المجلة الليبية للدراسات الأكاديمية المعاصرة (Libyan Journal of Contemporary Academic Studies)
LJCAS, eISSN: 5970-3005
Volume 3, Issue 2 (Part II), 2025, Pages: 20-25

Structural Design of a Fixed Offshore Platform

Ghada Mohamed Hamza [1*], Mohamed A Hamza [2]
[1,2] Department of Marine Engineering and Offshore Platforms, Faculty of Engineering, University of Tripoli, Tripoli, Libya
*Corresponding author: ghadahamza185@gmail.com

التصميم الإنشائي لمنصة بحرية ثابتة

غادة محمد حمزة، [1*] محمد على حمزة [2]
[1،2] قسم الهندسة البحرية والمنصات العائمة، كلية الهندسة، جامعة طرابلس، طرابلس، ليبيا

Received: 10-08-2025; **Accepted:** 18-10-2025; **Published:** 28-10-2025

Abstract:
Fixed platforms are used in the field of oil and gas exploration and are characterized by their great height, which allows the establishment of production and processing facilities on their surface, its heavy weight is a result of the size of the metal structures that make up it, and its stable foundations ensure the stability of the platform and its ability to bear various loads. This study explains the structural design of a fixed platform under the influence of environmental conditions on the Libyan coast, the loads to which it is subject, and the depths required to erect and stabilize the platform in the appropriate place to extract oil or gas using the program (Structural Analysis Computer System). The structural study was conducted on one of the four columns on which the platform rests, due to the equal environmental conditions and the forces and moments exposed to them. Information about the platform located in the city of Sabratha was collected from Melita Oil and Gas Company, it was found that the maximum shear force to which the pillars are exposed is 589 KN and the largest torque is 1988 KN, and the permissible stress for all parts of the platform has been reached. This will ensure the stability of the platform and thus achieve the required safety.

Keywords: Fixed Platform, Design, SACS, Oil, Gas.

الملخص
تستخدم المنصات الثابتة في مجال التنقيب عن النفط والغاز وتتميز بارتفاعها الكبير الذي يسمح بإنشاء مرافق انتاج ومعالجة على سطحها، كما إن وزنها الثقيل نتيجة لحجم الهياكل المعدنية المكونة لها وأساساتها الثابتة تضمن استقرار المنصة وتحملها للأوزان المختلفة. هذه الدراسة توضح التصميم الإنشائي لمنصة ثابتة تحت تأثير شروط البيئة في الساحل الليبي، والحمولات التي تخضع لها، والأعماق المطلوبة لنصب وتثبيت المنصة فى مكانها المناسب لاستخراج النفط أو الغاز باستخدام برنامج (Structural Analysis Computer System). الدراسة الإنشائية أجريت على عمود واحد من الأعمدة الأربعة التي ترتكز عليهم المنصة، نظرا لتساوى الظروف البيئية والقوى والعزوم المعرضة لها. تم تجميع المعلومات عن المنصة الواقعة في مدينة صبراتة من شركة مليتة للنفط والغاز، وتم التوصل إلى أن أقصى قوى قص تتعرض لها الركائز 589 KN وأكبر عزم 1988 KN وتم الوصول إلى الإجهاد المسموح لكل أجزاء المنصة، وهذا سيحقق صمود المنصة وبالتالي تحقيق الأمان المطلوب.
الكلمات المفتاحية: منصة ثابتة، تصميم، SACS، نفط، غاز.

المقدمة

إن تصميم الآبار البحرية يبدأ بشكل رئيسي باختيار نوع المنصة والتخطيط لإمكانية إرسائها في الموقع المحدد والتخطيط للعمليات المختلفة من حفر وغيره والتي تشبه إلى حد بعيد تصميم البئر على اليابسة وتختلف بشكل أساسي في المعدات المستخدمة للتصميم بشكل عام، ويتضمن تصميم الآبار البحرية دراسة العوامل المختلفة من رياح وأمواج وتيارات البحر، حتى يتم اختيار نوع المنصة البحرية الملائمة والمعدات المناسبة، وجمع معلومات عن قاع البحر والشكل المورفولوجي لهذا القاع ونوعية التوضعات التي سيتم بدء الحفر بها، وتحديد المقطع الليتولوجي المتوقع والعمق النهائي، والتصميم الهندسي للمنصة البحرية باستخدام البرامج الحاسوبية المتخصصة التي تضمن سلامة واستقرار هيكل المنصة [1]، وتصميم الأنظمة الخاصة بالحفر التي تشمل نظام الحفر والتركيبات الهيدروليكية والميكانيكية والنظم الكهربائية، والتقنيات المستخدمة في الحفر التي تتطلب تجهيزات خاصة وتصاميم معينة للآلات والأدوات المستخدمة، وأخيرا الامتثال للمعايير الدولية الخاصة بتصميم وتشغيل المنصات البحرية وسلامة العمل فيها.

Copyright: © 2025 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

الدراسات السابقة

* هدفت دراسة Hansen, P., Pedrosa Filho, E. L., & Ribeiro, C (1992) [2] الى حل مشكلة تحديد المواقع وتحديد الحجم الامثل لمنصات الحفر البحرية باستخدام تقنيات MIP/MPSX وتقنية البحث العشوائي، كما تم استخدام برنامج (PETROBRAS) لشركة حكومية برازيلية مسؤولة عن استكشاف واستغلال وتوزيع النفط، و توصلت هذه الدراسة إلى أن استخدام التقنيات والبرامج السابقة له تأثير كبير في تحسين عملية تحديد المواقع وتحديد الحجم الامثل لمنصات الحفر البحرية وتقليل التكاليف.

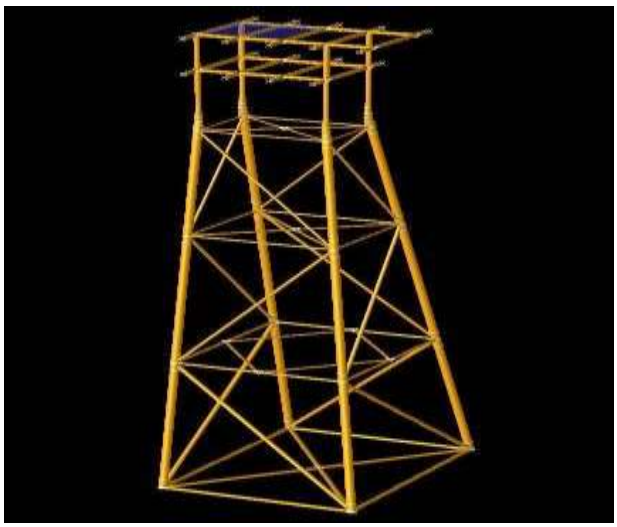
* قامت دراسة Gonçalves, M. M., Morooka, C. K., & Guilherme, I. R., (2014) [3] بتوضيح تأثير العوامل الجغرافية والاقتصادية والبيئية في اختيار موقع المنصات البحرية لإنتاج النفط، وذلك باستخدام نموذج تحليل متعدد المتغيرات لتحليل العوامل السابق ذكرها، تم تجميع البيانات من مصادر متعددة وتحليلها إحصائيًا، وأظهرت الدراسة أن عوامل مثل عمق المياه وتوفر المخزون النفطي والتكلفة الاقتصادية تؤثر بشكل ملحوظ في اختيار موقع المنصات البحرية لإنتاج النفط.

* بينت دراسة Smith, J. D., & Johnson, A. B , (2019) أهمية عدة عوامل مؤثرة في اختيار موقع المنصات البحرية لإنتاج النفط، مثل العوامل الجغرافية والتي أبرزها عمق المياه والمسافة بين الموقع والشاطئ بالإضافة إلى توفر المخزون النفطي ونوعية التربة البحرية، وأيضا العوامل الاقتصادية حيث تم تحديد تكلفة الإنشاءات والصيانة والتشغيل كعوامل حاسمة، والعوامل البيئية مثل الطقس والأمواج والتيارات البحرية والبيئة البحرية الحساسة. أوصت الدراسة بأخذ هذه العوامل فى الاعتبار عند اختيار موقع المنصات البحرية لإنتاج النفط.

*ركزت دراسة Hosseinzadeh, S., Etemad-Shahidi, A., & Stewart, R.A., (2023) [4] على عملية اختيار المواقع لإنشاء منصات بحرية للاستفادة من انتاج النفط والغاز من خلال تقييم الجوانب التقنية والاقتصادية والاجتماعية والبيئية لعملية اختيار الموقع، تم استخدام طريقة المراجعة النظامية لتقييم وتجميع الدراسات وتصنيفها وتحليلها. أظهرت النتائج أن معظم المناطق المدروسة تنتمي إلى الدول الأوروبية، وتم استخدام نتائج النماذج الرقمية بشكل رئيسي كبيانات المناخ البحري نظرًا للتغطية المحدودة والدقة المكانية والزمانية المنخفضة لمراقبة البويات والأقمار الصناعية. وقد اتضح أن البيئة واستخدام المسطحات البحرية هما القيود الرئيسية في عملية اختيار الموقع.

دراسة حالة

جمعت المعلومات من شركة مليتة للنفط والغاز لمنصة ثابتة تقع فى صبراتة، تبعد 130 كم عن الساحل الليبى، متبثة فى البحر بعمق 100 متر، نوع المنصة (Jacket) [5] كما هو مبين فى الشكل (1)، الأوزان والحمولات المطبقة موضحة فى الجدول (1).



الشكل 1: منصة من نوع (jacket).

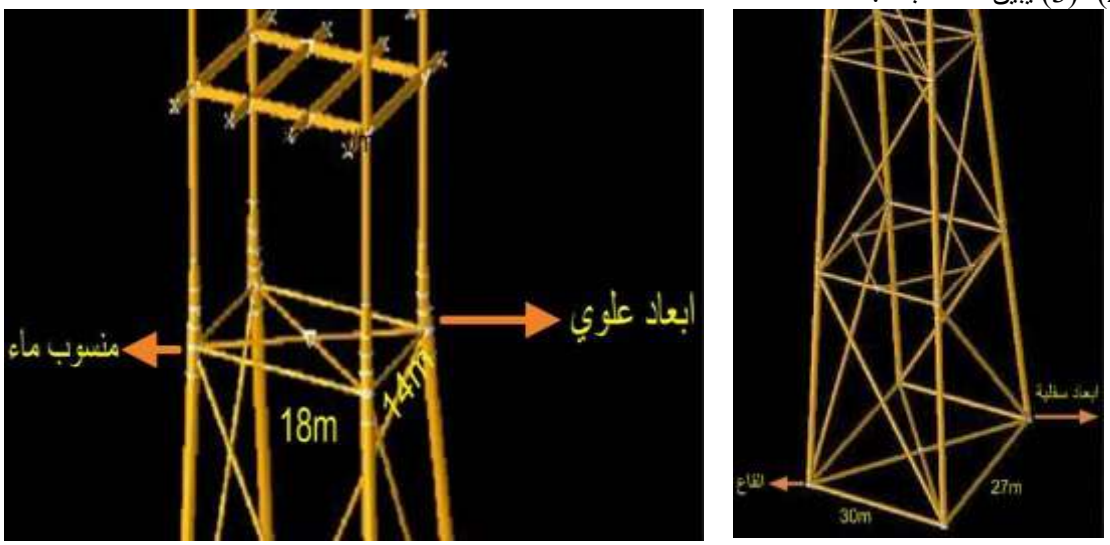
الجدول 1: مقدار الاوزان و الحمولات المطبقة

الحمولات المطبقة	الوزن (KN)
الحمولات الثابتة	2480
الحمولات المتحركة	420
وزن المعدات	2390
الحمولات المختلفة	590

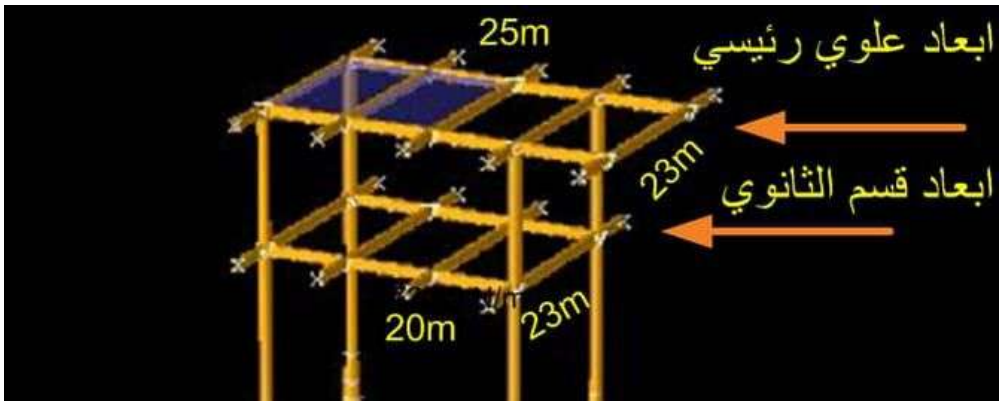
Copyright: © 2025 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

تتكون المنصة من أربعة قوائم تتألف من (204 عقدة) والإرتفاع الكلي للمنصة 123 متر، وأبعاد المنصة السفلية في قاع البحر (27m x 30m) عند منسوب 100 متر.

والأبعاد العلوية (18m x14m)، وأبعاد القسم العلوي الرئيسي (25m x 23m)، والقسم الثانوي (20m x23m). الشكل (2)، (3) يبين هذه الأبعاد.



الشكل 2: أبعاد المنصة السفلية فى قاع البحر، وأبعاد المنصة العلوية عند منسوب الماء



الشكل 3: الأبعاد العلوية الرئيسية للمنصة و أبعاد القسم الثانوي.

نمذجة الحمولات

الحمولات المطبقة على المنصة التي تم أخذها بعين الاعتبار في التحليل هي الحمولات الثابتة والمتحركة والحمولات البيئية، الجدول (2) يوضح الحمولات البيئية التي تتحملها المنصة مقارنة بالمنصات الأخرى.

الجدول 2: الظروف البيئية التي تتحملها المنصة مقارنة بالمنصات الاخرى

المنصات	سرعة الرياح (م/ث)	ارتفاع الموجة (سم)	الحد الأقصى لدرجة الحرارة ©	الحد الأدنى لدرجة الحرارة ©
حقل البورى	7.44	9	26	16
المنصة المراد تصميمها	5.12	8.5	24	14
حقل السلام	6.57	7.5	24	15

كما تم أخذ بعض الاعتبارات الخاصة مثل درجة الحرارة بسبب تأثيرها على المنشأة البحرية، والجدول (3) يوضح درجة حرارة المنصة المراد تصميمها مقارنة ببعض المنصات الأخرى.

Copyright: © 2025 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

الجدول 3: درجة حرارة الهواء للمنصة مقارنة بالمنصات الاخرى

المنصات	الحد الأقصى لدرجة الحرارة ©	الحد الأدنى لدرجة الحرارة ©
حقل البورى	35.5	5
المنصة المراد تصميمها	36	5
حقل السلام	36.5	5.5

التحليل البرمجي

في الدراسة الحالية تم استخدام برنامج (Structural Analysis Computer System)، واجراء التحليل الأستاتيكى للمنصة التي يمكن أن تستخدم في الساحل الليبي بناءً على المعطيات البيئية المتوفرة للوصول للبارامترات التصميمية اللازمة لاستقرار المنصة.

المدخلات الرئيسية فى البرنامج

من أهم المدخلات في برنامج (SACS) ، نوع المعدن وهندسة القسم العلوى فوق سطح الماء وعمق المياه وارتفاعها عند حدوث عاصفة والمعادلات الأساسية لحساب سرعة الرياح، بالإضافة لتأثير الموجة وتحديد قمتها، وبيانات التربة وأوزان المعدات والتجهيزات الملحقة ومواقعها.

الأسس الرياضية المعتمدة فى البرنامج

- مركبات حمولة الرياح المطبقة على المنصة البحرية والتي تعتبر من الحمولات الأساسية في التصميم تحسب وفق العلاقتين التاليتين:

$$F_x = F_w . A_x . C_z \quad \dots\dots\dots\dots (1)$$

$$F_y = F_w . A_y . C_z \quad \dots\dots\dots\dots (2)$$

حيث A_x A_y مساحات الأجزاء المعرضة للرياح وفق الإتجاهين x,y، C_z معامل الشد.

- يقوم البرنامج بتحديد الحالة الحركية للجسيمات المائية (السرعة والتسارع) في المنطقة المدروسة ثم يقوم المستخدم بتحديد نظرية الأمواج التي يتم اختيارها بالاعتماد على ثلاثة بارامترات رئيسية هي: العمق (d)، ارتفاع الموجة (h) ، والدور الموجي (T). ثم يتم حساب قوى الأمواج المطبقة على عناصر المنصة وفقاً لمعادلة موريسون [5] :

$$F = \frac{1}{2} \times CD \times \rho w \times Dv|V| + \frac{\pi \times D^2}{4} \times Cm \times \rho w \times a \quad \dots\dots \quad (3)$$

حيث (F) قوى الأمواج المؤثرة على العناصر، (V) السرعة، (a) التسارع، (CD) معامل السحب، (CM) معامل قصور الذاتي يعتمد على تحرير معامل الكتلة، كثافة ماء البحر (D)، قطر العنصر(m) . كلا من معاملي السحب ومعاملات القصور الذاتي تعتمد على رقم رينولدر وتعتمد على رقم كوليجان كابنتر.

$$K_C = \frac{U_{max} \times T}{D} \quad \dots\dots\dots\dots (4)$$

حيث (U_{max}) السرعة الأفقية، (T) فترة الموجة، (D) القطر.

النتائج

- تم حساب قوى القص وعزوم الدوران الأكبر وفق حالات التحميل كما هو مبين بالجدول (4).

الجدول 4: قوى القص وعزوم الدوران الأكبر وفق حالات التحميل للمنصة

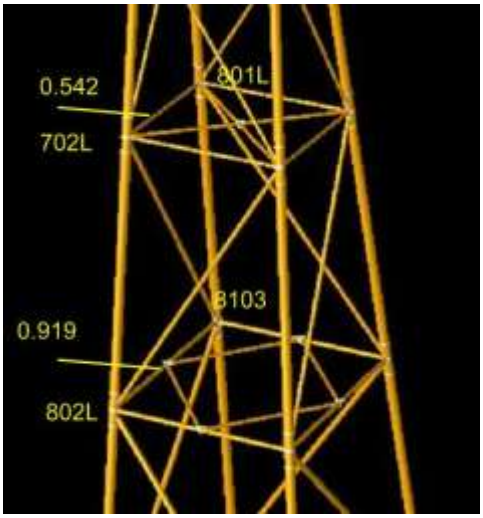
عزوم الدوران (KN.m)	قوى القص(KN)	اتجاه التحميل
1734	499	الشرق (12_38_35)
1988	589	الشمال (33_52_28)

Copyright: © 2025 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

- نسبة الاجهاد المطبق على العنصر مقارنة بالإجهاد (Unity Checks)، حيث أن الجدول (5) يوضح قسم من العناصر التي تراوحت فيها قيم التحقيق بين (0.5<UC< 1). والشكل (4) يوضح قيم تحقيقات العناصر عند قاعدة المنصة.

الجدول 5: قيم تحقيقات العناصر التي تتراوح قيمتها بين $(0.5 < UC < 1)$

العنصر	الاجهاد المسموح (UC)	الاجهاد المحوري (MPa)
70 2L - 80 1L	0.542	0.23
81 BD - 70 4L	0.838	0.21
80 4L - 83 FD	0.591	0.20
80 1L - 81 02	0.695	16.94
81 02 - 81 03	0.596	16.14
81 03 -80 2L	0.919	16.98
80 3L - 81 04	0.579	15.52



الشكل 4: قيم تحقيقات العناصر عند قاعدة المنصة.

الاستنتاجات

- تسمح نمذجة المنصات الثابتة من نوع JACKET باستخدام برنامج SACS بإجراء التحليل الاستاتيكى ضمن الساحل الليبي للحصول على قيم قوى القص وعزوم الدوران.
- تتعرض المنشأة لأكبر قيمة لقوى القص وعزوم الدوران من اتجاه الشمال مقارنة بباقي الاتجاهات.
- مكونات المنصة يتم تصميمها للحصول على متطلبات القوة والاستقرار، ذا كانت قيمة نسبة الإجهاد المطبق على العنصر مقارنة بالإجهاد المسموح أكبر من (1)، هذا يعنى أن العناصر تتعرض لحمولة زائدة ولا تستوفي المعايير المطلوبة.
- تم حساب إجهادات العناصر ومقارنتها بالإجهاد المسموح والحصول على قسم الاجهاد المسموح (UC) لجميع عناصر المنصة، وتم التوصل إلى أن نسبة الاجهاد المطبق مقارنة مع أعلى إجهاد مسموح لجميع عناصر المنصة (UC<1) محققة في ظروف التشغيل العادية وحتى في الظروف العاصفة، حيث أن المنصة ستكون قادرة على الصمود وتحقيق الأمان المطلوب.
- إن الشروط البيئية للساحل الليبي ملائمة لبناء المنصات البحرية واستثمار الثروات الباطنية المتوفرة في المنطقة، ولذلك أهمية كبيرة في دعم الاقتصاد الليبي.

التوصيات

- اجراء المزيد من الدراسات والتحليلات المتعمقة للظروف البيئية والهيدرولوجية السائدة في الساحل الليبي، مثل حركة الأمواج والتيارات البحرية لتحسين تصميم المنصة وضمان مقاومتها للظروف البيئية القاسية.
- اجراء تحليلات إضافية للتحميل الديناميكي والاهتزازات على المنصة لضمان استقرارها وتقليل الآثار السلبية على العاملين والمعدات.

Copyright: © 2025 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

- النظر في إمكانية تطوير القدرات المحلية في مجال تصنيع وتركيب وصيانة المنصات العائمة، لتعزيز الإستدامة والإعتماد على الموارد المحلية.
- اجراء دراسات جدوى شاملة لتقييم الجوانب الفنية والإقتصادية والبيئية للمشروع، وضمان تحقيق أقصى قدر من المنافع للمجتمع المحلي والإقتصاد الوطني.

Compliance with ethical standards

Disclosure of conflict of interest

The author(s) declare that they have no conflict of interest.

المراجع

[1] Gomathinayagam, S., Vendhan, C. P., & Shanmugasundaram, J. (2000). Dynamic effects of wind loads on offshore deck structures - A critical evaluation of provisions and practices. Journal of Wind Engineering and Industrial Aerodynamics, 84(3), 345-367.

[2] Goncalves, M., M., & Morooka, C., K.,& Guilherme, I., R.,(2014), Selection of an Offshore Petroleum Production System by Evaluating an Environmental Impact Index, Interational conference on offshore mechanics and arctic engineering, https://doi.org/10.1115/OMAE2014-23461 .

[3] Hansen, P., & Pedrosa, E., L., & Ribeiro, C., (1992), Location and sizing of offshore platforms for oil exploration, European journal of operational research, 58(2), 202-214

[4] Hosseinzadeh, S., Etemad-Shahidi, A., & Stewart, R.A., (2023), Site Selection of Combined Offshore Wind and Wave Energy Farms: A Systematic Review, energies, https://www.mdpi.com/journal/energies .

[5] Faseela, A., & Jayalakshmi, R. (2015). In-Place Strength Evaluation of Jacket Platforms and Optimization of Bracing Configurations. International Journal of Research in Advent Technology, Special Issue, 121-125. `

[6] Xylia, M., Passos, M. V., Piseddu, T., & Barquet, K. (2023). Exploring multi-use platforms: A literature review of marine, multifunctional, modular, and mobile applications (M4s). Heliyon, 9(16372), 1-18.

[7] Aditya, B.A., & Elyanto, R. Y., (2012). Structure Strength Analysis Conventional Pile Fixed Jacket Platform in Natuna Sae Using Finite Element Method. Kapal jural llmu pengetahuan dan teknologi kelautan,, 8(3), 151-160.

[8] Borthwick, A. G., & Herbeert, D. M. (1988). Loading and Response of Small Diameter Flexibly Mounted Cylinder In Wave. Journal of Fluids and Structures, 2, 479-501.

Disclaimer/Publisher's Note: The statements, opinions, and data contained in all publications are solely those of the individual author(s) and contributor(s) and not of **LJCAS** and/or the editor(s). **LJCAS** and/or the editor(s) disclaim responsibility for any injury to people or property resulting from any ideas, methods, instructions, or products referred to in the content.

Copyright: © 2025 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).