–10 (2017).

Adsorptive removal of methylene blue using date seeds powder treated with sodium hydroxide solution

Gherbia Abdelali^{1,2*}, Yeddou Ahmed Réda^{1,3}, Chergui Abdelmalek^{1,4}, Selatnia Ammar^{1,4}, & Nadjemi Boubekeur^{1,3}

¹Laboratoire d'Etude et de Développement des Techniques de Traitement et d'Épuration des Eaux et de Gestion Environnementale LEDTEGE, Ecole Normale Supérieure, Cheikh Mohamed El Bachir El Ibrahim, Vieux Kouba, BP 92. 16308. Algiers, Algeria.

²Département des Sciences Techniques, Faculté de Technologie, Université de Laghouat, Algeria.

³Département de chimie, Ecole Normale Supérieure, Cheikh Mohamed El Bachir El Ibrahim, Vieux Kouba, BP 92. 16308. Algiers, Algeria.

⁴Ecole Nationale Polytechnique, Département Génie de l'Environnement, 10 Avenue Hassen Badi, BP 182. El Harrach, Algiers, Algeria.

*Corresponding author E-mail: abdelali98111@yahoo.fr

Abstract: The present study is concerned with the use of local agricultural residues as adsorbents for the removal of organic pollutants from aqueous solutions. Two types of adsorbent were prepared, the first type: raw date seeds powder, and the second type: chemically treated date seeds powder with 0.1 M sodium hydroxide solution. The scanning electron microscopy showed that the surface of the chemically treated sample was rougher, composed of more voids and channels, than the surface of the raw sample. The results of the infrared spectroscopy showed a number of absorption bands characteristic of a several organic functional groups. The results of adsorption kinetics indicated that the adsorption process on both adsorbents was rapidly and in large quantities during the first 15 minutes. Methylene blue adsorption followed Langmuir isotherm model, which indicates the possibility of monolayer adsorption. The maximum adsorption capacities (q_{max}) were 25.83 and 46.72 mg g⁻¹ for raw and chemically treated adsorbent, respectively. The sodium hydroxide treatment enhanced the adsorption sites located on the surface of the raw date seeds powder. The study showed the possibility of using date seeds powder as adsorbent to remove organic pollutants from wastewater.

Keywords: Date seeds, adsorption, isotherm, dyes.

دراسة إبستمولوجية لفاهيم تأسيس الميكانيك الكلاسيكي وميكانيك الكم

لاج رابح*

تاريخ القبول 20 جوان 2019

تاريخ الإرسال 10 أفريل 2019

الملخص: يعتبر الاهتمام بالفيزياء واحدا من أكثر التطورات الاجتماعية الفريدة في عصرنا. يا ترى ما سر الاهتمام بالفيزياء، بصيغها الغامضة، ومصطلحاتها الفنية الغريبة، الذي يجعل جمهورا عريضا ينجذب إليها؟ نظن أن الإجابة عن السؤال تكمن في ما نعتقد في قدرتها الهائلة على تفسير الظواهر المختلفة. فمنذ أن تأمل الإنسان العالم من حوله تبين له وجود التغير، فالعالم ممتلئ بالنشاط فهناك حركة الشمس، وهبوب الرياح، وتحليق الطيور وجريان الجداول المائية إلى آخره.... وهذه التغيرات تتحكم فيها نواميس تربط مسببات التغير، ألا وهي نواميس (قوانين) الفيزياء. حيث أن الفيزياء علم يبحث في عالم الحركة والتحرك وخواص تتعلق بعالم المادة، كما أنها تعتبر هي الأداة الأولى للتطور الفكري والتطور الصناعي منذ بداية الخلق. بناء على ما سبق من أهمية، ارتأينا أن نقدم جزءا هامًا جدًا من فروعها العديدة، وهذا بأسلوب فكري بسيط يفهم من طرف جميع المهتمين بهذه العلوم ومن كل التخصصات. حيث سنقتصر في هذا العمل، على دراسة علم الميكانيك سواء كان ما يدعى بالميكانيك الكلاسيكي أو ميكانيك الكم. وسوف نتطرق الى المبادئ والقوانين الأساسية في بناء الميكانيك الكلاسيكي والتحليلي وكذا المبادئ الأساسية في بناء ميكانيك الكم، حيث ندرس مواطن الاختلاف والتوافق بينهما بدراسة إبستمولوجية (Epistemological studies).

Epistemological Study of the basic Concept of the classical mechanics and of the quantum mechanics

Abstract :The interest of Physics' Science is one of the most social developments of this century. What is the secret of the interest in physics, in its mysterious form, and its exotic artistic terminology, which makes a wide audience attracted to it? We believe that the answers of these previous questions are its tremendous ability to interpret the various phenomena. Since human being contemplated, the world around him shows many changes,

*المدرسة العليا للأساتذة، القبة، الجزائر.

he noticed that the world is full of activity. There are the movement of the sun, the wind, the flight of birds and the flow of water and so on. Physics is a science, which study the motion in world and properties related to the world's mater. Physics science is also a science of intellectual and industrial development since the beginning of creation. Based on the above, we present in this work a very important part of physics branches, in a simple intellectual way that be understood by all the interested in this science from all disciplines. Where we will discuss mechanics' subject, whether the so-called classical mechanics, or quantum mechanics. We will address the basic principles and laws of classical and analytical mechanics as well as the basic principles and concepts of quantum mechanics, where we study epistemologically the differences and compatibility between them.

الجزء الأول

مفهوم وتعريف الفيزياء عامة، وتعريف الميكانيك الكلاسيكي والتحليلي:

- مفهوم الفيزياء وتعريفاتها (Concept of physics and its definitions): تعرّف الفيزياء بعدة تعريفات، منها: هي العلم الذي يدرس المادة وكلّ ما يتعلّق بها من تكوين وتركيب وحركة. كما أنّها تعرّف على أنّها هي: علم القياس، وتعرّف على أنّها علم الموجودات (المحسوسات) الماديّة، (ليس الموجودات أو الكائنات التي بها روح الذي يدعى علمها بعلم البيولوجيا). ومن وجهة نظرنا تنقسم الدّراسة الفيزيائيّة الى عدّة أقسام أهمّها:

دراسة تتعلّق بمكوّنات المادة من جزيئات، وذرات، ومكوّناتهما، ذلك من حيث استقرارها (أي المادة) وطاقت ربط مكوّناتها من جزيئات وذرات. وهذا ما يسمّى بميكانيك الكمّ والذي تنبثق منه الفيزياء الذريّة والنوويّة وفيزياء الدقائق (الجسيمات). ودراسة لا تخوض في مكونات المادة، وأنّها تهتمّ بحركاتها، ومسبّبات حركاتها من قوى خارجيّة وطاقات، وهذا ما يسمّى بالميكانيك الكلاسيكي والميكانيك التحليلي. ودراسة تقنيّة وتكنولوجيّة (فيزياء تطبيقية)، تهتمّ بقياسات خواصّ المادة عموماً، ومن ثمّة تصنيع مركبات تهتمّ التطور الصنّاعي.

الدّراسات والأبحاث الفيزيائيّة ما هي إلا دراسة وبحث في النّواميس أو القوانين التي أوجدت في المادة والتي تبقيها في توازنات وتناظر على مستوى الكون. هذه النّواميس لا يمكن بأيّ حال من الأحوال أن يتحكّم أو يغيّر فيها الإنسان (الباحث أو العالم)، أي "حتميّة"، وإنّما يلاحظها ويكتشف مسبّباتها وعلاقتها بمكوّنات محيط وجودها، وذلك بواسطة تجارب، (أحياناً تكون تجارب فكريّة) وملاحظات ثمّ يبحث عن ربط المسبّبات والغايات في قالب قوانين أو بكلمة أخرى (نواميس). هذه القوانين موجودة في الأصل، قبل اكتشافاتها. وكما سلف قوله هي نواميس مخلوقة أو موحاة من الله للمادّة وتتحكّم في حركة واتزان المادّة، اكتشفها الباحث أو العالم ثم صاغها في علاقات رياضيّة، وهذا كلّ ما يستطيع فعله. وهذا ما يسمّى بالفيزياء الأساسيّة أو النّظرية. أمّا الفيزياء التّطبيقية، والتي تطوّرت في هذا العصر بسرعة مذهلة، فما هي إلاّ استغلال واستعمال للنّواميس الموجودة أصلاً في المادّة، وذلك لغرض صناعة وإبداع أداة أو جهاز يفيد تطوّر ورقي الإنسان. وحتّى نقرب المفهوم نقدم المثال التّالي:

الباحرة مثلاً، ما هي إلا ابتكار وتصنيع في إطار النّواميس الفيزيائيّة لمادة الباخرة، من كثافة وخواص أخرى. وكذلك نواميس وخواص الماء من حيث اللزوجة ودافعة أرخميدس الى آخره وباستغلال كلّ من نواميس مادّة الباخرة، ونواميس الماء الذي يتمّ التّحرك فيه، اخترعت الباخرة. اذن تقنيّة الباخرة ماهي إلا اختراع وتصنيع، لا يمكنه أن يخرج عن النّواميس الموجودة في المادّة، وهذه الصّناعة والتّقنيّة لا تغيّر أو تضيف أي شيء للنّواميس الإلهيّة الموحاه للمادّة.

كذلك ما نسمع عنه في هذا العصر بما يسمى بتقنية النانو والتي هي ابتكار لآلات دقيقة جداً استشعارية تستغل فيها النواميس المتعلقة بالمادة (سواء كانت مادة صلبة بكل أنواعها أو غازية أو سائلة)، ومن هذه النواميس: نواميس مغناطيسية وضوئية وكهربائية...إلى آخره.

يجب ملاحظة أنه كما ذكرنا فإن الفيزياء التطبيقية عرفت في عصرنا هذا ثورة ابداع وابتكار وتصنيع هامة، وبخطى سريعة جداً. الشيء الذي لم تعرفه الفيزياء النظرية، حيث منذ بداية القرن العشرين عهد (أينشتاين وبور والآخرين) لم يعرف أي تطوّر أو ثورة في عالم الفيزياء النظرية.

ملاحظة: ميكانيك الكم والنسبية يدعيان بما يسمى الفيزياء الحديثة.

الجزء الثاني

الميكانيك الكلاسيكي

1. **تعريف الميكانيك الكلاسيكي:** (Classical physics' definition): الميكانيك الكلاسيكي هو أحد أهم موضوعي الميكانيك، أي الميكانيك الكلاسيكي والميكانيك التحليلي، وهو مجموعة النواميس (القوانين) الفيزيائية التي تصف أو تبحث في حركة الأجسام وتحريكها. وهذه القوانين تشتقّ من بعضها بالترتيب أي القانون الأول هو القانون الأساسي ومنه اشتقّ القانون الثاني، ومن القانون الثاني اشتقّ القانون الثالث. أمّا القانون الرابع فهو قانون خاصّ بجذب الأرض للأجسام الأخرى والموجودة في ما يدعى مجال جاذبيتها. وتدعى هذه القوانين بقوانين نيوتن الأساسية الأربعة. والتي يكون فيها البحث في تحديد القوى المؤثرة على الجملة الفيزيائية هو الأساس. سنتعرض لها بدقة في ما بعد. أنّ دراسة حركة الأجسام هي من أقدم الدراسات، وبالتالي تجعل الميكانيك الكلاسيكي من أقدم وأوسع مواضيع العلم. وبما أنّه علم قديم فطبعا ساهم فيه العرب المسلمون منذ القرون الوسطى كباقي الحضارات الأخرى وكانوا يدعون به بعلم الحيل يصف الميكانيك الكلاسيكي حركة الأجسام المايكروسكوبية (العينية)، أي التي تظهر بالعين المجردة، وذلك اعتباراً من الحبيبات التي تظهر مع أشعة الشمس الى الأجسام الفضائية كالصواريخ والأقمار الصناعية وهكذا إلى الكواكب والنجوم وحتى المجرات. الميكانيك الكلاسيكي يتوقّع نتائج دقيقة جداً، وذلك كلّ ما كان مجال الدراسة يخصّ الأجسام الكبيرة ذات السرعة التي لا تقترب من سرعة الضوء. (لأنّ الأجسام الدقيقة جداً هو مجال نواميس ميكانيك الكم، وعندما تكون سرعة الأجسام كبيرة جداً يستوجب استعمال نواميس النسبية الخاصة). أنّ بداية مرحلة تطوّر الميكانيك الكلاسيكي في صيغته الحالية والتي غالباً ما تنسب للفيزيائي البريطاني اسحاق نيوتن كانت في أوائل القرن السابع عشر، وهذا التطور المدعّم بمفاهيم فيزيائية مع استعمال صيغ رياضية اكتشفت من طرف اسحاق نيوتن نفسه. اكتشاف وليس خلق. بمعنى اخر هي قوانين موحاة للمادة تمّ اكتشافها فقط.

كما هو معلوم عند الفيزيائيين، أنّ الميكانيك الكلاسيكي خاضع للمبادئ الفلسفية التالية، بالإضافة للمبدأ الأساسي ألا وهو مبدأ العطالة:

- مبدأ السببية الغائية
- مبدأ الحتمية
- مبدأ الاستمرارية
- مبدأ الفضاء ثلاثي الأبعاد، والزمن المستقل عنه
- مبدأ حفظ الطاقة

2. دراسة القوانين الأساسية الأربعة للميكانيك الكلاسيكي، قوانين نيوتن Newton's

.Laws

ملاحظة هامة: في الحقيقة يطلق على قوانين نيوتن ب (القوانين نيوتن الثلاثة للحركة)، نحن هنا ذكرنا أربعة قوانين معتبرين قانون الجذب العام قانونا رابعا لنيوتن. تعتبر هذه القوانين هي القوانين الأساسية، التي تنبثق منها كل المعادلات الواصفة للحركة وللتحريك وكل ما يتعلق بهما في الميكانيك الكلاسيكي.

1.2. قانون العطالة أو القصور الذاتي Inertia law or Newton's first Law: ينص على أن الجسم

المادي يظهر مقاومة لأي تغيير في حركته. أي إذا لم تؤثر أي قوة خارجية على الجسم المادي، فإنه إذا كان ساكنا يبقى ساكنا، وإذا كان متحركا، بحيث هذا يبقى محافظا على حركة مستقيمة منتظمة.

فمثلا هل يمكن لعامل أن يعتقد أن جسما ماديا تحت المواصفات السابقة، "عاطل"؟ وليكن ساكن مثلا يمكنه أن يبدي حركة من تلقاء نفسه!!!. هذا القانون الطبيعي الهام صاغه نيوتن بصورة رياضية حيث استطاع أن يمثل العطالة في ثبوت كتلة الجسم m وثبوت متجه سرعته \vec{v} وصاغه بالمعادلة التالية:

$$\vec{p} = m\vec{v}$$

2.2. قانون التحريك: (القانون الثاني) Newton's second Law : أو ما يعرف بالقانون الثاني وهو

قانون مشتق أو مستنتج من قانون العطالة الأساسي، حيث ينص على أنه إذا أبدى الجسم المادي تغييرا ما من حالته الحركية، فهذا ليس منه لأنه "عاطل" فإن هذا راجع لمجموعة تأثيرات خارجية أي مجموعة قوى خارجية محصلتها غير معدومة، هي التي تسبب تغير في حالته الحركية. وهذا يتقبله العقل لأن الجسم المادي المعزول أو شبه المعزول أو القريب من المعزول، لا يمكن أن يغير من حالته الحركية من تلقائه أي بحد ذاته. فتغير حالته الحركية ناتج عن تأثيرات خارجية (محصلة غير معدومة لمجموع من القوى الخارجية).

وهكذا استطاع اسحاق نيوتن صياغة ما ذكر أنفا في شكل قانون كما يلي: (JP. Pérez (1961)

$$\sum \vec{F}_i = \frac{d\vec{p}}{dt} = \frac{d(m\vec{v})}{dt}$$

في حالة ثبوت الكتلة المتحركة m مع الزمن، أي حركة الجسم المادي لا يرافقها تغير في كتلته، تأخذ العلاقة السابقة الصورة الموالية: يعني هذا القانون والذي هو مستنبط من القانون الثاني، على أنه بما أن سبب تغير حالة حركة الجسم غير العاطل ناتج عن تأثير خارجي أي محصلة غير معدومة لقوى خارجية، هذه القوى منبثقة بالطبع من جسم أو أجسام أخرى، وبالتالي فهو كذلك (أي الجسم) يؤثر بدوره على الجسم أو الأجسام المؤثر عليه، بنفس مقدار التأثير. يدعى هذا التبادل في التأثير بين المؤثر والمؤثر عليه، بقوتي: الفعل ورد الفعل. بالطبع هذه التأثيرات المتبادلة هي مجموعة قوى متبادلة.

وكما رأينا أعلاه أن التأثير الخارجي ما هو إلا قوة خارجية. ومنه استطاع أن يعبر اسحاق نيوتن عن هذا القانون رياضياً كما يلي:

$$\sum \vec{F}_i = \frac{d(\vec{p})}{dt} = \frac{d(m\vec{v})}{dt} = m \frac{d(\vec{v})}{dt} = m\vec{a}$$

2. 3

3.2 قانون الفعل ورد الفعل: أو القانون الثالث Newton's third Law

$$\vec{F}_{ij} = -\vec{F}_{ji}$$

يعبر الدليلان j, i عن الجسمين المتبادلين التأثير الجسم i والجسم j . بمعنى \vec{F}_{ij} هو ترميز لتأثير الجسم i على الجسم j (الفعل) و \vec{F}_{ji} هو ترميز لتأثير الجسم j على الجسم i (رد الفعل). والفعل ورد الفعل هما قوتان حيث أنهما:

- متساويتان في الشدة:
- متعاكستان في الاتجاه:
- من نفس الصنف؛
- يؤثران على جسمين مختلفين.

ونظراً لصعوبة التعامل مع قوانين الحركة أعلاه لنيوتن وذلك لوجوب التعامل مع كميات شعاعية يصعب التعامل معها، وخاصة في حالة الجمل المكونة من عدة عناصر، جاء كل من العلماء لقرانج هاملتون ودالمبير وغيرهم بأفكار مبنية على طاقات وأعمال الجمل حتى تعالج حركات الجمل بسهولة كبيرة نظراً لأن مقدار الطاقة مقدار سلمي ليس كحالة القوى حيث هو مقدار شعاعي.

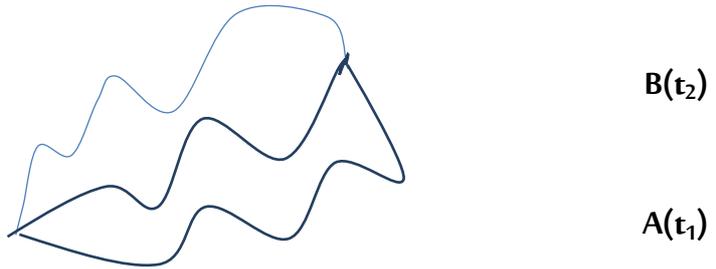
ل ميكانيك Lagrange: بنيت فكرة نيوتن في دراسة حركات جملة فيزيائية على أساس مبدأ السببية الغائية، حيث الجسم المادي يسلك مساراً $S[path]$ حتمياً يعتمد على الكميات الفيزيائية التي تصف الحركة وتعيّن مسارها، والتي يرمز له ب q_k ، q_k ، وأن مسلكه هذا أو مساره حقق المعادلة " الفعل

الأدنى". (L. Landau et Lifchitz (1969).

$$S[path] = \int_{t_1}^{t_2} L(q_k, \dot{q}_k, t) dt \Rightarrow \delta S = \delta \int_{t_1}^{t_2} L(q_k, \dot{q}_k, t) dt = 0$$

we get the equation $\frac{d}{dt} \left(\frac{\partial L}{\partial \dot{q}_k} \right) - \frac{\partial L}{\partial q_k} = 0$ where $L = T - V$ called the Action

و بالتالي وباستخدام العلاقة أعلاه يمكن الحصول على معادلات تفاضلية من الدرجة الثانية تصف حركات جملة ما.



ملاحظة: الكميتان، q_k ، \dot{q}_k يمكن قياسهما بدقة وفي آن واحد ولذلك يمكن تحديد مسار حركة الجسم المادي، هذا يستحيل في ميكانيك الكم الغير حتمي كما سنرى لاحقا.

بد ميكانيك Hamilton: جاء هاملتون بمعادلات الحركة لجملة فيزيائية اعتمادا تابعه H الذي يمثل الطاقة الميكانيكية للجملة اعتمادا تحويلة لوجندر لتابع لغرانج L كما يلي: $H = \dot{q}p - L(q, \dot{q}, t)$ ، حيث تحصل على معادلات تفاضلية من الدرجة الأولى لوصف حركة الجملة: (حيث يمثل p الدفع الخطي).

L. Landau et Lifchitz (1969)

$$q_i = \frac{\partial H}{\partial p_i} \quad \text{and} \quad p_i = \frac{\partial H}{\partial q_i}$$

$$q_i = \frac{\partial H}{\partial p_i} \quad \text{and} \quad p_i = \frac{\partial H}{\partial q_i}$$

بما أنه قام علماء آخرون بمجهودات أخرى للتعبير عن وصف الحركة، ارتأينا أن نقتصر على ما سبق ذكره.

الجزء الثالث

ميكانيك الكم

ظهر ميكانيك الكم في أواخر القرن التاسع عشر وبداية القرن العشرين، وهذا عندما تطورت التجارب حتى بلغت تجرى على المستوى الذري، عنها بيّت هذه التجارب أنّ تصرف الدقائق على هذا المستوى لا يمكن للفلسفة المبني عليها الميكانيك الكلاسيكي أنّ يفسّر نتائجها، نذكر منها على سبيل المثال " تجارب استقرار الذرة، وتجربة إشعاع الجسم الأسود"، حيث لوحظ أنّ الدقائق من سلم الذرة تبدي تصرفا عند حركاتها أحيانا وكأنها جسيمات، كما هو الحال في الميكانيك الكلاسيكي، وأحيانا تبدي تصرفا عند حركاتها وكأنها أمواج، مما يؤدي الى عدم استمرارية في طاقتها، وظهور مفهوم تكميم الطاقة.

و مما سبق نقر بأن ميكانيك الكم هو وصف لحركات الدقائق التي من رتبة أو سلم الذرة ومكوناته. ونتيجة لما ذكرناه ظهرت عدّة أفكار تطوّرت بعد ذلك إلى مدارس فكرية، تحاول إعطاء تفسيرات يمكنها أن تتماشى مع نتائج التجربة.

و من المدارس المعتمدة الآن، مدرستان، إحداهما مدرسة جماعة كوبنهاغن للفيزيائيين (بور) و(هيزنبرغ) للعلم هذه المدرسة هي التي تتبع في تدريس ميكانيك الكم في كلّ جامعات العالم، هذه المدرسة مبنية على أساس يناقض تمامًا مبدأ الحتمية ومبدأ السببية الغائية المبني عليها الميكانيك الكلاسيكي. ومدرسة أخرى تدعى مدرسة عدّة العوالم المتعددة، لصاحبها إفيريت هوغ، والتي تتبنى مبدأ الحتمية، ومبدأ السببية الغائية.

نذكر أنّ الاختلاف بين المدرستين ليس النتائج وإنما تفسير النتائج التجريبية.

أمدسة جماعة كوبنهاغن (مدرسة غير حتمية الاحتمالية):

جاءت نظرة مدرسة كوبنهاغن لإعطاء تفسير لحركات الدقائق الميكروسكوبية، وبنيت هذه المدرسة على مبدئين أساسيين ومفهوم رياضي.

- الاكتمال، ل"بور".

- مبدأ عدم قدرة القياس ل هيزنبرغ.

- مفهوم كثافة احتمال التابع الموجيل ماكس بورن، (Davidov, A.S. (1965).

• معنى مبدأ الاكتمال هو أنّ الدقائق في السلم الذري لهما صفتان، أو يمكن أنّ تظهر بإحداهما، ألا وهما الصفة الجسيمية أو الصفة الموجية، ولكن لا يمكنها أنّ تظهر بهما في آن واحد، مع أنّ الصفتين هما عريضتان للدقيقة وليستا جوهرًا، بحيث كلّ منهما يكمل الآخر، (Beller, M. (1992).

يقول (بور) عميد مدرسة كوبنهاغن حول الموضوع مايلي:

"Which asserts that a particle: is whatever it is measured is to be; a wave or a particle but that it cannot be assumed to have specific properties, or even to exist, until it is measured.

By other word, the concepts wave and corpuscle of the object are not an intrinsic aspect, but are only appearances", Bohr, N. (1933–1957).

يعبر عن هذا المبدأ رياضيا بالعلاقتين المواليتين اللتين تحملان الصفة الموجية والصفة الجسيمية معا.

- العلاقة الأولى تدعى العلاقة الأولى بعلاقة ديبراي $\lambda = \frac{h}{|\vec{p}|}$ نلاحظ أنّ العلاقة تحمل مقدارا موجيا

المعبر عنه ب: λ ، والذي يدعى طول الموجة، ومقدار جسيمي معبر عنه ب: \vec{p} ، الذي يدعى الدفع الخطي $\vec{p} = m\vec{v}$.

- أما العلاقة الثانية وهي بمثابة علاقة التحريك في الميكانيك الكلاسيكي فهي معادلة شرودينجر هي كذلك تحمل مقدار عطالي يمثل التجسيم ألا وهو m وتابع موجي يمثل الصفة الجسيمية، وهي معالة تفاضلية حلها يعطي لنا حلها كل القيم التي نريد معرفتها على الدقيقة، من طاقة، ودفع خطي والسبين ... للدقيقة، التي تكتب كما يلي:

$$\hat{H}\psi = i\hbar \frac{\partial \psi}{\partial t} ; i\hbar \frac{\partial}{\partial t}; \text{ is called energy operator}$$

$$\hat{H} = \hat{E}_c + \hat{V} = \frac{p^2}{2m} + \hat{V}$$

• أما مبدأ عدم التحديد لهيزنبرغ فهو يشمل علاقتين، علاقة عدم قدرة التحديد بين موضع وسرعة (أو الدفع الخطي) في نفس الوقت للدقيقة، وعلاقة عدم التحديد بين طاقة وزمن في نفس الوقت الدقيقة.

$$\Delta x \cdot \Delta p_x \approx \hbar$$

$$\Delta t \cdot \Delta E \approx \hbar$$

تعني العلاقتان أعلاه أنّ توجد مقادير فيزيائية مرتبطة في ما بينها، بحيث عند قياس أحد المقدارين يتأثر المقدار الثاني، ممّا يبيّن أنّ عمليات القياس أو الملاحظة لمقادير فيزيائية مختلفة، ليست دوما مستقلة عن الجملة الفيزيائية المدروسة. أي أنّ حركات الدقائق في الوصف الكمي حسب نظرية جماعة كوبنهاغن غير حتمية كما هو الحال في الميكانيك الكلاسيكي وتقاس المقادير أو الكميات الفيزيائية حسب جماعة كوبنهاغن قياسا احتماليا. معنى العلاقة الأولى أنّه كلما حاولنا التدقيق في موضع الدقيقة أي كلما حاولنا حصرها $(\Delta x \rightarrow 0)$ كلما فقدنا الدقة في قياس سرعتها أو دفعها الخطي، $(\Delta p \rightarrow \infty)$ والعكس صحيح، نفس الشيء بين طاقة الدقيقة والزمن المقابل لها، (Heisenberg, W. (1955)).

يقول (هيزنبرغ) في هذا الموضوع ما يلي: يمكن للإنسان في يوم ما أن يصنع جهازا يمكنه من نقل الأشياء عبر المجرات، لكنه لا يمكنه قياس موضع والدفع الخطي للدقيقة في نفس الوقت.

Human beings may someday build a device capable of transporting objects across the galaxy, but no one will ever be able to measure both the momentum and the position of an object at the same time, (Heisenberg, W. (1955)).

• أما المبدأ الثالث والذي يعين كثافة احتمال تواجد الدقيقة لبورن ماكس هو: بما أنه لا يمكن تعيين موضع الدقيقة بدقة كاملة، نظرا لما جاء في مبدأ عدم التحديد، ونظرا أن الدقيقة لها مفهوم موجي يحقق شروطا فيزيائية تتماشى والصفة الجسيمية للدقيقة، حيث أنه تابع موجي عقدي ومستمر ومتقارب، فإن الكثافة الاحتمالية لتواجد الدقيقة ضمن صفتها الموحية المعبر عنها بالتابع:

$$|\psi(\vec{r}, t)|^2 = \psi^*(x, t) \psi(x, t) \quad (\text{Born, M. (1954)})$$

بـ مدرسة عدة عوالم (مدرسة حتمية)

إن فكرة عدة عوالم في تفسير ميكانيك الكم لصاحبها "هوق إفريست"، تأسست مدرسة العوالم المتعددة من طرف إفريست سنة 1957

، فكرتها مبنية على مبدأ الحتمية، وتعتبر ثاني مدرسة تفسيرية اعتبارا بعد مدرسة كوبنهاغن الاحتمالية. حيث أنها "عدة عوالم" مؤيدة من قبل أغلبية علماء الفيزياء المعاصرين، منهم "ستيفن هاوكينغ"، "ريتشارد فايمان"، و"موراي جال-مان" الخ.....

يعتقد هوق إفريست أنه كلما كانت إمكانية قابلة للتطبيق (الوجود)، ينقسم العالم الى عدة عوالم متشابكة (Entangled states) ومتوازنة وذلك حسب الإمكانية المتاحة، بحيث يحتوي كل عالم على إمكانية ملاحظة واحد، من طرف ملاحظ واحد، (Everett H. (1957))، وهذه العوالم تكون متوازنة في ما بينها، لا يمكن أن يكون أي نقل للمعلومة بين هذه العوالم، تدعى كذلك العوالم بالأكوان.

لقد نشرنا مقالا حول هذه المدرسة، بحيث قمنا بنمذجة أصلية لطرح فكرة هذه المدرسة مزودة بتطبيق (R.Ladj(2017)).

و بالتالي يمكن كتابة التابع « $|\psi\rangle$ The Universal Wave Function» بدلالة العوالم الممكنة المنقسمة منه $|\varphi\rangle_n$ كما يلي:

$$|\psi\rangle = |\phi\rangle_1 \otimes |\phi\rangle_2 \dots \otimes |\phi\rangle_n$$

$$|\psi\rangle = \prod_{j=1}^{n \geq 2} |\phi\rangle_j \otimes |\phi\rangle_{j+1}, \quad j(\leq n)$$

$$j(\leq n) = \begin{cases} 1,3,\dots,(n-1); & \text{if 'n' Even} \\ 1,3,\dots,n; & \text{if 'n' Odd} \\ \text{'n' world's number} \\ |\phi\rangle_{j_{Max}+1} = |\phi\rangle_n \end{cases}$$

وبإجراء عملية القياس لكمية فيزيائية ما، وذلك باستعمال المؤثر المقابل لها في الكم في كل عالم من العوالم $|\phi\rangle_n$ ، نحصل على:

$$|\psi\rangle = \prod_{j \neq i} \sum_{i=1}^{n \geq 2} (\pm)^{i-1} \alpha_i \alpha_j |\phi\rangle_i \otimes |\phi\rangle_j$$

ملاحظة 1- توجد حوالي ست عشرة مدرسة تفسيرية لميكانيك الكم، حيث تنطلق كل هذه المدارس من معادلة شرودينجر وبالطبع تتحصل على نفس القيم المتطابقة مع القيم التطبيقات العملية، لكن تختلف فيما بينها في تفسيرات النتائج، منها من تعتمد مبدأ الحتمية، ومنها من تخرج عما هو مألوف وتعتمد مبدأ غير الحتمي.

ملاحظة 2- في ميكانيك الكم لدراسة جملة ما من الدقائق Particles' System، لا يمكن دراستها بدقة بدقيقة وهذا عندما تكون متفاعلة في ما بينها، كما هو الحال في الميكانيك الكلاسيكي، وإنما تدرس الجملة كلياً مع بعضها وهذا ما يجعل حل معادلة شرودينجر ليس لها حل صحيح وإنما تحل بإحدى الطرق التقريبية، الحل الوحيد الصحيح هو في حالة ذرة الهيدروجين ذات الإلكترون الوحيد.

الخلاصة: لقد قمنا بتقديم جزء هام من علوم الفيزياء، ألا وهو ميدان الميكانيك عموماً - ميكانيك كلاسيكي، وميكانيك كم- بدراسة ابستمولوجية، حيث بينا أن قوانين الفيزياء هي قوانين أونواميس موجودة في المادة والكون الفيزياء هي فقط علم يحاول فهم كيف تتصرف هذه المادة أي فهم النواميس التي موجودة فيها وموجودة في كونها، ومن ثمة محاولة صياغة قوانين رياضية تربط بين مسببات تصرفاتها. لقد بينا أن نماذج هذه القوانين الرياضية ليست نماذج نهائية أي قطعية بل هناك اختلاف في تفسيرها حتى بين مؤسسيها. وهذا لنبين أن عالم الفيزياء خاصة ما يسمى الفيزياء الحديثة، (ميكانيك الكم والنسبية)، يبقى مجالاً مفتوحاً على التجديد والإثراء من حقبة إلى أخرى.

المراجع:

- Beller, M. (1992), "The Birth of Bohr's Complementarity: The Context and the Dialogues", in *Studies in History and Philosophy of Science*, vol. 23, p. 147-180.
- Heisenberg, W. (1955), "The Development of the Interpretation of the Quantum Theory", in *Pauli W. Bohr N. and the Development of Physics*, vol. 35 London: Pergamum, p. 12-29.
- Bohr, N. (1933–1957). *The Philosophical Writings of Niels Bohr, Vol. 2, Essays, On Atomic Physics and Human Knowledge* (Woodbridge: Ox Bow, 1987), p. 4– 12.
- Born, M. (1954). "The Statistical Interpretation of Quantum Mechanics". Nobel Lecture.
- Davidov, A.S. (1965). "Quantum Mechanics" Pergamon Press Ltd, chapter 1. p. 16.
- Everett, H. (1957). "Relative state formulation of quantum mechanics", *Review of Modern Physics*, vol. 29, p. 254-462.
- Ladj, R. (2017), A Comparative Epistemological study between Copenhagen and Many World's Quantum Mechanics Interpretations, with a Simple Educational Application, *Lat. Am. J. Phys. Educ. Vol. 11, No. 4, Dec. 2017*.
- Landau Let Lifchitz (1969). *Mécanique*, Editions Mir, 1969.
- Perez J.P., *Mécanique Physique*. Masson, Cours de physique à l'usage de la licence, 1961

توظيف تاريخ العلوم في تدريس الرياضيات

أبوبكر خالد سعد الله*

تاريخ الإرسال: 05 مارس 2019

تاريخ القبول: 10 مارس 2019

ملخص: بدأ علماء الرياضيات يتفطنون منذ نحو نصف قرن إلى الصعوبة المتزايدة لدى التلاميذ العاديين في كلّ مراحل التعليم عبر العالم في استيعاب دروس الرياضيات. وتزايد هذا الانشغال بهذه المعضلة بُعيد انعقاد المؤتمر الدولي للاتحاد العالمي للرياضيات بمدينة كيوتو اليابانية عام 1990؛ وهو المؤتمر الذي يُنظّم مرّة كلّ أربع سنوات، ويتناول فيه الباحثون جميع جوانب الرياضيات، منها جانب تدريس الرياضيات وتاريخها.

وشينا فشيئا تفاقم هذا الوضع وصار هاجسا لدى فئة واسعة من هؤلاء العلماء. وتطوّر من جرّاء ذلك فرع من فروع الرياضيات يسمى "طرق تدريس الرياضيات" أو "تعليمية الرياضيات" في كثير من بلدان العالم المتقدّم وكذلك في عدد من بلدان العالم الثالث، وهذا للبحث عن أحسن السبل التي تحفز هؤلاء التلاميذ على استيعاب دروسهم في مادّة الرياضيات. ومن تلك المحفزات توظيف تاريخ الرياضيات بصفة خاصّة وتاريخ العلوم بصفة عامّة.

Abstract: For nearly half a century, mathematicians have been observing the increasing difficulty of students in all stages of education across the world in understanding mathematics lessons. This concern grew further after the Congress of the International Mathematical Union in Kyoto, Japan (1990), in which researchers discussed all aspects of mathematics, including the teaching and history of mathematics. Gradually, this situation has worsened, and has become a concern for a wide group of these scientists.

As a result, the branch of mathematics, called "Didactics" (or "Mathematics Education"), has been developed in many countries (North America, Europe, and Asia) as well as in some Third World countries. The objective is to look for the best ways to encourage students to take their math lessons.

* المدرسة العليا للأساتذة-القبّة، الجزائر، البريد الإلكتروني: sadallah@hotmail.com

One of these motivations is the using the history of mathematics in particular, and the history of sciences in general to reach this goal. The present article tries to highlight the importance of this factor.

الرياضيات اليوم: مرّت الرياضيات بمراحل عديدة عبر التاريخ. في بداية الأمر انشغل الإنسان بالتحكم في العمليات الحسابية البسيطة التي تساعد على التعامل اليومي بين الأفراد والمجتمع، واهتمّ كذلك ببعض المسائل الهندسية لتحديد الأطوال والمساحات، ثمّ الحجوم والمدد الزمنية. كان ذلك في بداية الحضارات الأولى (مثل البابليين، وقدماء المصريين والإغريق...)، ثمّ تطوّرت الرياضيات تطورا تدريجيا بطيئا عبر القرون، لكنّ سرعة هذا التطور أصبحت جنونية في مطلع القرن العشرين بعد أن ألقى عالم الرياضيات الألماني ديفيد هيلبرت Hilbert (1862-1943) محاضراته الشهيرة.

فبدلا من إلقاء محاضرة تقليدية، فضّل هيلبرت طرح عام 1900 أمام مائتين وخمسين عالم رياضيات مشاركا في المؤتمر الدولي الثاني للرياضيات، قائمة من المسائل المعقدة ضمت 23 مسألة رياضية كانت بمثابة مشروع القرن في تطوير الرياضيات. وذلك ما حدث فعلا إذ كانت مجموعة الأسئلة المطروحة برنامج عمل طويل المدى لا زال قائما إلى اليوم! للاطلاع على قائمة مسائل هيلبرت وعن تفاصيل ما توصل إليه الباحثون في حلّها، انظر الموقع: https://en.wikipedia.org/wiki/Hilbert%27s_problems (الموجود أيضا باللغة العربية).

كيف لا يعجب القارئ إذا ما علم أنّ البريطاني ذا الأصول العربية مايكل عطية Atiyah (1929-2019) قد توهم في خريف 2018 أنده أتى على أعقبي مسألة من تلك المسائل، وهي المعروفة باسم "فرضية ريمان Riemann Hypothesis". تمّت صياغة هذه الفرضية عام 1859 من قبل الرياضي الألماني (جورج ريمان) Georg Riemann (1826-1866). وتنص هذه القاعدة على أنّ جميع الأصفار غير التافهة للدالة "دزيتا" تقع على المستقيم الشاقولي في المستوي الذي فاصلته 0.5.

فقد أعلن عطية عن ذلك عبر وسائل الإعلام العالمية، وألقى محاضرة في منتدى بمدينة هايدلبرغ (ألمانيا) -يجمع دوريا اللامعين في الرياضيات والمعلوماتية يسمى منتدى هايدلبرغ للفائز " (Heidelberg-Laureate Forum) تتوّج هذا الإنجاز، لكنّه تبين في الأخير أنّ عمله لم يكن كافيا ولم يكن بالغ الأهمية كما أعلن عنه صاحبه إذ لم يقنع برهانه علماء الرياضيات لحدّ الساعة، بل يبدو أنّ عطية ذاته استخلص أنّه بالغ في تفاؤله مصرحًا أنّه أثبت على الأقل بأنّ الإنسان يمكنه حتى في هذا العمر (79 سنة) الإسهام في مجال البحث الرياضي. وهذا على الرّغم من أنّ الأستاذ مايكل عطية قد نال أرقى جوائز الرياضيات العالمية، ومنها أبرز وسامين في هذا العلم، وهما ميدالية فيدلز Fields عام 1966 (بخصوص التعريف بهذا الوسام والمتوجين به، انظر الموقع

بهذه الجائزة وبالحاصلين عليها، انظر موقعها الترويجي (https://en.wikipedia.org/wiki/Fields_Medal) وجائزة آبل Abel عام 2004 (بخصوص التعريف <http://www.abelprisen.no/>)!!

انشغل الرياضيون، كبيرهم وصغيرهم، بحلّ مسائل هيلبرت فأدّى البحث إلى ظهور فروع رياضية جديدة وإلى تشعب اختصاصاتها حتى أصبح كبار علماء الرياضيات أنفسهم لا يلمون اليوم إلا بجزء ضئيل من المبرهنات التي تمّ ويتمّ البرهان عليها.

واقترء بمبادرة هيلبرت اقترحت مجموعة من الرياضيين سنة 1990 خلال انعقاد الجمعية العامة للاتحاد الدولي للرياضيات باليابان أن تكون سنة 2000 -وهي الذكرى المئوية لمحاضرة هيلبرت الشهيرة- السنة الدولية للرياضيات. وتبّى الاتحاد الدولي هذه الفكرة خلال اجتماعه المنعقد في السادس مايو 1992 في (ريو دي جانيرو) البرازيلية، ونصّب لجنة تضم كبار الرياضيين العالميين أشرف عليها عالم الرياضيات الذائع الصيت (جاك لويس ليونس) Jacques-Louis.Lions (1927-2001) من أجل جعل سنة 2000 السنة الدولية للرياضيات... عسى أن تفتح هذه المبادرة الجديدة أفقا أمام الباحثين في اختصاص الرياضيات خلال القرن الحادي والعشرين.

وقد تقرّر أن تكون السنة الدولية تحت إشراف ورعاية الهيئات العلمية، حكومية أو غير حكومية، مثل اليونسكو وأكاديمية العالم الثالث للعلوم التي كان أنشأها بإيطاليا المرحوم عبد السلام (1926-1996) الحائز على جائزة نوبل في الفيزياء. وهكذا صدر في (ريو دي جانيرو) بيان جاء فيه التأكيد على أهمية دور الرياضيات في فهم العالم وتطوره، وحدّد البيان أهدافا ثلاثة لتظاهرات عام 2000، هي: إبراز مظاهر الرياضيات وتاريخها وتحدياتها وإسهامها في النمو على جميع الأصعدة.

وفي هذا السياق، نظّم الرياضياتيون الجزائريون عام 2000 في العاصمة، وبالتعاون بين المدرسة العليا للأساتذة-القبة وجامعة باب الزوار مؤتمرا كبيرا جمع لأول مرة مئات الباحثين الجزائريين المختصين في الرياضيات من داخل الوطن وخارجه. وقد قدّموا في ختامه مقترحات وجهمة للتهوض بهذا العلم في بلادنا. ومن تلك المقترحات إنشاء مركز وطني للبحث في الرياضيات على غرار المراكز المفتوحة في الدول المتقدمة.

المناهج الدراسية والتاريخ: وبطبيعة الحال فهذا الجوّ السائد وسط الباحثين في الرياضيات قد وضع مصممي المناهج الدراسية في موقف حرج: من كلّ هذا الحجم من المعلومات، ما هي تلك التي ينبغي أن نبلّغها إلى التلميذ ونجعله يستوعبها ويستفيد منها في مسيرته الدراسية والمهنية؟ وهنا احتار أهل الاختصاص. فمنهم من يرى أنه يستحسن أن نزود التلميذ بأدوات رياضية عملية تفيد في حياته اليومية. ومنهم من يريد التركيز بوجه خاص على تطبيقات الرياضيات حتى تلك التي تبدو كمفاهيم مجردة في ما يحيط بنا. وثمة فئة أخرى تميل إلى توظيف الألعاب، في حين نجد متشددين يعتبرون أنّ الرياضيات فكر وترويض للعقل وتهذيب لمنطق التلميذ واستدلالاته.

وفي هذا النقاش يعتبر بعض الخبراء أن المجتمع المعاصر يبالغ في الاهتمام باكتساب المعارف مهماً عموماً التأمّل في ذات المعرفة. وأحسن دليل على ذلك في نظرهم هو كيفية تصميمنا للمناهج الدراسية ولنظم التقييم المدرسي على جميع المستويات. وهم يتساءلون: كيف لا يحتقر الإنسان نفسه عندما يحسّ بصغر حجمه أمام ضخامة حجم المعارف؟ فقبل أن يسمح الإنسان لنفسه بإبداء أي رأي ينبغي عليه أن يتعلّم، وأن يتعلّم بدون انقطاع. متى سيتمكّن من التوقف عن حشو دماغه والانتقال إلى مرحلة التفكير قليلاً بنفسه؟

والحقيقة أنّ هناك خطأ يميّز اليوم "عصر العلم"، وهذا الخطأ هو الخلط بين المعرفة التقنية والمعرفة العلمية. وقد نتج عن ذلك زيغ جعل البعض يميلون إلى تقديس ما يعتقدونه علماً، وأدى بالبعض الآخر إلى عكس ذلك حيث صاروا يكتنون احتقاراً للمعرفة التي تبدو، في رأيهم، مبتذلة ولا تحمل بُعداً آخر سوى البعد المادّي.

وإذا كانت هناك تباينات كبيرة في آراء خبراء المناهج حول الميولات السابقة الذّكر فإنهم يجمعون بأنّ توظيف تاريخ الرياضيات عنصر أساسي في عملية التّعلّم مهما كان اتّجاهها. فبعد إسهام الحضارات القديمة (المصريّة، البابليّة، الهنديّة، الصّينيّة...)، ثمّ الحضارة الإغريقيّة، جاءت الحضارة العربيّة الإسلاميّة لتطوّر الرياضيات برصيد من المعارف تجمع فيه ما قبله مُنقّحاً ومزِيداً بمبتكرات جديدة.

وفي مطلع القرن الرّابع عشر الميلادي عرفت الرياضيات منطلقاً جديداً على أيدي الأوروبيين بفضل نهضتهم وخروجهم من عصر الظّلمات واعتمادهم على الرّصيد العالمي من المعارف العلمية.

يمكن أن نلخّص التّقدم الذي حصل منذ ذلك التّاريخ في السّطور التّالية علماً أن تفاصيله، وهي كفيّلة بأن تقدم نصوصاً رياضيّة تساعد المتعلّم اليوم على استيعاب الكثير من المفاهيم الرياضيّة (انظر المرجع 10):

- القرنان 14م و15م: درس الأوروبيون ما تركه الإغريق والهنود والعرب والمسلمون واهتمّوا بحلّ المعادلات الجبريّة من الدرّجتين الأولى والثّانية. كما عكفوا على فهم الأعداد والعمليات عليها (انظر المرجع 5).

- القرن 16م: اهتمّ الأوروبيون بالجبر وبحلّ المعادلات من الدرّجتين الثّالثة والرّابعة. ومن جهة أخرى ابتكروا الأعداد التّخيليّة التي صارت تسمّى في ما بعد الأعداد المركّبة (أو العقديّة). وفي نفس الوقت سجّل الغرب تقدماً في التّرميز الرّياضيّ (انظر المرجع 9).

- القرن 17م: ظهور اللوغاريتمات في أوروبا التي وضع أسسها قبل ذلك التّاريخ في كتاب "تحفة الأعداد لذوي الرّشد والسّداد" ابن حمزة المغربي (16م). وقد كان هذا الأخير يعلم الرياضيات في الحرم المكيّ. وخلال هذا القرن ظهرت الهندسة التّحليليّة في أوروبا (التي تربط الأشكال الهندسيّة بالجبر) والحساب اللامتناهي (المعروف باسم حساب التّفاضل والتّكامل). وواصل البعض دراسة الأعداد واهتمّ آخرون بالإحصاء والاحتمالات.

- القرن 18م: يعتبر هذا القرن العصر الذهبي للتحليل الرياضي ومفهوم الدالة. ومن ثمّ دُرست المنحنيات وظهر ما يعرف بحساب التغيرات. وتمّ خلال هذه الفترة حلّ بعض المعادلات التفاضلية. وإلى جانب هذه الأعمال نلاحظ اهتماما بحساب المثلثات الكروي وبالميكانيكا (انظر المرجع 7).

- القرن 19م: كانت هناك دراسة معمّقة للأعداد المركّبة وظهر مفهوم الزمرة والمصفوفة وابتكار الهندسة الإسقاطية والاهتمام بالهندسة غير الإقليدية (الهندسة الإقليدية هي الموجودة في الكتب المدرسية). ثمّ تمّ اكتشاف الجبر "البولياني" (الذي يعتمد عليه عمل الحاسوب اليوم) وظهرت نظرية المجموعات (انظر المرجع 6).

- القرن 20م: تمّ استعمال نظريتي الزمر والمجموعات بكثافة وعرفت الرياضيات تقدّما منقطع النظير في كلّ الاتجاهات واشتدّت كثافة معارفها وتزايد عدد علمائها. وممّا ساعد على هذا التطور المتسارع التقدّم المسجل في جميع القطاعات (الصناعة والتجارة والفلاحة والخدمات وعلم الحاسوب...).

- القرن 21م: تواصل تقدّم الرياضيات على قدم وساق فحتى بعض المسائل التي وضعت وأطلق عليها "مسائل القرن الحادي والعشرين" لم تعمّر طويلا وتمّ حلّها في العقد الأوّل من هذا القرن (انظر المرجع 4).

المناهج وتوظيف تاريخ العلوم: نلاحظ في هذه الوضعيات أن مصمم المناهج ليس المسؤول الوحيد عمّا يجري. فهو في كثير من الدّول يقع تحت عدّة ضغوط، منها أنّ التركيز مثلا على "المجرد" من المواضيع الرياضية لترسيخ عناصر المنهجية والمنطق الرياضي في ذهن التلميذ أمر مستحب بل حتمي. إلا أنّ التجريد ينقّر الطّفل ويجعل علاماته تتدنّى، وهو ما يضحّم عدد الرّاسيين في كلّ الأطوار التعليمية لا سيما في المرحلتين المتوسّطة والثانوية. وفي بعض الأحيان تبلغ نسبة الرّسوب حدّا لا يتقبّلها المجتمع وكبار المسؤولين في عديد البلدان (الجزائر وغيرها من بلدان المغرب العربي وفرنسا...) لأنّ ذلك يؤدّي إلى طرد عدد كبير من هؤلاء الرّاسيين ويزداد التّسرّب المدرسي فتمتلئ الشّوارع بالباحثين عن مناصب الشّغل.

ولذلك نجد في كلّ الدّول مساعي حثيثة للحدّ من نسبة الرّسوب بتوجيه مناهج الرياضيات إلى ما يشدّ انتباه التلميذ من عناصر الرياضيات والتّخفيض من نسبة التّجريد في تلك المناهج. وفي وقتنا هذا أصبح ما يشدّ انتباه المتعلّم هو الصّورة والآلة الحاسبة وما إليها ممّا لا يدع مجالاً للتركيز الفكري، وهو عكس ما تصبو إليه الرياضيات وأهلها.

هنا يمكن أن يوظّف تاريخ الرياضيات. دعنا نضرب مثلا بالأعداد: لقد انتقل مفهوم العدد من الأعداد الطّبيعية (1، 2، 3، 4، ...) المستعملة منذ خُلِق الإنسان، إلى مفهوم الأعداد الصحيحة (...-2، -1، 1، 2، ...) التي ظهرت قبل عدّة قرون، فالسمّوءل المغربي (1130م-1180م) مثلا أشار إلى الأعداد السّالبة خلال القرن 12م وأبرز قواعد العمليات الحسابية عليها. وكان الحديث عن عدد الصّفرف قد كثر فيه الجدل وبرز في وقت الخوارزمي (حوالي 781م-850م) عندما جاء بالجبر (انظر المرجع 1). أمّا الأعداد

الكسرية (مثل الثلث والسبع...) التي احتاجها الإنسان منذ غابر العصور فلم يضعها في إطارها الصحيح إلا منذ أقل من قرنين (انظر المرجع 10).

ثم تعثر وضع مفهوم العدد الحقيقي (مثل جذور الأعداد وطول محيط الدائرة...) ولم يتم تقنين إنشاء مجموعة الأعداد الحقيقية وتحديد العمليات عليها (مثل الجمع والضرب) إلا بعد أن خطى فرع الطبولوجيا مؤخرًا خطى عملاقة. والطبولوجيا فرع من فروع الرياضيات، واللفظ مأخوذة عن اليونانية، ومعناه "دراسة المكان". أما المقصود به كمصطلح رياضيّاتي فهو دراسة المجموعات وتزويدها ببنية تعرف مفهوم النهاية والجوار لكل نقطة من نقاط المجموعة.

ورغم الفترة الزمنية الممتدة من العهود القديمة إلى يومنا هذا نجد أنفسنا نلخص للتلميذ عمليات الجمع والطرح والضرب والقسمة للأعداد دون جعله يدرك كم كان ميلاد هذه الأعداد عسيرا وكم كان التحكم فيها بقوانين رياضية دقيقة أعسر. لا شك أن التلميذ إذا ما تفتن إلى كل أو جل العراقيل والعقبات التي مرّ بها إنشاء العدد الذي يجده في كل مكان اليوم سوف يساعده ذلك على استيعاب قواعده وخواصه.

لا يفوتنا أن نذكر بأن الأعداد وبعض المفاهيم الهندسية كانت تستعمل منذ القدم في قسمة المحاصيل الزراعية في المداشر والتعاملات التجارية بين الأفراد. وعندما ظهرت الكتابة تكثفت تلك الاستعمالات، وما نجده اليوم من آثار حول استعمال الرياضيات يعود إلى ما بعد ظهور الكتابة (حوالي 4 آلاف سنة قبل الميلاد).

ما من شك أن المفاهيم الرياضية الصعبة ظهرت في البداية من خلال أمثلة عملية بسيطة، ثم تطورت وتجرّدت تدريجيا عبر الزمن. وكمثال على ذلك يمكن النظر إلى تطوّر حساب المساحات والحجوم: فإذا كان الإنسان قد بدأ بحساب هذه القياسات عندما تعلّق الأمر بالمرّبعات والمستطيلات والمثلثات والمكعبات ومتوازيات المستطيلات فإننا نستطيع الآن بفضل حساب التفاضل والتكامل حساب مساحات وحجوم كل الأشكال الهندسية تقريبا مهما تعقدت معطياتها.

هذا التدرج الزمني في تعميق المفاهيم يمكن استغلاله. ذلك أن للرياضيات تاريخا لا يظهر للتلميذ عندما نلقنه مفهوما رياضيا ولا يخطر عموما على بال أوليائه. وفي غالب الأحيان، يعتقد الناس أن مواضيع الرياضيات جامدة ليس فيها ما يضاف أو يحذف في حين أن معظمها يتأثر بتطورها المستمر حتى إن كانت المبرهنات التي يتم إثباتها ستظل قائمة مدى الدهر.

ومن يهتم بالتاريخ سيدرك أن المفهوم "الكامل الأوصاف" الذي نتناوله اليوم قد وُلد وصُقل عدّة مرّات في أماكن متباعدة وفي أزمنة مختلفة، وإظهار هذا الجانب للتلميذ سيجعله يزداد اهتماما وإدراكا للعقبات التي واجهت أسلافه وتغلّبوا عنها. ولا شك أنه سيتصوّر في آخر المطاف أن تلك العقبات كانت ستواجهه أيضا لولا عمل القدامى.

وعندما تعرض بعض مفاهيم الرياضيات على التلميذ بهذا الأسلوب الذي يراعي الجانب التاريخي المتعلق بالمكان والزمان والأفكار البارزة فهو يتلقى من خلال ذلك درسا في الموضوع باستخدام مقاربة تسمى عند المختصين بـ"المقاربة الثقافية". تتطلب هذه المقاربة ممن يتبعها أن يكون مطلعاً على الجانبين التاريخي (المحطات البارزة التي مرّ بها المفهوم) والرياضي (مضمون المفهوم وتطبيقاته السابقة واللاحقة). من جهة أخرى، يستوجب عرض المفهوم وقتاً أطول من ذلك الذي نقضيه عند الاكتفاء بتقديمه في صيغته النهائية دون تناول الجانب التاريخي. هنا نقول إنّ الحلّ الوسطي هو الأمثل: نقدّم المفهوم مروراً بأبرز المحطات التاريخية مع تكليف التلاميذ -ضمن نشاطات مختلفة وواجبات منزلية- بالبحث عن الجانب التاريخي وحلّ بعض التمارين فيه.

تجدر الإشارة إلى أنّ بعض المؤلفين يلجؤون إلى وضع نصوص رياضية قديمة في أواخر الفصول ويعتبرونها للتشويق ولفت الانتباه. وهناك من يستخرج منها أسئلة موجهة للتلاميذ كنشاط إضافي. وهذه خطوة فعّالة في هذا الاتجاه، لكنّها تظلّ غير كافية لتوظيف التاريخ بشكل أكثر فعالية. فهل هي كفيلة بأن تجعل التلميذ يشعر بالحاجة إلى التاريخ أو بأهمية الرجوع إليه لحسن استيعاب المفاهيم؟ وعلى كلّ حال فالبحث في مثل هذه المواضيع لا زال جارياً لدى خبراء طرق التدريس.

والمؤسف أنّ ما يدور في ذهن التلميذ وكثير من المعلمين والأولياء هو أنّ مادّة الرياضيات تتكوّن من مجموعة مفاهيم ومبادئ وتعريف ينبغي وضعها في الذاكرة إلى جانب تقنيات جاهزة (لا تستدعي التأمّل والتعمق) يلمّ بها التلميذ ويستحسن أن يتحكّم في استعمالها. ويتوهّم هؤلاء التلاميذ أنّ الرياضيات لا تتطوّر. من المؤكّد أنّ ذلك الوهم وتلك الاعتبارات الخاطئة ستزول من أذهانهم عندما يتناولون الجانب التاريخي ويضعه المعلم في سياقه المناسب.

والواقع أنّ التلميذ في المدرسة يتعلّم بشكل مكثّف عصارة أعمال، دام إنجازها آلاف السنين، من قبل العلماء والمبدعين في الرياضيات وغيرها، وذلك بعد أن تمّ صقلها بكلّ الوسائل المتاحة. وفي هذا السياق تحاول المناهج التعليمية إعطاء صورة تقريبية لهذا الكمّ الهائل من المعارف. أما دور المؤرّخ في هذا الموضوع فيتمثّل في تسهيل مهمة مصممي البرامج حيث يبحث من خلال الوثائق التراثية والمخطوطات كيف حدث تقدّم الرياضيات والمراحل التي مرّ بها والأشواط التي قطعها. ولكي يتمّ ذلك على أحسن وجه لا بدّ أن يكون هذا المؤرّخ مختصّاً أيضاً في الرياضيات وملماً بها إلماماً كافياً للقيام بهذه المهمة الدقيقة التي تستدعي مقارنات متعدّدة الأشكال وتدقيقات في المضامين والتعرّف على علاقات العلماء في ما بينهم خلال الحقب التاريخية المتعاقبة.

في البلاد العربية: يمكن للمدرسة في البلاد العربية استغلال الوثائق التاريخية النابعة من تراثنا العلمي الثري بمثل هذه المخطوطات والتي تمّ تحقيقها وتمحيصها على أيدي العديد من المختصين العرب والغربيين. ومن يطّلع على هذا التراث سيجد فيه نصوصاً ممتازة لغاً وتعبيراً ومضموناً بحيث يستطيع

تلميذ اليوم استيعابها في المراحل الدراسية المختلفة. وإلى جانب تلك المخطوطات هناك أيضا نصوص أخرى تستدعي شرح بعض المصطلحات كما هو الحال في الجبر وحل المعادلات باستعمال الهندسة.

نلاحظ في الدولة المتقدمة في أوروبا وأمريكا الشمالية وبعض الدول الآسيوية مثل الصين اهتماما متزايدا بمثل هذه النصوص لتكييفها ووضعها في متناول التلميذ. وما يستحسن العمل به هو جعل التلميذ يشعر بأنه في وضعية حل مسألة طرحت لأول مرة ليكون هو الباحث عن حلها... كما لو كان في وضعية الخوارزمي قبل نشأة الجبر!

ينبغي ألا ننسى أن النص التاريخي، عربيا كان أم أعجميا، يعتبر في حد ذاته ذا فائدة جمّة في مادة الرياضيات بالنسبة للتلميذ. فبفضله يطّلع على عناصر اجتماعية وبيئية للمجتمعات القديمة وعلى طرق ووسائل تعاملها مع الرياضيات بصفة خاصة والعلوم بصفة عامة. ثم إن التلميذ يدرك مدى الاحتكاك الذي كان موجودا بين الحضارات عبر العصور في مجال المعارف وانتقالها الجغرافي.

يرى بعض المتتبعين لشأن تدريس الرياضيات (انظر المرجع 11) أن المزج بين الفلسفة وعلم الاجتماع والتاريخ والمشاهدات والرياضيات بالغ الأهمية لأنه يسهل لنا التقرب من الحقيقة. فالفيلسوف عندما يتمادى في التعمق في المفاهيم ربّما ينسى أن "المفهوم العميق" ضرب من المثالية ينبغي الحذر منه. كما أن مؤرخ (الرياضيات) الذي لا ينقطع عن قراءة المخطوطات القديمة قد ينقطع عن رياضيات عصره وعلومها "الدقيقة". وبالتالي فإن المزج بين المقاربات منهجية جيدة! وفي مطلق الأحوال فالرغبة في فهم كلّ الرياضيات رغبة لا يمكن تليتها لأن الرياضيات انشطرت إلى آلاف الاختصاصات والتفرعات، وكلّ فرع منها يتطلب مدة تعادل حياة الفرد للتحكم في زمامها.

لا داعي للتأكيد على أنه من المهم أن يعرف التلميذ العربي بأن الأوروبيين المهتمين بالرياضيات خلال الفترة الممتدة من القرن العاشر إلى الخامس عشر الميلاديين اكتسبوا المعارف التي كانت متوفرة لدى الشعوب الأخرى مثل اليونان والهند وبلاد فارس والبلاد العربية. كانت أوروبا في ذلك العصر متأخرة في المجال العلمي تأخرا معتبرا بالنسبة للحضارات الشرقية، منها الحضارة العربية الإسلامية. وقد تمكنت من سدّ هذه الفجوة بفضل الحروب الصليبية والاحتكاك بالعلماء. في ذلك الوقت كانت الرياضيات ضرورية للأوروبيين للتمكّن من التنقل والتوجه عبر البحار والمحيطات ولبناء التحصينات في مختلف المناطق سواء للحفاظ على الأسلحة أو لتطوير التجارة. كلّ ذلك تطلب تحسين طرق الحساب والهندسة. نشير بهذا الصدد إلى أن الكنيسة حرّمت حتى استعمال الأرقام العربية آنذاك لكن فعالية تلك الأرقام جعلت استعمالها أمرا حتميا.

خاتمة: نحن لم نر في المكتبة العربية مؤلفا تخصص في وضع نصوص مختارة باللغة العربية من تراثنا العربي الإسلامي ومن التراث العالمي (الآسيوي والأوروبي) يستقي منه مصممو المناهج الدراسية ومؤلفو الكتب والمعلمون والأساتذة النصوص الملائمة لمختلف الدروس في جميع الأطوار. نعتقد أن تأليفات من هذا القبيل صار ضرورة على مستوى العالم العربي إذا ما أردنا دعم التلميذ العربي في تحصيله العلمي.

المراجع

1. سعد الله، أبو بكر خالد: جولة في عالم الرياضيات، دار نور للنشر، ساربروك (ألمانيا)، 2017.
2. Artigue, M. : Ingénierie didactique. Recherches en Didactique des Mathématiques, 9(3), 1988, pp.281–308.
3. Brousseau G. : Théorie des situations didactiques. Textes rassemblés et préparés par N. Balacheff, M. Cooper, R. Sutherland, V. Warfield. Grenoble: La Pensée Sauvage, 1998.
4. Devlin K. J. : The Millennium Problems: The Seven Greatest Unsolved Mathematical Puzzles of Our Time, Basic Books, New York, 2003.
5. Guedet, G.; Trouche, L. : Ressources vives. Le travail documentaire des professeurs en mathématiques. Rennes: Presse universitaire de Rennes et INRP, 2010.
6. Johnson, P. : A History of Set Theory, Prindle, Weber & Schmidt, Mengen, 1972.
7. Kennedy, E. S. : The History of Trigonometry, National Council of Teachers of Mathematics, Washington DC, 1969.
8. Menghini, M.; Furinghetti, F.; Giacardi, L.; Arzarello, F. (ناشرون): The first century of the International Commission on Mathematical Instruction (1908-2008). Educational Studies in Mathematics, Vol. 73, No. 2 (Mar., 2010), pp. 205-210.
9. Nahin, P. : An Imaginary Tale: the Story of the Square Root of -1, Princeton University Press, 1998.
10. Schubring G., Karp A. : History of Mathematics Teaching and Learning, Springer Verlag, Berlin, 2014.
11. Weng Kin Ho : Using history of mathematics in the teaching and learning of mathematics in Singapore :

<https://fr.scribd.com/document/127904715/Using-history-of-mathematics-in-the-teaching-pdf>

مشروع @Ide:

منهجية إدراج التكنولوجيات في التعليم العالي في الجزائر

حاكم قصد علي سهام*

تاريخ الإرسال 20 ماي 2019

تاريخ القبول 19 جويلية 2019

مقدمة: في الفترة الممتدة من 2005-2008 شاركت المدرسة العليا للأساتذة البشير الإبراهيمي للقبة-الجزائر في مشروع شراكة أوروبي Tempus Meda هدفه تطوير التعليم عبر الأنترنت في الجزائر. تم خلال فترة الشراكة، تكوين المكونين، الطاقم الإداري والتقني قصد أن يتولى هؤلاء في ما بعد، مسؤولية إنشاء أول تكوين بشهادة ما بعد التدرج عبر الأنترنت @Ide (أنترنت من أجل تطوير التعليم عن بعد في الجزائر) لصالح أساتذة التعليم العالي ومسؤولي التكوين.

يهدف هذا المقال إلى إبراز الطرق والإجراءات التي اعتمدت لتسيير هذا المشروع الابتكاري وخصوصا المبادئ العلمية المنتهجة لتعديل جهاز مستورد إلى البيئة الجزائرية وضمان نجاعته.

أسس التكوين @Ide

اعتمدت الخريطة البيداغوجية للتكوين @Ide في البداية أساسا وبإخلاص على الخريطة البيداغوجية للتكوين UTICEF (استعمال تكنولوجيات المعلومات والاتصال من أجل التعليم والتكوين). هذا الأخير مقدم في جامعة ستراسبورغ (المسؤول المؤطر للمشروع) بالشراكة مع جامعة Tefa السويسرية وجامعة Mons Hainaut البلجيكية. التكوين UTICEF موجه لأساتذة التعليم العالي ومسؤولي التكوين من العالم الفرنكفوني. هو مقدم على شكل ماستر 2 عن بعد:

اعتمد منشئو هذا التكوين على عدة نظريات تعليمية؛ منها نظرية النشاط (Jaillet, 2005, p. 50) وذلك بإدراج التكنولوجيات في العقد الديداكتيكي مما يغير ويهيكل العلاقات بطريقة أدواتية (Rabardel, 1995). تعتمد منصة التعليم (Acolad) على التمثيل الفضائي لتصور الفضاءات (قاعات الدراسة مدرجات، نوادي، ...) والأدوات المتوفرة في الجامعة كالسبورة، رفوف لترتيب ووضع الأعمال المنجزة أجهزة تواصل مع المكونين، الإدارة ومع الأقران ... كل هذا لصبب المتكون في حرم جامعي افتراضي مع الحرص على الاحتفاظ على عاداته المألوفة. (Faerber, 2003)

السيناريو المعتمد يركز على العمل الجماعي بين الأقران حول وضعيات إدماجية مستنبطة من الميدان التعليمي أو مشاريع مستندا بذلك على نظريات البناء المعرفي الجماعي (socioconstructivisme).

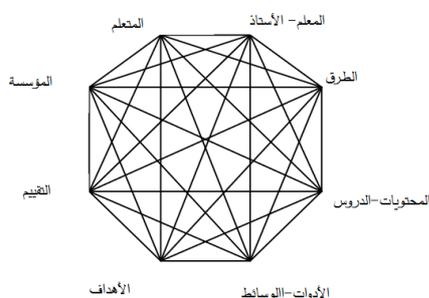
* المدرسة العليا للأساتذة، القبة، الجزائر، البريد الإلكتروني: hakem.kasdali@gmail.com

الدروس منظّمة على شكل ملتقيات منشّطة من طرف وصيّ عن بعد، يعمل على توجيه وإرشاد المتكوّنين (دون تدريس) وتقييم أعمالهم. يتلقّى المتكوّنون ملتقيين أسبوعياً، كلّ ملتقى يدوم ثلاثة أسابيع وهذا طيلة السّداسي الأوّل، ممّا يجعل وتيرة العمل كثيفة، خصوصاً وأنّ للمتكوّنين لقاءين أسبوعياً في كلّ ملتقى مع الوصيّ، وفي نفس الوقت، عليهم بإجراء محادثات بينهم عن بعد للاطلاع والاتّفاق على العمل المشترك الواجب تسليمه عند نهاية كلّ ملتقى.

هذا النمط يؤدّي بهم إلى الكثير من التّشاور والاطّلاع على وجهات نظر أخرى، ويجبرهم على التّناقش والإقناع لما يصادفونه من صراعات سوسيو معرفيّة (conflit sociocognitif)، كلّ هذا يقع عن بعد من خلال أدوات المنصّبة.

في السّداسي الثاني، الأمور أكثر ميدانيّة بحيث يقوم المتكوّنون (جماعة) بإنشاء، تجريب وتسيير مشروع تكويني ابتكاري موضوعه مقترح من الطّاقم المكوّن، وفي نفس الوقت يقوم كلّ متكوّن بإنشاء، تجريب وتسيير مشروع تكويني ابتكاري من اقتراح جامعتة التي ينتمي إليها أو من اقتراحه الشّخصي، هذا المشروع يُشكل موضوع مذكرة الماستر.

الإشكاليّة: أطلقت المدرسة العليا للأساتذة البشير الإبراهيمي للقبّة أوّل دفعة بدبلوم مزدوج (جزائري وأوروبي) ابتداء من جانفي 2008. بعدها، واصلت المدرسة ترويج هذا التّكوين، غير أنّ استيراد تكوين أوروبي وتطبيقه بحذافيره أظهر وضعيّات غير متوقّعة: فبينما كانت نسبة الانقطاع في UTI CEF لا تفوق 30٪، كانت في @ de I تضاهي 70٪، وبقدر ما كان العمل الجماعيّ بنّاءً وحافزاً في UTI CEF بقدر ما كان إشكالياً وعائفاً في @ de I. أمور مثل هذه، كانت بمثابة مؤشّرات تستدعي إجراء التّعدّيات اللازمة لتكثيف التّكوين للواقع والبيئة الجزائريّة. لكن @ de I كانت أوّل تجربة في نوعها ولم يكن للجزائر سوابق لإتباعها فعلى أيّ سند يكون الارتكاز؟ ما هي المتغيّرات الفعّالة والمؤثّرة وما هي ميادينها؟ وخصوصاً ما هي سبل اكتشافها؟ وحتى وإنّ أكتشفت، كيف تُحوّل إلى عمليّة تكثيف التّكوين وضمان نجاعة التّغييرات المعتمدة؟



البيان 1 : ثماني الأقطاب لـ Raasch (89) حسب Jaillet (2005)

المنهجية: قبل الإجابة عن تساؤلاتنا، لابدّ من تعريف بعض المفاهيم وميادين فاعليّتها. يُعرف (Lebrun 2005) جهاز تكويني على أنّه "مجموعة متناسقة مكوّنة من موارد تعليميّة، استراتيجيّات، طرق وأطراف فاعلة في وسط معيّن لتحقيق هدف معيّن". من جهته، يذكر Jaillet (2005) بـ "ثماني الأقطاب لـ

Raasch" الذي يسلّط الضّوء من جهة على كلّ مكوّنات جهاز تكويني و من جهة أخرى، على كلّ العلاقات

القائمة بين الأقطاب. غير أنّ العلاقات ليست بهذه البساطة أو الخطيّة، فهي مزروعة في بيئة تتفاعل مع مؤثراتها الخارجيّة ممّا يستدعي دراسة شاملة (Depover, 2009).
أضف إلى ذلك، Ide@ هو أوّل تكوين عن بعد في الجزائر يُكوّن لاستعمال التكنولوجيات باستعمال هذه الأخيرة، ممّا يصف الحالة بـ "ابتكار تكنوبيداغوجي" على حدّ وصف Peraya و Viens (2005) "الابتكار هو تغيير هدفه تحسين وضعيّة. يمكنه ان يحمل على ممارسة، منهجيّة، طريقة تدريس محتوى معيّن، آليّة، أداة أو جمهور جديد".

في نفس بحثهما و استنادا إلى تجربة مشابهة (مشروع-2000) Equel (1998) يوضّح Peraya Viens فكرة الصّدّ الذّي واجه المشروع، كونه ابتكارا زرع العادات القائمة وخلق أدوارا جديدة أو مستحدثة. وقائع مشابهة إلى ما صادفناه في Ide@، السّؤال، أي آليات نعتمد لتسيير الابتكار المُدرج والمرور من حالة الرّفص إلى الدّعْم؟ أو بالأحرى إلى القبول والمعاشية؟

يجيبنا البحث العلمي بتطبيق منهجيّة تعتمد على تفاعل ثلاث طرق " البحث-الإجراء-التكوين" (Peraya & Jaccaz, 2004). يُحوّل جهاز التّكوين إلى ميدان بحث، يستطلع فيه الإشكاليات الواقعة والمتغيّرات الفاعلة. بعد ذلك، تُصاغ النتائج إلى إجراءات عمليّة وموضوعيّة تقع على الجهاز أو حتّى على المتكوّنين، فيعدّل التّكوين وتحصل التّعديلات اللازمة. تستمر هذه العمليّة " البحث-الإجراء-التكوين" إلى استقرار الجهاز فيزدوج بذلك دور المُسيّر بالباحث، لتصبح عمليّة تسيير جهاز تكويني إلى مشروع بحثي و تكويني. لكن كيف يستطلع البحث ويستشرف في بيئة تكوينيّة ومركّبة؟
يطلعنا الباحثون Peraya و Jaccaz على طريقة (ASPI) "تحليل-مساندة-قيادة ابتكار". عند إدراج ابتكار تكنوبيداغوجي في الجامعة، فتعمّد هذه الطّريقة إلى:

1. التحليل: بمعنى التحليل الوصفيّ لمكان الابتكار الخالق لتغييرات وتفاعلات يوجب توصيفها، بعبارة أخرى تحليل جهاز التّكوين من حيث الأهداف، التّفاعلات، الأداءات، التّنظيم، الأدوات السلوكيّات الدّافع إلها (سوسولوجية، عاطفية، معرفية، تواصلية، ...)
2. المساندة: بمعنى الإجراءات المتّخذة في تسيير الجهاز أو على مستوى الفرد قصد دعم الابتكار ومنحه فرصا أكثر ليُقبل ويُعتمد.
3. قيادة الابتكار: يقصد بها الطّريقة التي يُسيّر بها الابتكار والدّور الذّي يلعبه الفاعلون من تسيير-تعديل أم تغيير-بناء.

توصف الطّريقة الأولى بدعم الابتكار بينما توصف الثّانيّة بمرافقته. (Peraya & Jaccaz, 2004)

العمليّتان الأوّليّتان متسايرتان، فالأولى تُعلم على كيفيّة تنظيم الثّانية.

متغيّرات البحث: نعتمد في تعريف المتغيّرات على عمل سابق (Hakem Kasdali, 2014) يأخذ بعين الاعتبار القطبين المتفاعلين: الجهاز التّكويني والفرد المتكوّن. بحيث تُعرف

متغيرات الجهاز كلّ ما ذكر في ثمانى الأقطاب لـ Raasch أعلاه-يُفصل عنه المتكوّن-بينما تُعرف المتغيرات الفردية كلّ ما يخصّ المتكوّن من معلومات شخصية، مهنية واجتماعية.

نشرح فيما يلي الآليات المتبعة لتحليل الميدان وتعيين المتغيرات.

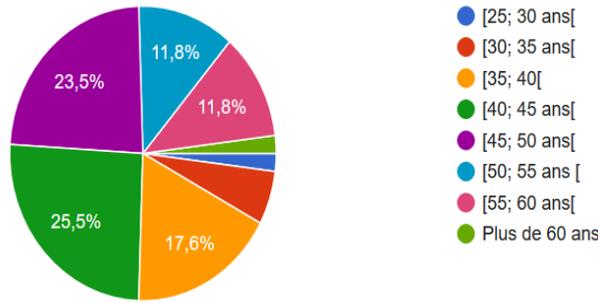
منهاج التحليل: اعتمد التحليل على عدّة أدوات وعلى عدّة محطات من عمر التكوّن. تمثلت هذه الأدوات في:

- استبيان عقب كل ملتقى: الهدف منه هو التقاط انطباعات المتكوّنين حول المحتوى التنظيم والتأثير المتلقى، المشاكل المصادفة وطبيعتها
- تقارير الأوصياء: هذه الوثائق تحوي كلّ المعلومات حول سيرورة ملتقى، التقييمات، المكتسبات المتوصل إليها أم لا عند المتكوّنين، المشاكل المصادفة عند المتكوّنين وطبيعتها وكيفية تجاوزها
- آثار المتكوّن على المنصة: توفر المنصة إحصائيات مفصلة على كلّ ما يقوم به المتكوّن من اتصال، تشاور، تحميل، دخول أو خروج ... كلّ عملية -أي كانت- هي مسجلة. الأمر الذي يسمح برسم ملمح دقيق عن المتكوّن والبيئة المحيطة به
- منتدى تشاوري: تمّ ولكلّ دفعة، إنشاء منتدى على المنصة أين كان بإمكان المتكوّنين طرح انشغالات وخصوصاً، اقتراح حلول لها وبدائل والتناقش مع الطاقم المسير وفتح بذلك حوار بناء.
- استبيان عام: أرسل هذا الأخير إلى مجمل الدفّعات (91 مسجلاً)، القصد منه هو الاطلاع على آثار التكوّن على المهنة والمؤسسة.
- ملفات المتكوّنين: الهدف من كلّ هذه الأدوات هو مقابلة ومقارنة النتائج تحت منظار كيف يستقبل الابتكار؟ وإذا كان هناك عوائق فما طبيعتها؟ وما هي الإجراءات الواجب اعتمادها لجعل هذا الابتكار أكثر ارتياحاً وقبولاً؟

نتائج التحليل:

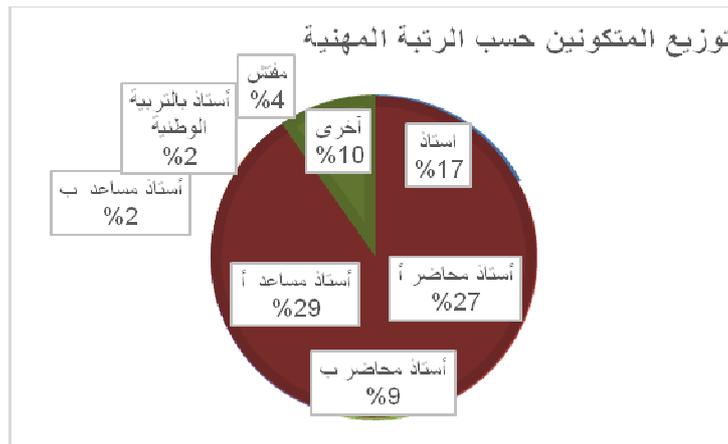
• وصف جمهور Ide@

- السن: اغلبيّة المترشّحين للتكوّن Ide@ هم في سنّ الأربعينيات (23,5%+25,5%) وتشغل فئة الخمسينيات (11,8%×2) 23,6%. في هذا العمر، يتمتّع -من المفروض- من حالة مهنية واجتماعية مستقرتين.



البيان 2: التوزيع العمري للمتكوّنين

- الموقع الجغرافي: اختلف الأصل الجغرافي للمتشرّحين، فكانت الأغلبية منهم من ولايات الوسط 50%، تتبّعها ولايات الشرق بـ 24%، الغرب 14% ثم الجنوب بـ 12%.
- المهنة والرتبة: اغلب المترشّحين هم أساتذة جامعيون (81%) يليهم قطاع التربية الوطنية (مفتشون وأساتذة) 10%. البقية تمثّلت في معاهد تكوين، القطاع الصناعي وغيرها. يوضّح البيان ادناه توزّع المتكوّنين من حيث الرتبة:

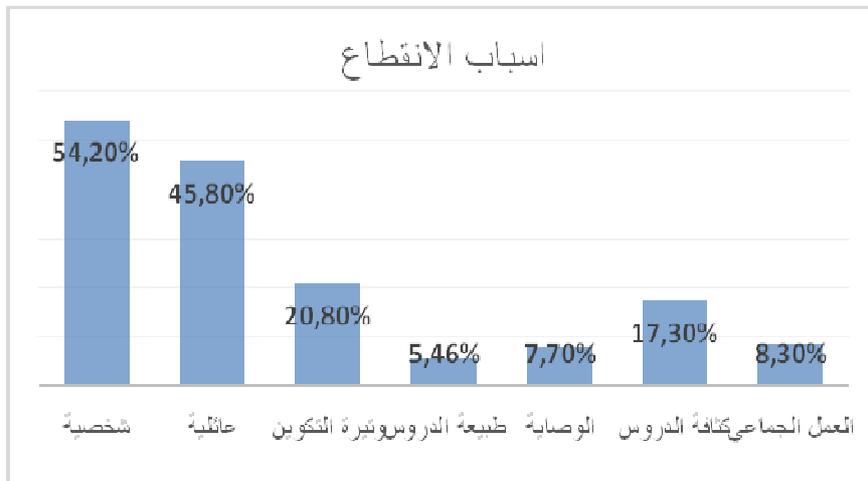


البيان 3: توزيع المتكوّنين حسب الرتبة المهنية

- المكتسبات المتصورة لـ Ide@: تمّت مقارنة تصوّرات المتكوّنين حول ما تُكسبهم Ide@ من كفاءات وتغييرات. الدّراسة تمّت قبل-اثناء وبعد التكوّن واسفرت على النتائج التالية:
 - 53,8% يستعملون التكنولوجيات أكثر ممّا قبل في التّدريس وبطريقة احترافية
 - 52% يتبنّون التكنولوجيات في تأطير الطلبة أكثر ممّا قبل
 - 40,3% يؤكّدون استعمال أدوات الشّراكة عن بعد مع الزّملاء، الإدارة وهذا بشكل أهمّ من ذي قبل. 69,2% يستعملونها مع الطلبة.
 - وسائل التّنظيم والبرمجة الرقمية مستعملة أكثر من ذي قبل 55,7%.

- 55,7 % من المتكويين يؤكدون استعمال المنصات التعليمية على إثر التكوين بينما 28,8% منهم يستعملون هذه التكنولوجيا بقدر ما كانوا يستعملونها قبلا.

- **السلبيات الملامتة على @Ide:** لعلّ المشكل الأكثر خطورة والذي هدّد الجهاز هو الانقطاع. كشف التحليل أسباب هذه الظاهرة. فتمثلت أساسا في المتغيرات الفردية التي هي خارجية عن الجهاز (شخصية وعائلية) بينما تبقى بعض المتغيرات الخاصة بالجهاز فاعلة كالوتيرة، العمل الجماعي، طبيعة الدروس والسندات، كثافة بعض الدروس والوصاية حيث انتقد بعض المتكويين (7,7%) بعض الطرق المعتمدة من طرف الأوصياء.



أظهر التحليل أنّ عاملي اللغة والجانب التقني (مشاكل التجهيز، الاتصال بالإنترنت، استعمال المنصة وأدواتها) لا يؤثّران (0%) على سيورة التكوين.

مساندة الابتكار: على إثر النتائج المحصّل عليها، تمّ ترجمتها إلى إجراءات في الميدان.

- **وتيرة العمل:** ابتداء من الدفعة 2010، تمّ التخلي عن برمجة ملقّين في نفس الوقت مع العلم أنّ كلّ ملقّي كان يدوم 3 أسابيع وأُعيد على التسلسل الدرّجي؛ ينطلق ملقّي ويدوم 3 أسابيع لكن في الأسبوع الثالث ينطلق الملقّي الثاني. بذلك ينقص ضغط العمل على المتكويين شريطة أن يكون منتظما وان لا يتأخّر فيأخذ ملقّياته. هذا الإجراء مدّد من عمر التكوين من سنة إلى 15 شهر

• **العمل الجماعي:** لم يطرأ تغيير في هذا النمط من العمل، فقط وُجّهت تعليمات للأوصياء لمرافقة عن قرب سيورة كلّ عمل جماعيّ والتدخل في الحين في حالة وقوع مشكلة أو انسداد بين الأقران، وإعطاء لكلّ ذي حقّ حقه من ناحية المشاركة والاستثمار.

- **الدروس:** من جهة تمّ استبدال بعض الدروس بأخرى ارتأيناها أقرب من المطالب ومن المشروع الوطني للتعليم المتلفز المتبني من الوصاية، من جهة أخرى، تمّ تعديل واستبدال بعض الوضعيات

الادماجية وتقريبها أكثر من الواقع الجزائري ومتطلباته، كما اعتمد الطاقم المؤطر على طلب انشاء مشاريع (خلال السداسي الثاني) فعلية لصالح المدرسة.

• **الوصاية:** في البداية، تم توظيف الأساتذة الذين كُونوا في ماستر UTICEF خلال مشروع الشراكة كأوصياء. بعدها، أُعتمد منذ الدفعة الثالثة على مبدأ التّربص لتكوين الاوصياء، أُختيروا ووظّفوا من بين الطّلبة النّجباء لـ Ide@. لكن هذا لم يكن كافيا فتمّ انشاء ميثاق للوصاية قصد اعتماد تدخلات موحّدة.

• **المتغيرات الفرديّة:** لوحظ من خلال التّحليل، أنّ المتكوّنين (أساتذة) المسجّلين في الدّكتوراه أو الذين لهم مهام إدارية، يلقون صعوبات في اتّباع التّكوين بطريقة جدية وكاملة، لذا أصبح من شروط التّسجيل في Ide@، أن يقدم المترشّح شهادة تخفيف في جدول توقيته.

قيادة الابتكار: بكون أنّ Ide@ كانت أول تجربة من نوعها، اعتمدت قيادة المشروع على طريقة "رد-فعل"; بمعنى ملاحظة الأفعال لاتّخاذ الإجراءات اللازمة للتّعديل، اذ لعب الممثلون الفاعلون في الجهاز دور جمع المعلومات لتدعيم التّحليل. هذه الطّرق تصيف قيادة الابتكار بالدعم له (Peraya & Jaccaz, 2004).

بكلّ هذه الخطوات، نكون قد عرفنا كيفية تطبيق منهج ASPI لدعم سيرورة جهاز Ide@.

النتائج:

1. الانقطاع وآثار الإجراءات: نترجم آثار

الإجراءات على الانقطاع الدّراسي بتطوّر عدد المناقشات دفعة بدفعة. النتائج موضّحة في البيان ادناه (بطريقة الانحدار الخطّي):

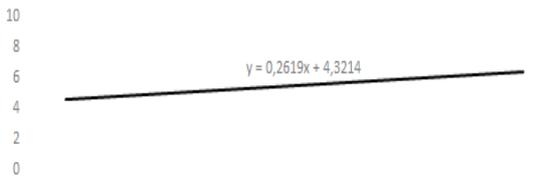
نلاحظ أنّ معامل الانحدار موجب مما يدلّ على منحنى

تزايد.

تطور عدد المناقشات عبر الدفعات

Ide@ (2008 - 2016)

خطية: (عدد المناقشات) — عدد المناقشات



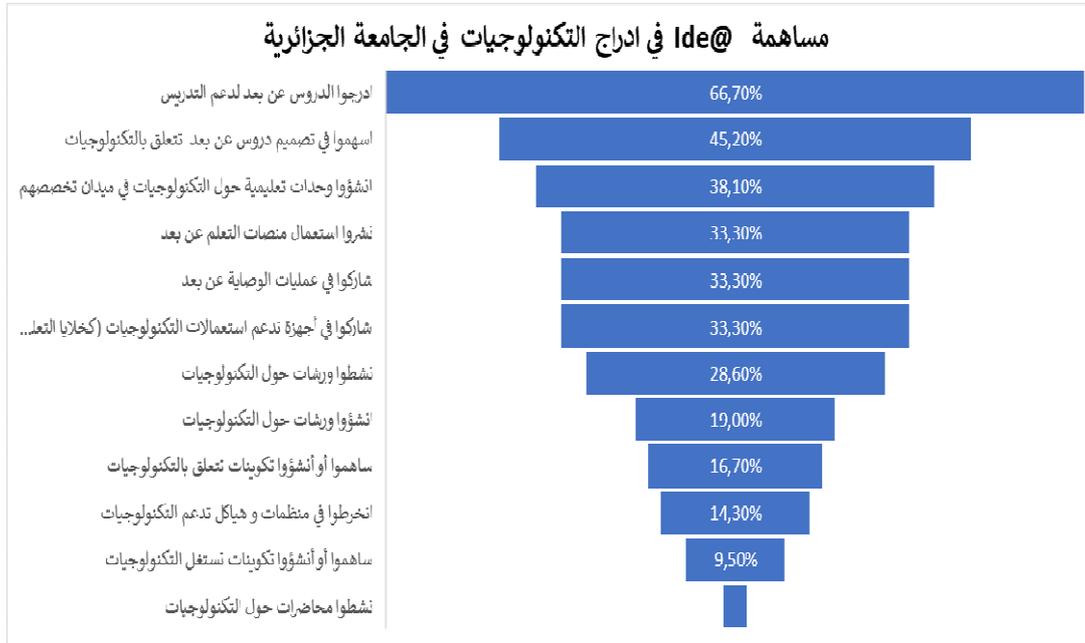
جانفي 2016 جانفي 2014 جانفي 2013 مارس 2010 جانفي 2009 افريل 2008 جانفي 2008
(الدفعة)
(الترموز)

البيان 1 الانحدار الخطّي

2. **مدى اتّباع التّكوين:** في مجمل الدّفعات؛ اختلف المتكوّنون في مدى اتّباع التّكوين. 54% منهم

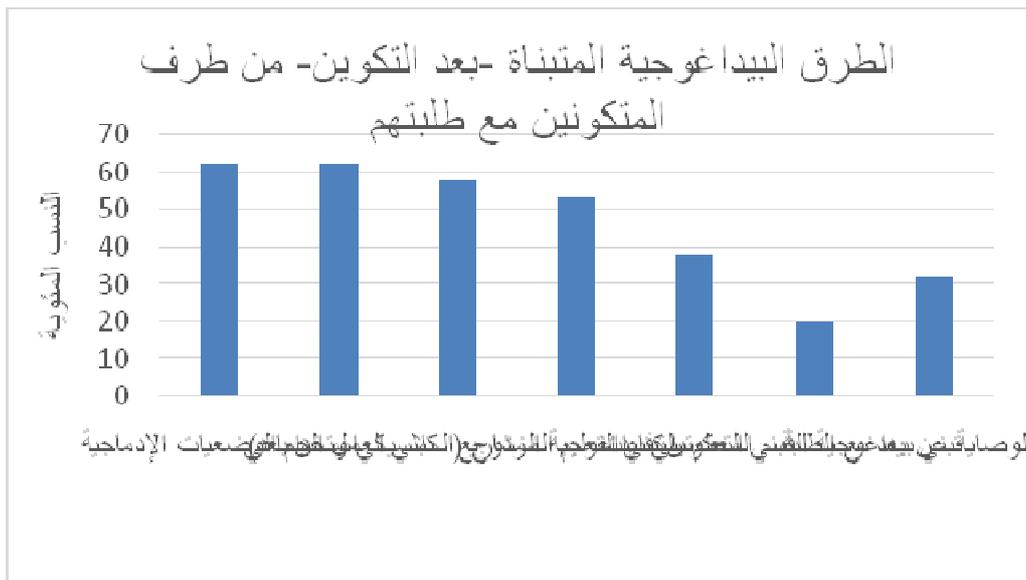
التّكوين ونالوا الشّهادة. من الذين انقطعوا، 58,3% انقطعوا في خلال السداسي الأول، يتبعهم الذين اتّبعتوا السداسيين دون المناقشة.

3. مساهمة Ide@ في إدراج التكنولوجيات في الجامعة الجزائرية: بغض النظر على المتكويين الذين نالوا أم لا الشهادة، فكلمهم وبدون استثناء أسهموا بطريقة أو بأخرى إلى إدراج التكنولوجيات في مؤسستهم. نلخص نتائج هذه الإسهامات في البيان التالي:



البيان 1

4. مساهمة Ide@ على المستوى البيداغوجي: غيرت Ide@ من الطرق البيداغوجية لمتبعمها، فرغم الانتقادات التي وجهت في البداية في ما يخص العمل الجماعي، الوصاية وبعض الدروس إلا أن المتكويين وبنسبة 91,8% اعتمدوا بعد نهاية تكوينهم هذه الطرق في أقسامهم كما يوضحه البيان أدناه:



البيان 2

مناقشة: سجّل تسيير جهاز Ide@ ديناميكية فعلية هدفت إلى تكييف جهاز مستورد (ماستر UTI CEF) إلى الوسط الجزائري.

مكّنت الإجراءات المتخذة من الحدّ ولو نسبياً من نسبة الانقطاع، حيث انخفضت هذه النسبة من 70% إلى 40% في آخر دفعة ودفع بالمتكوّنين إلى الاستمرار لمدة أطول. ظهرت أيضاً الآثار الإيجابية للتغيرات جلياً في المساهمات التي حققت بفضل Ide@ والتي كان لها صدى على المستوى المهني والمؤسّساتي، فسجّلت ابتكارات بيداغوجية وتكنولوجية بل وأكثر، عمّدت Ide@ بنموذجها البيداغوجي إلى تلقين معرفي وأيضاً سلوكي بتعلّم العمل الجماعي، التعاون وتقاسم المعارف، النقاش البناء، تسيير مشروع، التخطيط وتنظيم الوقت، ... الخ.

رغم ذلك بقيت قيادة الابتكار محتشمة والتزمت بالدعم دون ان تصل إلى مستوى التغيير والبناء (Peraya & Jaccaz, 2004). تبقى هذه النتائج قابلة للتحليل تحت مناظير عدّة تسمح باكتشاف الارتباطات والتناقضات التي قد تُفضي إلى آليات مساندة أخرى أو مغايرة.

خلاصة: هدفَ هذا المقال إلى سرد تجربة دعم مشروع تكويني ابتكاريّ على مستوى جامعي وابرار المراحل والتّجارب المعتمد عليها. اعتبرت منهجية "البحث-الإجراء-التّكوين" بمثابة النّمودج العلميّ لذلك فجعلت من جهاز التّكوين مخبر بحث أدلى بنتائجه لتعديل الجهاز. اختراق التّكنولوجيات ميدان التّعليم والتّكوين، سجّل هذا الأخير في مفترق عدّة منهجيات بحث (Wall et, 2009) وُجب علينا مساءلتها في ضوء بيئتنا وخصوصياتنا قصد تعديل بل وتطوير أجهزة تكنوبيداغوجية ناجعة ومستدامة.

المراجع :

- Depover, C. (2009). La recherche en technologies éducatives: Fondements et approches. Dans C. Depover, *La recherche en technologie éducative: Un guide pour découvrir un domaine en émergence* (pp. 5-13). Paris: Editions des archives contemporaines AUF.
- Faerber, R. (2003). Groupements, processus pédagogiques et contraintes. *Actes du colloque "Environnements Informatiques pour l'Apprentissage Humain"*, (pp. 191-210). Strasbourg. Consulté le septembre 26, 2009, sur <http://archiveeseiah.univ-lemans.fr/EIAH2003/>
- Hakem-Kasdali, S. (2014). *Modélisation complexe de l'impact des dispositifs de formation en ligne*. Thèse de doctorat: Université de Cergy Pontoise.
- Jaillet, A. (2005). E-learning: clarifications et perspectives de recherche. *Actes du colloque CEMAFORAD 2* (pp. 11-23). Bejaia: Université de Bejaia. Consulté le octobre 24, 2017, sur https://elearning.univ-Bejaia.dz/pluginfile.php/96365/mod_resource/content/0/colloques/cemaforad/pdf/jaillet_alain.pdf
- Jaillet, A. (2005). Peut-on repérer les effets de l'apprentissage collaboratif à distance? *Distances et savoirs*, 3(1), pp. 49-66.
- Lebrun, M. (2005). *Elearning pour enseigner et apprendre: Allier pédagogie et technologie*. Louvain-La-Neuve: Acadamia-Bruylant.
- Peraya, D., & Jaccaz, B. (2004). Analyser, Soutenir, et Piloter l'Innovation: un modèle "ASPI". *Les TICE ou les Technologies de l'Information et de la Connaissance dans l'Enseignement Supérieur et dans l'Industrie* (pp. 283-289). Compiègne , France: Université de technologie de Compiègne. Récupéré sur <https://archive-ouverte.unige.ch/unige:17709>
- Peraya, D., & Viens, J. (2005). Culture des acteurs et modèles d'intervention dans l'innovation technopédagogique. *Revue internationale des technologies en pédagogie universitaire*, 1(2), 7--19.
- Rabardel, P. (1995). *Les hommes et les technologies: une approche cognitive des instruments contemporains*. Armand Colin.
- Wallet, J. (2009). Caractéristiques de la recherche en technologie éducative. Dans s. I. AUF, *LA RECHERCHE EN TECHNOLOGIE EDUCATIVE: Un guide pour découvrir un domaine en émergence* (pp. 15-24). Paris (France): Editions des archives contemporaines.

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

رئاسة الجمهورية

المجلس الأعلى للغة العربية



جائزة اللغة العربية لوسائل الإعلام

لقد عمل المجلس الأعلى للغة العربية على مرافقة الإعلاميين، والرفع من حسن استعمال اللغة العربية عبر الملتقيات والندوات ومختلف الدراسات؛ تشجيعاً لوسائل الإعلام في خدمة اللغة العربية؛ لذا فقد أطلق المجلس، جائزة لوسائل الإعلام يهدف من ورائها إلى:

- 1- تشجيع الصحافيين على الكتابة باللغة العربية؛ تحريراً وتحليلاً وبحثاً؛
- 2- التشجيع على إيلاء العربية الفصيحة أهمية كبيرة باعتبارها أداة للتفكير وسلامة التفكير من سلامتها؛
- 3- تشجيع الكتابة بالعربية الفصيحة والنشر بها، واستعمالها في الإعلام الإلكتروني؛
- 4- إعادة الاعتبار لأهمية التكوين في اللغة العربية؛
- 5- الاعتزاز باللغة بحسبانها مكوناً أساسياً من مكونات الهوية الوطنية؛
- 6- الحفاظ على نضارة العربية، وطمأنة الإعلاميين بأن هناك مؤسسات لغوية رسمية تعتمد وتتابع تطورات اللغة وتسهر على الحفاظ عليها؛ وفي مقدمتها المجلس الأعلى للغة العربية.

- المعنيون بالجائزة: تشجيعاً لوسائل الإعلام الوطنية، فإن الجائزة مفتوحة لمختلف الإعلاميين العاملين في الصحافة المكتوبة والإلكترونية والمسموعة والمرئية المعتمدة. - مجالات الجائزة: لمنح الجائزة لأحسن عمل إعلامي (مقال، تحقيق، روبرتاج، بورتريه) عن اللغة العربية في المجالات الآتية:

- 1? اللغة العربية والمجتمع.
- 2? مواكبة اللغة العربية للعلوم والتكنولوجيا.
- 3? تحديات اللغة العربية ورهاناتها.
- 4? اللغة العربية من خلال المضامين الموجّهة للطفل.
- 5? اللغة العربية والإنترنت في شبكات التواصل الاجتماعي.
- 6? اللغة الهجينة وأثرها السلبي.
- 7? شخصيات خدمت اللغة العربية.

8? أخرى-تتعلق-باللغة-العربية.--

شروط-الجائزة:---

1? أن-يكون الصحافي-من-جنسية-جزائرية.--

2? أن-يقدم العمل-باللغة العربية.--

3? أن-يثبت الإعلامي انتسابه-لوسيلة-إعلامية-وطنية-بصفة-رسمية.--

4? ألا-يكون عضواً-من-أعضاء-لجنة التحكيم.--

5? أن-يصل العمل المقترح في الحيز الزمني المطلوب. -

6? أن-لا-يكون العمل المقدم-حصل على-جائزة. -

7? أن-يكون العمل قد نشر-أو بث-من-تاريخ-بث الإعلان-إلى غاية-30-سبتمبر-2019. -

8?-حدّد-يوم-10-أكتوبر-آخر-أجل-لتسليم الأعمال.--

9?-تسلم الجائزة في-18-ديسمبر-2019،بمناسبة اليوم العالمي للغة العربية.--

- قيمة-الجائزة:-تمنح الجائزة-لأحسن عمل-إعلامي-مكتوب،-وإذاعي-وتلفزيوني-

والإلكتروني. -

1? قيمة-مالية،-وعينية-معتبرة---

-المسهمون:--

-المجلس الأعلى-للغة العربية:--

-وزارة الثقافة:--

-وزارة البريد-والمواصلات السلكية-واللاسلكية-والتكنولوجيات-والرقمنة:--

-وزارة السياحة-والصناعات التقليدية: -

-شركة-سونالغاز:--

-كوندور-(CONDOR):--

-أريدو(OOREDOO):--

-اتصالات الجزائر.--

-روابط-الاتصال:---

- الهاتف:-021.23.07.11/-المحمول:-0559937484:--

- البريد الإلكتروني:-razzakghit@yahoo.com--

-العنوان:-08،-شارع فرانكلين-روزفلت، الجزائر.--

-----ص.ب.-575،-ديدوش-مراد، الجزائر.--

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية



رئاسة الجمهورية

المجلس الأعلى للغة العربية

إعلان عن جائزة اللغة العربية 2020

يعلن المجلس الأعلى للغة العربية عن تنظيم (جائزة المجلس للغة العربية لسنة 2020) التي تهدف إلى تشجيع الباحثين من داخل الوطن، وتثمين منجزاتهم العلمية والمعرفية والإبداعية، ذات المردود النوعي الهادف إلى إثراء اللغة العربية، والإسهام في نشرها وترقيتها، سواء أكانت هذه الأعمال مؤلفة باللغة العربية، أم مترجمة إليها.

1- شروط الترشح للجائزة:--

---؟- أن يقدم العمل باللغة العربية:--

---؟- أن يتوفر العمل على قواعد المنهجية العلمية:--

---؟- أن يكون العمل موثقاً وأصيلاً، وفي مجال الترجمة ترفق نسخة للنص بلغته الأصلية:--

---؟- أن يكون العمل المقدم بين مائة/مئة- (100)- صفحة وخمسمائة- (500)- صفحة (مكتوبة بخطّ simplified arabic- حجم 14)؛

---؟- ألا يكون العمل قد نال به صاحبه جائزة أو شهادة علمية:--

---؟- ألا يكون العمل قد نشر:--

---؟- أن يندرج العمل في أحد المجالات المذكورة أدناه:--

---؟- قرارات لجنة التحكيم غير قابلة للطعن:--

---؟- لا ترد الأعمال إلى أصحابها؛ سواء فازت أم لم تفز:--

---؟- لا يحقّ للحائز على جائزة المجلس للغة العربية، أن يتقدم بعمل آخر إلا بعد مرور دورتين من حصوله عليها.

-----؟- تعرض الأعمال المرشحة على لجنة تحكيم؛ مكونة من ذوي الاختصاص والذين لا يسمح لهم بالمشاركة في الجائزة.

--

2- مبلغ الجائزة:-- حدّد مبلغ الجائزة ب-2.000.000- دج، يوزع بمقدار 500.000-

دج لكل مجال-- من المجالات الأربعة التالية:--

---1/2- جائزة المجلس في العلوم والتقانات.

---2/2-؟- جائزة المجلس في علوم اللسان.

- 2-3-?- جائزة المجلس في التّرجمة-إلى العربيّة.--
- 2-4-?-- جائزة المجلس في-وسائل الاتّصال-والتّواصل الاجتماعيّ-باللّغة العربيّة.--
- في-حالة-وجود-جائزتين: استحقاقية?-تشجيعية?-يوزع المبلغ الماليّ في-كلّ-مجال-من-مجالات-جائزة المجلس-للغة العربيّة على النحو التّالي:--
- 70%-لجائزة الاستحقاق:--
- 30%-للجائزة التّشجيعية.--
- وفي-حالة-حجب-جائزة في-مجال-من المجالات،-يمكن-للجنة التّحكيم-أن-تقترح-جائزة-تشجيعية،-تقطّعها-من-المجال المحجوب-إلى-مجال-آخر، على-الأ-تتجاوز قيمتها-50%-من-مبلغ الجائزة الثّانية.---
- 3-?-تنشر الأعمال الفائزة،-ضمن-منشورات المجلس-باستثناء الجائزة التّشجيعية التي-لحال-على-هيئتي-تحرير-مجلتي: اللّغة العربيّة، ومجلة-معالم-للتّرجمة؛-للتّداول-بشأن-إمكانية-نشرها في عدد-من-أعدادهما.--
- 3-?-تصبح الأعمال الفائزة-بجائزة المجلس-ملّكا-للمجلس،-إلا-أنّه-يمكن-لمؤلّفها استعادة-حقوقه-بعد انقضاء-ثلاث-(03)-سنوات-من نشر العمل.--
- 3-3-?--طلب-التّرشّح:-يتكوّن-طلب التّرشّح-للجائزة-من الوثائق الآتية:--
- ?--طلب-خطي؛--
- ?--نسخة-من-وثيقة الهوية-(بطاقة التعريف-أو-رخصة السيّارة)؛--
- ?--السيرة العلميّة-للمشارك؛--
- ?--نسختين/02-من البحث المقدم-لنيل الجائزة:--
- *--النّسخة الأوّلي-/مسجّلة على قرص؛--
- *--والنّسخة الثّانية-/توجه عن-طريق البريد المسجّل،-ويكون-تاريخ الختم البريدي-شاهداً على-ذلك.--
- 4-4-?--للتّذكير؛-إنّ-باب التّرشّح-مفتوح--إلى-غاية-31-مارس-2020.--
- للاستفسار: الاتّصال-بالرّوابط: الهاتف: 09-07-23-021-/99-88-23-021.----
- البريد الإلكتروني: majljaiza@gmail.com
- 5-5-?--يوجه-ملّف-التّرشّح-إلى-العنوان-الآتي:--
- السّيد-رئيس المجلس الأعلى-للّغة العربيّة--
- شارع فرانكلين-روزفلت، الجزائر.--
- أو--
- ص.ب:-575-شارع-ديدوش-مراد الجزائر العاصمة--
- (جائزة المجلس-للّغة العربيّة-2020).

تم إخراج وطبع بـ:

دار الخلدونية للطباعة والنشر والتوزيع

05، شارع محمد مسعودي القببة القديمة-الجزائر

الهواتف: 021.68.86.48-021.68.86.48-05.42.72.40.22

البريد الإلكتروني: khaldou99_ed@yahoo.fr