



مجلة ستاردوم

لِلدِّرَاسَاتِ الطَّبِيعِيَّةِ وَالْهَنْدَسِيَّةِ

— مجلة علمية محكمة تصدر عن أكاديمية ومركز ستاردوم —
لِلدِّرَاسَاتِ وَالْأَبْحَاثِ الْعِلْمِيَّةِ | الْعَدَدُ الْأَوَّلُ - لِعَامِ 2023

رقم الايداع الدولي: 2647



بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ
الْحَمْدُ لِلَّهِ الَّذِي
خَلَقَ السَّمَوَاتِ وَالْأَرْضَ
وَالَّذِي يُضَوِّبُ الْمَوْتِ
وَالَّذِي يُضَوِّبُ الْمَوْتِ
وَالَّذِي يُضَوِّبُ الْمَوْتِ

كلمة المشرف العام لمجلة ستاردوم

”

يعتبر البحث العلمي ركيزة أساسية من ركائز أي صرح علمي متين، وهو دليلٌ على مدى وعي ونضوج أصحاب هذا الصرح في سبيل خدمة مجتمعاتهم من خلال معالجة قضايا تلامس واقعاً مُعاش وموجود، ويتطلب تحقيق أهداف البحث العلمي إلى تشجيع التواصل العلمي بين الباحثين خاصةً إذا كانت المجلة تتيح المجال للباحثين من مختلف البلدان والثقافات.

وهذا ما تركز عليه المجلة، والتي تصدر عن جامعة ستاردوم، وإننا إذ نفتح المجال للباحثين والباحثات للمشاركة في المجلة من خلال أبحاث ومواضيع نوعية ومتميزة لم يطرقتها أبواب البحث العلمي.

ولهذا ومن خلال إصدار العدد الأول، لأول مجلة علمية من سلسلة مجلات ستاردوم، فإننا ندعو جميع الباحثين والمهتمين للمشاركة معنا، والباب مفتوح للجميع .

◀ **ختاماً:** نتمنى أن تكون موضوعات العدد الأول للمجلة مفيدة، وتطرق وتلامس مجالات اهتمام الجميع.

د. ميسون محمد النباهين

المشرف العام



بسم الله الرحمن الرحيم

الحمد لله رب العالمين، والصلاة والسلام على معلم البشرية، وخاتم النبيين والمرسلين.

أما بعد:

مجلة العلوم الطبيعية والهندسية هي مجلة ضمن مجلات أكاديمية ستاردوم للدراسات والأبحاث العلمية و التي تُعنى بنشر الأبحاث المندرجة ضمن العلوم الهندسية والعلوم الطبيعية، وفروعهما من دراسات بحثية رصينة تقدم للعلم جديد المعرفة وأفذاذ الباحثين، بما يخدم المجتمع ويحل مشاكله ويلبي كل متطلباته.

هذه المجلة تضم في هيئة تحريرها نخبة من الأساتذة الأكاديميين، الاختصاصيين في كل فروع العلوم الطبيعية والهندسية من مختلف الجامعات العربية، تطمح أن تكون ضمن المجلات المرموقة في مجالها بأبحاثها المتميزة، التي تقدم الأصالة والابتكار في دراستها المنشورة، وتصنع ملاذًا آمنًا للإبداع؛ إذ تعرض البحوث على خبراء محكمين يقيمونها؛ لتخرج بأفضل صورة، وأبهى حلة سائغة للدارسين والباحثين والمهتمين في مجالها.

بدأت المجلة مشوارها لهذا العام وتعتزم في خطتها أن تكون دورية فصلية كل ثلاثة أشهر. وقد صدر عددها الأول لشهر يونيو بمجموعة من الأبحاث المتميزة، التي تعدّ إضافة علمية جديدة في مجالها. المجلة تأسست لتكون فريدة عن غيرها، وسباقه في مجالها يشار إليها بالبنان، وهذا فضل الله، ثم جهود جنودها المجهولين من هيئة التحرير إلى آخر موظف ساهم في صف وطباعة أعدادها.

التزمت المجلة من أول وهلة في انطلاقها بالمعايير المتبعة في المجلات العالمية، وهذا يعطي الأبحاث المنشورة قيمة علمية ومصداقية وثبات، من خلال اتخاذ كل الإجراءات المتبعة، بدءًا بعملية فحص نسبة الاقتباس ومرحلة التحكيم السري، التي تضمن الحيادية في نتائجه لضمان أفضل نتيجة تحكيم، دون تحيز مع المحكم أو الباحث، وإخراج البحث بصورة مثلى تفيد الاختصاصيين والمهتمين.

نشكر كل من ساهم في صدور هذا العدد الأول من باحثين، ومحكمين، وأكاديميين، وإداريين، وفنيين في أكاديمية ستاردوم للدراسات والبحوث، وندعو كل الباحثين والمهتمين ضمن مجال أهداف المجلة لإرسال أبحاثهم عبر إيميلات المجلة ورئاسة تحريرها؛ لتجد أبحاثهم موقعها في مجلتهم المميزة، التي ستصدر بانتظام كل ثلاثة أشهر ضمن سياسة المجلة، وسيكون العدد القادم إن شاء الله في شهر سبتمبر المقبل.

نسأل الله للجميع التوفيق والنجاح بما يخدم العلم والعلماء في شتى بقاع الأرض؛ لنكون شمعة يستضيئ بنورها كل من أراد إزاحة الظلام، ويتمتع بدفئها أهل العلم والمعرفة في أي مكان و أي زمان مع خالص تقديري للجميع و الشكر الخاص لإدارة أكاديمية ستاردوم للدراسات والبحوث لما قدموه من تسهيلات وإجراءات لانطلاق هذا العدد.

رئيس التحرير

أ.د. حميد محمد الجبر

هيكلة أكاديمية ستاردم للدراسات الطبيعية والهندسية

رئيس التحرير

أ.د حميد محمد محمد الجبر - اليمن

مدير التحرير

د. محمد سعود الكوسي - تركيا

المدقق اللغوي

أ.د جهاد يوسف العرجا - فلسطين

عضو هيئة تحرير

د. مكّي مهدي عبد المحسن - العراق

د.منذر محمد الحاج أحمد - السودان

د. تامر سعد فطاير - فلسطين

د. فيصل احمد النهمي - اليمن

د. شريف نصر مخادمه - الإمارات

عضو لجنة علمية

أ.د. مديحة حمودي حسين - العراق

أ.د. ضياء عبد المحسن حسن - العراق

أ.د. أمين محمد احمد الواسعي - اليمن

أ.د. عطا الله مخلف - العراق

أ.د. محمد بنمسعود - المغرب

أ.د. رعد حمدان ظاهر - العراق

أ.د. منير أحمد سمور - فلسطين

أ.د. طه أحمد عليوي - العراق

أ.د. محمد عبد الفتاح الحوت - ماليزيا

د. محمد علي محمد الفقيه - اليمن

د. البشير بن الصغير - الجزائر

د. عصام عاطف داود - فلسطين

د.سمير عبد العزيز الرميمة - اليمن

د.محمد عوض عوض الله - فلسطين

عناوين الأبحاث

- ▶ Using Ultra-Valuate SWCNT Vee-Dipole for Modern Applications, Sara Sabah Allamy, Mustafa Kurt, Taha A. Elwi, Mohammed Elwi, Kiran Chand Ravi, and Jayendra Kumar
- ▶ Prevalence of Human Cytomegalovirus (CMV) infection in Antenatal Women in Yarim Region, Yemen, Mohammed Ali Al Fakih, Hamid Mohammed Al-Gabr
- ▶ Coastal Sabkhas in the Libyan coast extending from the Gulf of Ain El-Ghazala to the Gulf of Pemba in northeastern Libya, a study in geomorphology, Dr. Alaa Jaber Fathallah Al-Darrat - University of Tobruk
- ▶ DEPENDENCE OF SLOT OPTICAL POWER ON DEPENDENCE, Nouredin M. Ibrahim / Istanbul, Türkiye
- ▶ A Note on Some K^h -Generalized Recurrent Finsler Space of Higher Order, Adel Mohammed Ali Al-Qashbari -Aden, University of Aden, Yemen
- ▶ Potential Electromagnetic Researches based Artificial Material Structures for Advanced Photonics Devices, Taha A. Elwi¹, Mohammed Elwi², Yasir al-adhami³, Ammar Al-Adhami

Stardom Journal for Natural and Engineering Sciences (SJNES)



Introduction

Aims and Scope:

The stardom Journal for Natural and Engineering sciences is a journal for the publication of peer reviewed, original research for all aspects of Natural Sciences and Engineering Sciences.

This journal provides a forum for the discussion of Natural and Engineering sciences problems around the world and for the presentation of results. It is aimed only at the Natural and Engineering sciences.

Research Areas Include, but are not exclusive to:

- Biology and biomedical engineering
- Environmental Sciences
- Chemistry studies and Chemical Engineering
- Physics studies
- Material Studies
- Mathematics
- Computer Sciences and engineering
- Civil Engineering
- Area Engineering
- Environmental Engineering
- Telecommunications Engineering and networking

- Computer Engineering
- Electrical Engineering
- Agriculture Engineering
- Human-machine systems
- Space exploration
- Renewable energy
- Power systems and control
- Artificial intelligence and its applications
- Theoretical studies

Papers submitted should address Stardom Natural and Engineering sciences issues using a range of techniques e.g. case studies, observational and theoretical analyses, the application of science, engineering and technology to questions of environmental concern or mathematical and computer modeling techniques with the aim of informing both the researcher and practitioner.



Before You Begin

Conflict of interest

All authors are requested to disclose any actual or potential conflict of interest including any financial, personal or other relationships with other people or organizations within three years of beginning the submitted work that could inappropriately influence, or be perceived to influence, their work.

Submission declaration and verification

Submission of an article implies that the work described has not been

published previously (except in the form of an abstract or as part of a published lecture or academic thesis or as an electronic preprint, that it is not under consideration for publication elsewhere, that its publication is approved by all authors and tacitly or explicitly by the responsible authorities where the work was carried out, and that, if accepted, it will not be published elsewhere in the same form, in English or in any other language, including electronically without the written consent of the copyright-holder.

Changes to authorship

This policy concerns the addition, deletion, or rearrangement of author names in the authorship of accepted manuscripts:

Before the accepted manuscript is published in an online issue:

Requests to add or remove an author, or to rearrange the author names, must be sent to the Journal Manager from the corresponding author of the accepted manuscript and must include: (a) the reason the name should be added or removed, or the author names rearranged and (b) written confirmation (e-mail, fax, letter) from all authors that they agree with the addition, removal or rearrangement. In the case of addition or removal of authors, this includes confirmation from the author being added or removed. Requests that are not sent by the corresponding author will be forwarded by the Journal Manager to the corresponding author, who must follow the procedure as described above. Note that: (1) Journal Managers will inform the Journal Editors of any such requests and (2) publication of the accepted manuscript in an online issue is suspended until authorship has been agreed.

After the accepted manuscript is published in an online issue: Any

requests to add, delete, or rearrange author names in an article published in an online issue will follow the same policies as noted above and result in a corrigendum..

Role of the funding source

You are requested to identify who provided financial support for the conduct of the research and/or preparation of the article and to briefly describe the role of the sponsor(s), if any, in study design; in the collection, analysis and interpretation of data; in the writing of the report; and in the decision to submit the article for publication. If the funding source(s) had no such involvement then this should be stated.

Language

Please write your text in good English (American or British usage is accepted, but not a mixture of these). Authors who feel their English language manuscript may require editing to eliminate possible grammatical or spelling errors and to conform to correct scientific English may wish to use the English Language Editing

Submission

Submission to this journal proceeds totally online and you will be guided stepwise through the creation and uploading of your files. The system automatically converts source files to a single PDF file of the article, which is used in the peer-review process. Please note that even though manuscript source files are converted to PDF files at submission for the review process, these source files are needed for further processing after acceptance.

Referees

Please submit, with the manuscript, the names and addresses of at least three potential referees.



Preparation

Use of word-processing software

It is important that the file be saved in the native format of the word processor used. The text should be in single-column format. Keep the layout of the text as simple as possible. Most formatting codes will be removed and replaced on processing the article. In particular, do not use the word processor's options to justify text or to hyphenate words. However, do use bold face, italics, subscripts, superscripts etc. When preparing tables, if you are using a table grid, use only one grid for each individual table and not a grid for each row. If no grid is used, use tabs, not spaces, to align columns. The electronic text should be prepared in a way very similar to that of conventional manuscripts.

Note that source files of figures, tables and text graphics will be required whether or not you embed your figures in the text.

To avoid unnecessary errors, you are strongly advised to use the 'spell-check' and 'grammar-check' functions of your word processor.

Please **do not** add line numbering to the text document.

Article structure

Subdivision – numbered sections

Divide your article into clearly defined and numbered sections.

Subsections should be numbered 1.1 (then 1.1.1, 1.1.2, ...), 1.2, etc.

(the abstract is not included in section numbering). Use this numbering also for internal cross–referencing: do not just refer to 'the text'. Any subsection may be given a brief heading. Each heading should appear on its own separate line.

Introduction

State the objectives of the work and provide an adequate background, avoiding a detailed literature survey or a summary of the results.

Material and methods

Provide sufficient detail to allow the work to be reproduced. Methods already published should be indicated by a reference: only relevant modifications should be described.

Results

Results should be clear and concise.

Discussion

This should explore the significance of the results of the work, not repeat them. A combined Results and Discussion section is often appropriate. Avoid extensive citations and discussion of published literature.

Conclusions

The main conclusions of the study must be presented in a short Conclusions section, which may stand alone or form a subsection of a Discussion or Results and Discussion section.

Essential title page information

- **Title.** Concise and informative. Titles are often used in information–

retrieval systems. Avoid abbreviations and formulae where possible.

- **Author names and affiliations.** Where the family name may be ambiguous (e.g., a double name), please indicate this clearly. Present the authors' affiliation addresses (where the actual work was done) below the names. Indicate all affiliations with a lower-case superscript letter immediately after the author's name and in front of the appropriate address. Provide the full postal address of each affiliation, including the country name and, if available, the e-mail address of each author.

- **Corresponding author.** Clearly indicate who will handle correspondence at all stages of refereeing and publication, also post-publication. **Ensure that phone numbers (with country and area code) are provided in addition to the e-mail address and the complete postal address. Contact details must be kept up to date by the corresponding author.**

- **Present/permanent address.** If an author has moved since the work described in the article was done, or was visiting at the time, a 'Present address' (or 'Permanent address') may be indicated as a footnote to that author's name. The address at which the author actually did the work must be retained as the main, affiliation address. Superscript Arabic numerals are used for such footnotes.

Abstract

A concise and factual abstract is required. The abstract should state briefly the purpose of the research, the principal results and major conclusions. An abstract is often presented separately from the article, so it must be able to stand alone. For this reason, References should be avoided, but if essential, then cite the author(s) and year(s). Also, non-

standard or uncommon abbreviations should be avoided, but if essential they must be defined at their first mention in the abstract itself. Not more 250 words.

Graphical abstract

A Graphical abstract is optional and should summarize the contents of the article in a concise, pictorial form designed to capture the attention of a wide readership online. Authors must provide images that clearly represent the work described in the article. Graphical abstracts should be submitted as a separate file in the online submission system. Image size: Please provide an image with a minimum of 531×1328 pixels (h \times w) or proportionally more. The image should be readable at a size of 5×13 cm using a regular screen resolution of 96 dpi. Preferred file types: TIFF, EPS, PDF or MS Office files.

Highlights

Highlights are mandatory for this journal. They consist of a short collection of bullet points that convey the core findings of the article and should be submitted in a separate file in the online submission system. Please use 'Highlights' in the file name and include 3 to 5 bullet points (maximum 85 characters, including spaces, per bullet point).

Keywords

Immediately after the abstract, provide a maximum of 6 keywords, using American spelling and avoiding general and plural terms and multiple concepts (avoid, for example, 'and', 'of'). Be sparing with abbreviations: only abbreviations firmly established in the field may be eligible. These keywords will be used for indexing purposes.

Acknowledgements

Collate acknowledgements in a separate section at the end of the article before the references and do not, therefore, include them on the title page, as a footnote to the title or otherwise. List here those individuals who provided help during the research (e.g., providing language help, writing assistance or proof reading the article, etc.).

Math formulae

Present simple formulae in the line of normal text where possible and use the solidus (/) instead of a horizontal line for small fractional terms, e.g., X/Y . In principle, variables are to be presented in italics. Powers of e are often more conveniently denoted by exp. Number consecutively any equations that have to be displayed separately from the text (if referred to explicitly in the text).

Footnotes

Footnotes should be used sparingly. Number them consecutively throughout the article, using superscript Arabic numbers. Many word processors build footnotes into the text, and this feature may be used. Should this not be the case, indicate the position of footnotes in the text and present the footnotes themselves separately at the end of the article. Do not include footnotes in the Reference list.

Table footnotes

Indicate each footnote in a table with a superscript lowercase letter.

Artwork

Electronic artwork

General points

- Make sure you use uniform lettering and sizing of your original artwork.
- Save text in illustrations as 'graphics' or enclose the font.
- Only use the following fonts in your illustrations: Arial, Courier, Times, Symbol.
- Number the illustrations according to their sequence in the text.
- Use a logical naming convention for your artwork files.
- Provide captions to illustrations separately.
- Produce images near to the desired size of the printed version.
- Submit each figure as a separate file.

Formats

Regardless of the application used, when your electronic artwork is finalized, please 'save as' or convert the images to one of the following formats (note the resolution requirements for line drawings, halftones, and line/halftone combinations given below):

EPS: Vector drawings. Embed the font or save the text as 'graphics'.

TIFF: Color or grayscale photographs (halftones): always use a minimum of 300 dpi.

TIFF: Bitmapped line drawings: use a minimum of 1000 dpi.

TIFF: Combinations bitmapped line/half-tone (color or grayscale): a minimum of 500 dpi is required.

If your electronic artwork is created in a Microsoft Office application (Word, PowerPoint, Excel) then please supply 'as is'.

Please do not:

- Supply files that are optimized for screen use (e.g., GIF, BMP, PICT, WPG); the resolution is too low;

- Supply files that are too low in resolution;
- Submit graphics that are disproportionately large for the content.

Color artwork

Please make sure that artwork files are in an acceptable format (TIFF, EPS or MS Office files) and with the correct resolution. If, together with your accepted.

Please note: Because of technical complications which can arise by converting color figures to 'gray scale' (for the printed version should you not opt for color in print) please submit in addition usable black and white versions of all the color illustrations.

Figure captions

Ensure that each illustration has a caption. Supply captions separately, not attached to the figure. A caption should comprise a brief title (**not** on the figure itself) and a description of the illustration. Keep text in the illustrations themselves to a minimum but explain all symbols and abbreviations used.

Tables

Number tables consecutively in accordance with their appearance in the text. Place footnotes to tables below the table body and indicate them with superscript lowercase letters. Avoid vertical rules. Be sparing in the use of tables and ensure that the data presented in tables do not duplicate results described elsewhere in the article.

References

Citation in text

Please ensure that every reference cited in the text is also present in

the reference list (and vice versa). Any references cited in the abstract must be given in full. Unpublished results and personal communications are not recommended in the reference list, but may be mentioned in the text. If these references are included in the reference list they should follow the standard reference style of the journal and should include a substitution of the publication date with either 'Unpublished results' or 'Personal communication'. Citation of a reference as 'in press' implies that the item has been accepted for publication.

Web references

As a minimum, the full URL should be given and the date when the reference was last accessed. Any further information, if known (DOI, author names, dates, reference to a source publication, etc.), should also be given. Web references can be listed separately (e.g., after the reference list) under a different heading if desired, or can be included in the reference list.

References in a special issue

Please ensure that the words 'this issue' are added to any references in the list (and any citations in the text) to other articles in the same Special Issue.

Reference style

Text: Indicate references by number(s) in square brackets in line with the text. The actual authors can be referred to, but the reference number(s) must always be given.

Example: '..... as demonstrated [3,6]. Barnaby and Jones [8] obtained a different result'

List: Number the references (numbers in square brackets) in the list in the order in which they appear in the text.

Examples:

Reference to a journal publication:

[1] J. van der Geer, J.A.J. Hanraads, R.A. Lupton, The art of writing a scientific article, J. Sci. Commun. 163 (2010) 51–59.

Reference to a book:

[2] W. Strunk Jr., E.B. White, The Elements of Style, fourth ed., Longman, New York, 2000.

Reference to a chapter in an edited book:

[3] G.R. Mettam, L.B. Adams, How to prepare an electronic version of your article, in: B.S. Jones, R.Z. Smith (Eds.), Introduction to the Electronic Age, E-Publishing Inc., New York, 2009, pp. 281–304.

Submission checklist

The following list will be useful during the final checking of an article prior to sending it to the journal for review. Please consult this Guide for Authors for further details of any item.

Ensure that the following items are present:

One author has been designated as the corresponding author with contact details:

- E-mail address
- Full postal address
- Phone numbers

All necessary files have been uploaded, and contain:

- Keywords

- All figure captions
- All tables (including title, description, footnotes)

Further considerations

- Manuscript has been 'spell-checked' and 'grammar-checked'
- References are in the correct format for this journal
- All references mentioned in the Reference list are cited in the text, and vice versa
- Permission has been obtained for use of copyrighted material from other sources (including the Web)
- Color figures are clearly marked as being intended for color reproduction on the Web (free of charge) and in print, or to be reproduced in color on the Web (free of charge) and in black-and-white in print
- If only color on the Web is required, black-and-white versions of the figures are also supplied for printing purposes

Using Ultra-Valuate SWCNT Vee-Dipole for Modern Applications

Sara Sabah Allamy¹, Mustafa Kurt¹, Jayendra Kumar², Kiran Chand Ravi², and Taha

A. Elwi³

¹Kirsehir Ahi Evran University Institute of Science and Technology, Kirsehir, Turkey

²School of Electronics Engineering (SENSE), VIT-AP University, Inavolu, Amaravathi,

Andhra Pradesh-522 237, India

³Ministry of Higher Education and Scientific Research, International Applied and

Theoretical Research Center (IATRC), Baghdad Quarter, Iraq

Abstract:

In interconnect electronic chip applications; nano-optical antennas have sparked a lot of attention. Some research has been conducted out in this work utilizing semi-classical electromagnetic-quantum theory to realize the feasibility of employing seat Single Wall Carbon Nanotube (SWCNT) based dipole antennas for optical systems. Two distinct SWCNT indices (10,10) and (21,21) were investigated and compared with identical dipoles. These two SWCNT types are invoked because they have high plasmonic conductivity in comparison to their identical with different indices. To assess the suggested antenna performance, the material parameters of the proposed nanostructures are extracted from a quantum model. Initial resonance was detected at

230THz and 150THz, respectively, for the proposed antennas based on SWCNT (21,21) and SWCNT (10,10).

Keywords: SWNT, THz, optical, antenna.

1. Introduction

Now is the time to introduce rapid transformations in artificial materials based on nano-scale structures and met material inclusions in order to speed up the development of modern photonic devices that have been hampered by a number of issues such as availability, inerrability, reconfigurability, immutability, and maintainability in which the material electromagnetic specifications are critical to play the major role. Photonics design standards are seldom eased, despite the rigorous obstacles. As a result of photonics design requirements, performance measurements are frequently in contradiction [2]. Furthermore, conventional materials have several inherent limitations, including the difficulty of engineering them to provide the required constitutive electromagnetic parameters over a bandwidth, low efficiency due to inherent losses due to surface waves, and difficulties in achieving high polarization purity. Nonetheless, integrating photonics devices with electrical devices increases their size, complexity, and expense. Therefore, it is the subject of the proposed research to develop novel photonic devices to cope with the demanding requirements utilizing nano-scale structures. Modern photonics designs have progressed to a level of sophistication that earlier

generations could not have imagined. Modern photonics designs that fulfill current industrial and biological requirements can be built for future generations using nanoscale and met material architectures. The suggested photonics designs are studied for optical antenna, antireflection layers, and flat lenses applications in order to take advantage of various technological advancements.

Based on the semi-classical Slepian model of ballistic conductivity of SWCNT presented in [6], SWCNT characteristics are computed in terms of complex permeability $\epsilon = \epsilon' + j\epsilon''$. Such conductivity is determined by the SWCNT index, which is calculated as:

$$\sigma_{cn}(\omega) = \frac{je^2\omega}{\pi^2\hbar a} \left\{ \frac{1}{\omega(\omega - j\nu)} \sum_{s=1}^m \int_{FBZ} \frac{\partial F_c}{\partial p_z} \frac{\partial \epsilon_c}{\partial p_z} dp_z + 2 \sum_{s=1}^m \int_{FBZ} \epsilon_c |R_{vc}|^2 \frac{F_c - F_v}{\hbar^2 \omega(\omega - j\nu) - 4\epsilon_c^2} dp_z \right\} \quad (1)$$

It is the matrix element for SWCNT [6], where $\nu = 1$ is the relaxation frequency, \hbar is the normalized Planck constant, 1.054571034 Js, e is electron charge, 1.6021019 C, and $F_{c,v}$ is the Fermi distribution and electron distribution relationship function of carbon nanotube, a SWCNT radius, p_z probability of electron trajectory, ω is the angular conductivity, ϵ_c the electromagnetic permittivity at static, m is the SWCNT index, and R_{vc} resistivity at DC, respectively.

The suggested antennas are compared to their SILICON–based counterparts. In the optical regime, silicon as a conductive material has a negative $\text{Re}(r)$ spectrum with tolerable losses. This is due to plasmonic movements in the metallurgical components, as discussed in the electron–gas model of metallic bonding [8]. As a result, the Drude–Lorentz model is used to represent the provided complicated relative permittivity in [1]:

$$\varepsilon_r(\omega) = \varepsilon_\infty + \frac{(\varepsilon_s - \varepsilon_\infty)\omega_0^2}{\omega_0^2 - \omega^2 + j\gamma\omega\omega_0} - \frac{\omega_D^2}{\omega^2 - j\omega\tau\omega} = \varepsilon_r' + j\varepsilon_r'' \quad (2)$$

where ε_s is the low frequency permittivity, ω_0 is angular frequency resonance, γ is the damping factor of oscillation, ω_D is plasma resonance frequency, and ω_τ is the collision frequency.

2. Quantum Conductivity of SWCNT

Since the discovery of the CNT in 1993 [3], several applications have emerged such as nanoscale antennas based on CNT s [9] and CNT arrays [4] which facilitate highly integrated and functionalized devices at IR, optical, and Terahertz frequencies for wireless devices with enhanced bandwidth, speed, and miniaturization [5]. CNT s are characterized by their high aspect ratio [6], an electrical conductivity several times larger than Cu [7], large relative permittivity [8], and geometrical dispersion, see Fig. 1, at plasmonic frequencies [9]. In spite of their high electrical conductivity, CNT s lack free electrons because of the high stability of the covalent carbon π bonds of the rolled graphene sheet [10]. This high conductivity has been explained in terms of a ballistic

conductor model which transfers electrical current through excited electrical charges moving along the σ bonds [11].

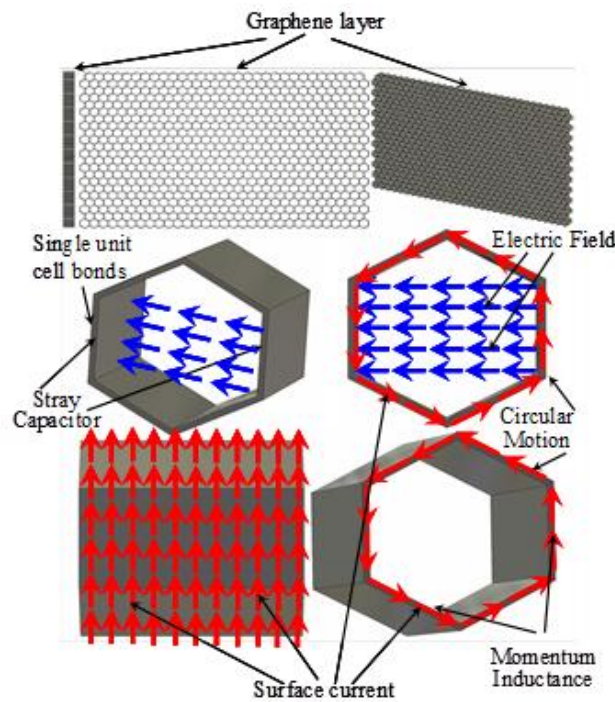


Fig. 1: Electrical dispersion conductivity [5].

3. Design Aspects and Considerations

Many scientific groups have been interested in closed cylindrical forms of graphene sheets that make up 1D SWCNT structures since Sumio Iijima [2] discovered them in 1991. SWCNT structures are essentially made up of a single extruded graphene sheet; to make a single nanotube, and a thickness of 0.142 nm on a specified center.

The realistic shape of the SWCNT structure is represented as a 3D closed-rolled graphene sheet as a seamless cylinder in the proposed study. However, the conductivity function in equation (1) is in 1D form, and it is transformed into a 3D form using the first

kind of Bessel functions $J_0([a_0 - a_i]s)$ and $J_1([a_0 - a_i]s)$. However, the estimated 3D conductivity is transformed according to [5] to determine the SWCNT complex permittivity (ϵ). As a result, a numerical analytics-based CSTMWS is used to complete these tasks, as shown in Table 1 [8].

For this section, both considered SWCNTs are modeled inside CSTMWS environments based numerical analysis [1] and validated with Advanced Design Systems software package [4] based analytical simulations. As seen in Fig. 2, the SWCNT S-parameters that are evaluated from both CSTMWS and ADS are agreed to each other very well.

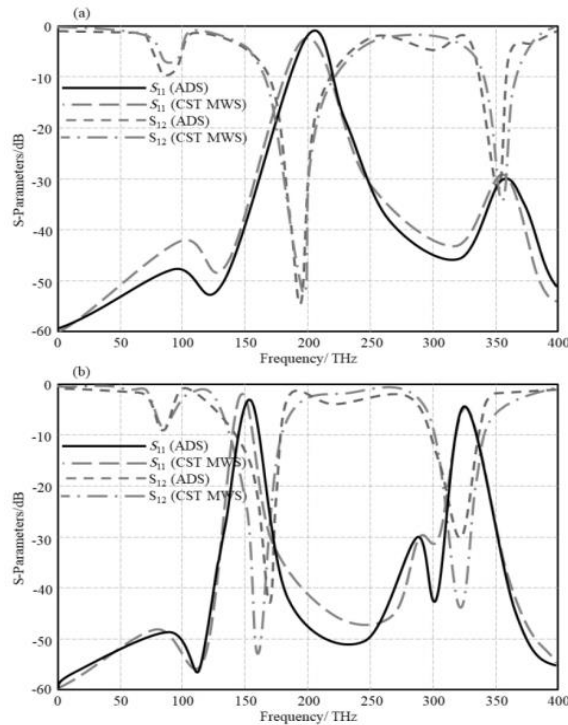


Fig. 2; Evaluated S-parameters spectra: (a) for SWCNT_(10,10) and (b) for

SWCNT_(21,21).

Table 1; The phenomenological parameters of the proposed materials.

SWCNT	Q_E	Q_q	L_M	L_k
10,10	5.1pF	6.5fF	6.7nH	0.2pH
21,21	6.3pF	1.1fF	8.1nH	0.7pH

On the silver ground plane layer, the proposed antennas are built as a vertically aligned dipole structure. The suggested dipoles are made from two distinct types of materials: SWCNT and SILICONE. As a result, two dipoles are proposed (see Fig. 3): The first model is based on a SWCNT(10,10) with a SILICON-based equivalent of the same dimensions, while the second is based on a SWCNT(10,10) with a SILICON-based equivalent of the same dimensions (21,21). It is good to mention that these two SWCNT types are considered because they have high plasmonic conductivity in comparison to their identical with different indices [7]. SWCNT models are built from a single sheet of realistic extruded graphene, whereas SILICONE antennas are made from supplied silicon wires. A 20 nm 20 nm planar square layer was used to create the silver ground plane. The ground plane dimensions are calculated using the required separation distances between SILICONE arrays as given in [2]. Material attributes are presented and contrasted in Table 3 based on phenomenological criteria.

Table 3;The phenomenological parameters of the proposed materials.

Material	γ (e.V)	τ (ps)	Reference
SWCNT _(10,10)	3.059	0.011	6
SILICON	3.504	0.068	16
SWCNT _(21,21)	4.067	0.019	11
Silver	2.076	0.036	15

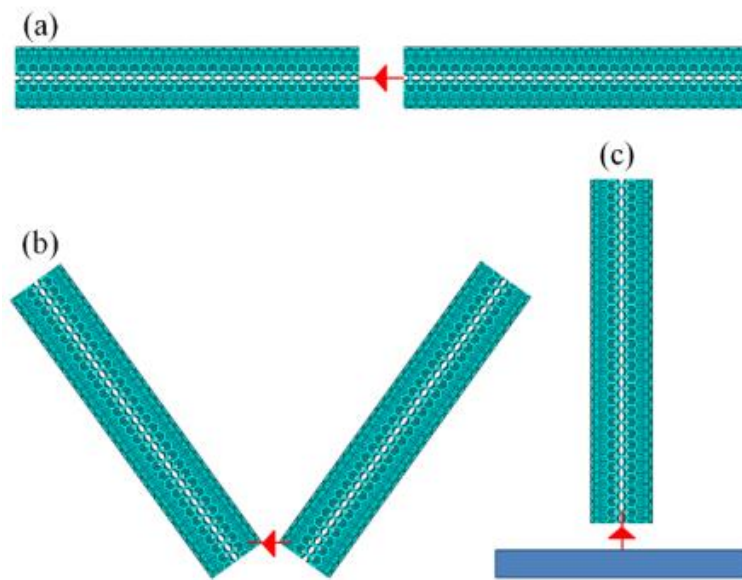


Fig. 3; Antenna geometries: (a) regular dipole, (b) Vee-dipole, and (c) monopole.

4. Results and Discussions

S11, r spectrum, and radiation patterns of the antennas suggested in this paper are all described. The suggested antenna performance is evaluated by CSTMWS. In Fig. 4.1, the S11 and r spectra for SWCNT ((10,10)) are shown. The suggested antenna was discovered to have a frequency resonance (f_0) at 230THz in one mode and 347THz

in the other. The first mode has a bandwidth (B.W.) of $|S_{11}| - 10\text{dB}$, 35THz, whereas the second mode has a B.W. of $|S_{11}| - 10\text{dB}$, 35THz. It displays 6THz. The antenna, on the other hand, exhibits 0.77 r at 230THz and 0.54 r at 347THz. Due to plasmonic effects, r at 230THz was found to be greater than r at 347THz [1].

Now, the SWCNT_(21,21) antenna is characterized as well in terms of S_{11} and radiation properties to validate the observed plasmonic effect conclusion in the SWCNT_(10,10) antenna. It is found that, the SWCNT_(21,21) antenna shows a resonance at 150THz and another resonance at 350THz. These resonances are found completely independent on the electrical length (l) of the dipole as shown in Fig. 4.

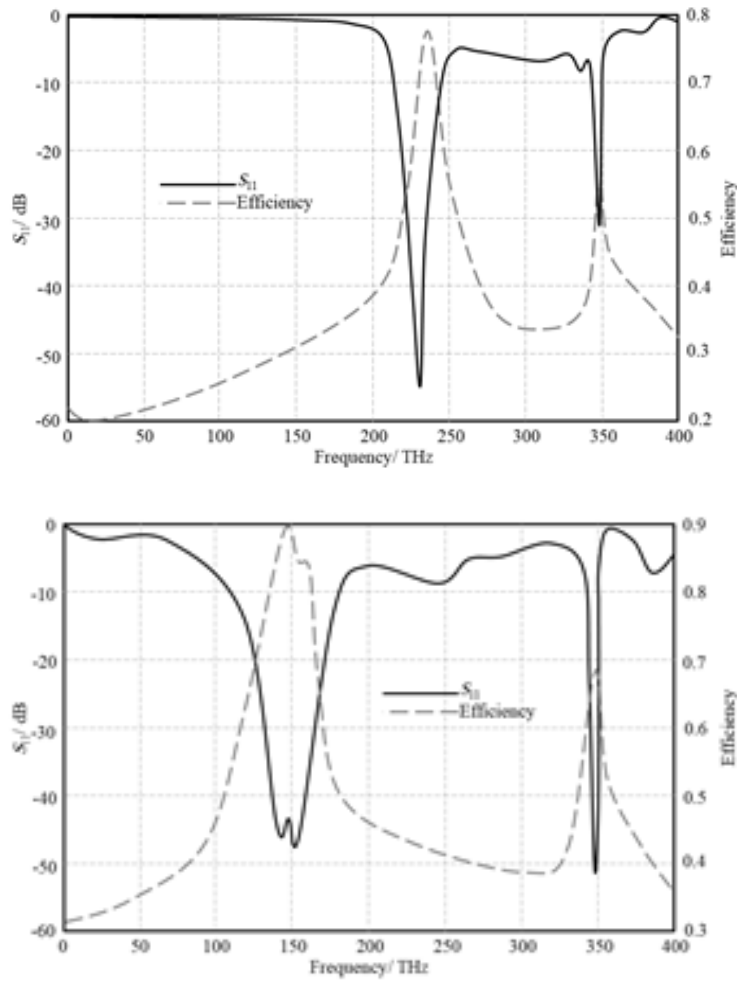


Fig. 4; S_{11} and η_r spectra for the SWCNT_(21,21).

Now, as fair comparison, dipoles equivalents of are introduced based on the same dimensions of the SWCNT_(10,10) and SWCNT_(21,21) dipoles. The antenna shows a single frequency resonance mode in the optical regime at 150THz as depicted in Fig. 5. The antenna is excellently matched, $|S_{11}|=-27\text{dB}$, with matching gap (G) of 9nm. The value of η_r is found to be 0.29 at the frequency resonance as shown in Fig. 5.

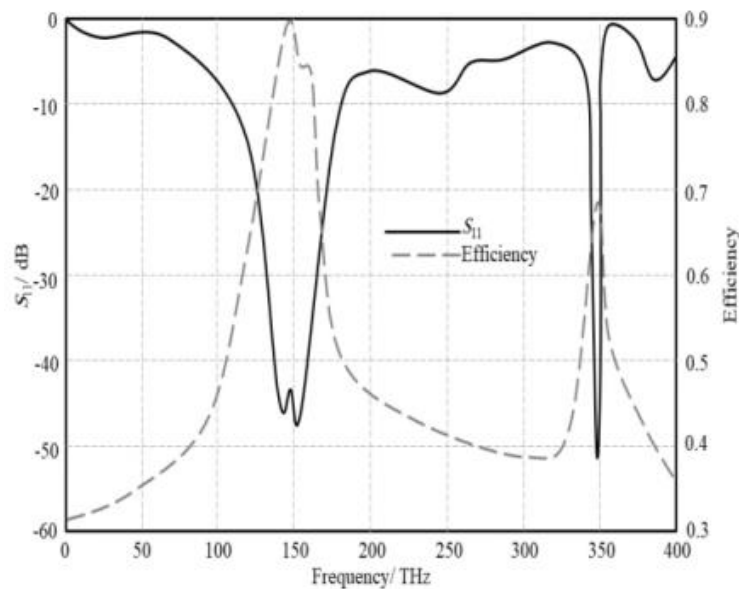


Fig. 5; S_{11} and η_r spectra for SWCNT antenna.

Table 3 summarizes the comparison in terms of antenna frequency resonance (f_o), bandwidth (B.W), and radiation efficiency (η_r): First, it was discovered that as plasmonic effects changed, the antenna spacing changed. Second, changes in the transmittance spectrum have a significant impact on SWCNT antenna resonance. SILICONE antenna resonances, on the other hand, are found to be completely different from SWCNT resonances due to plasmonic transitions in SWCNTs. The antenna bandwidth in SWCNT antennas rises dramatically when compared to the identical SILICONE antennas [2] due to electron movement over the – boundary in the SWCNT lattice structure; however, such a movement is not described in the SILICONE structural cage [9]. The SILICON2 antenna's r antenna is therefore ten owing to an increase in volumetric material loss when the SILICON1 radius is increased compared to the SILICON1 antenna model [2].

Finally, in the SILICON2 antenna concept, antenna directivity is drastically lowered SILICON2 antenna shrinks to its smallest size, reducing the electromagnetic antenna aperture [12]. Table 3 compares the performance and dimensions of proposed antennas.

Table 3: The proposed antennas performance and dimensions comparison.

Structure	f_0	B.W.	η_r
Dipole	230	35	0.77
	347	6	0.54
Vee dipole	150	30	0.29
Monopole	450	70	0.89
	650	4	0.68

Finally, the proposed antennas performances in terms of bandwidth and radiation efficiencies are compared in Table 4. The proposed antennas are found much smaller than the conventional antennas length based $\lambda_0/2$. This is attributed to the nanoscale media that show slow phase velocity due to the quantum effects.

Table 4: The proposed antennas performance comparison.

Structure	L	B.W.	η_r
SWCNT _(10,10)	$l \ll \lambda_0$	Excellent	Medium

SILICON ₁ $l \ll \lambda_0$ Very good Low

SWCNT_(21,21) $l \ll \lambda_0$ Excellent High

SILICON ₂ $l \ll \lambda_0$ Very good Very low

5. Results Validation

In this part, we execute a verification approach based on the use of another numerical simulation of HFSS formulations using the finite element technique [3]. As demonstrated in Fig. 6, the results from both software programs in terms of S11 and radiation patterns are in good agreement, indicating excellent result validation for both SWCNTs called.

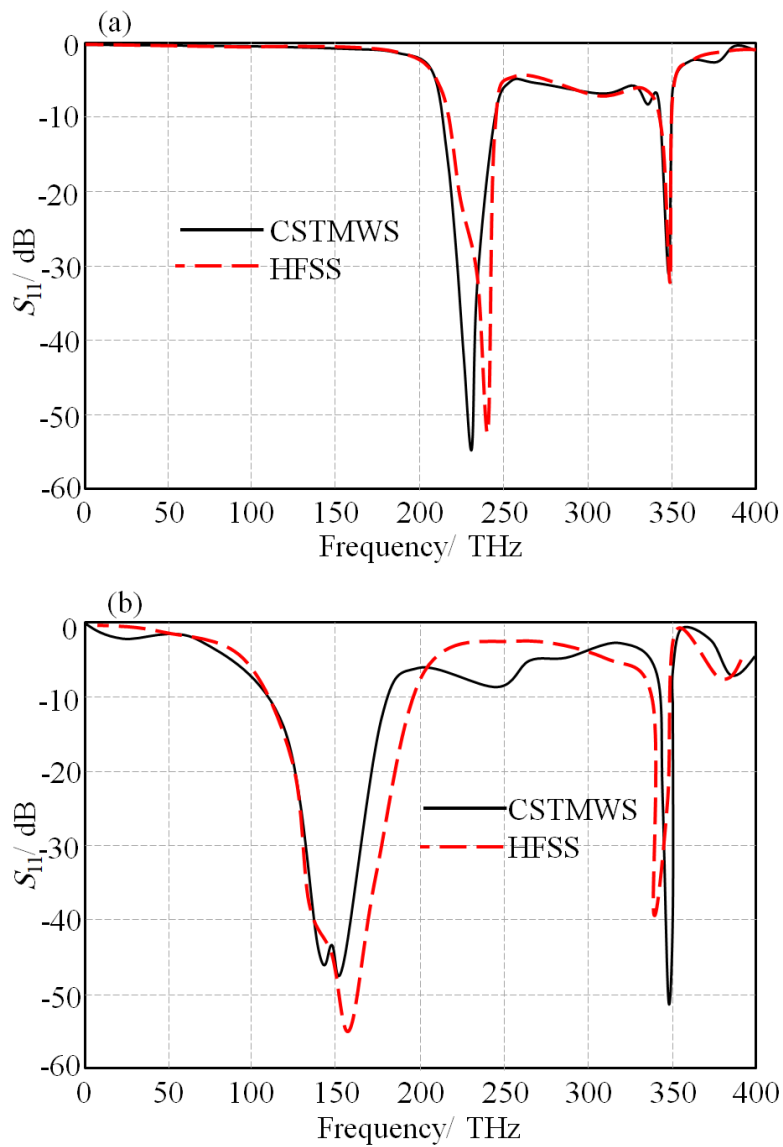


Fig. 6; Validation results of the proposed SWCNT antennas; (a) S_{11} for SWCNT_(10,10) and (b) S_{11} for SWCNT_(21,21).

As a result, omnidirectional radiation patterns are produced by the proposed SWCNT-based antennas. The simulated S_{11} spectra for SWCNT ((10,10)) and SWCNT ((21,21)), respectively, are shown in Fig. 7. In addition, for both SWCNT structures, the

2D radiation patterns analyzed in both frequency modes are evaluated in the E- and H-planes.

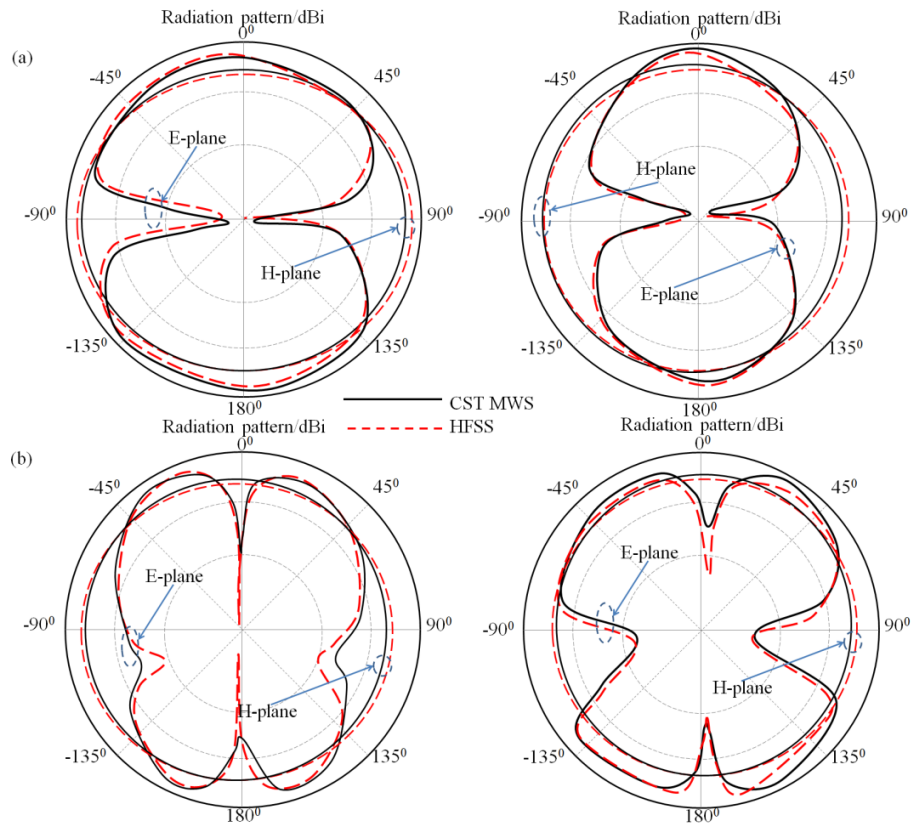


Fig. 7; Validation results of the proposed SWCNT antennas; (a) Radiation patterns for SWCNT_(10,10) at 230THz and 347THz, respectively. Finally, (b) Radiation patterns for SWCNT_(21,21) at 150THz and 350THz, respectively.

6. Conclusions

The usage of nano-optical dipole antennas for connecting electronic devices is presented in this research. The suggested antennas are compared to their SILICONE equivalents using the SWCNT (10,10) and (21,21) indices. The goal of the study is to see if seat SWCNT topologies can be used for optical nano-antennas using a semi-

classical electromagnetic–quantum theory. The material characteristics of the suggested SWCNT and SILICONE are evaluated using quantum models. Compared to comparable antennas based on SILICONE structures, the suggested antennas based on SWCNT have been found to give a significant increase in bandwidth. Antennas made of SWCNT are more efficient than antennas made of SILICONE. SILICONE antennas have one frequency resonance in the optical visible regime, whereas SWCNT antennas have two within the same frequency band. Such phenomena are hypothesized to be caused by electrical length resonances and electron transition signatures.

References

- 1– I. Iijima, “Helical microtubules of graphitic carbon”, *Nature*, vol. 354, no. 6348, pp.52–58, Apr. 1991,
- 2– K. R. Jha and G. Singh, “Terahertz planar antenna for future wireless communication: A technical review”, *Infrared Phys Technol.*, vol. 60, pp.71–80, Aug. 2013,
- 3– G. W. Hanson, “A Common Electromagnetic Framework for Carbon Nanotubes and Solid Nanowires—Spatially Dispersive Conductivity, Generalized Ohm’s Law, Distributed Impedance, and Transmission Line Model” *IEEE Trans on Micro. Theory and Techn.*, vol. 59, no. 1, pp.9–20, Jan. 2011,

- 4- G. W. Hanson and P. Smith, "Modeling the optical interaction between a carbon nanotube and a plasmon resonant sphere" *IEEE Trans. Antenna Propag.*, vol. 55, no. 11, pp.3063–3069, Nov. 2007,
- 5- G. W. Hanson, "Fundamental transmitting properties of carbon nanotube antennas", *IEEE Trans. Antenna Propag.*, vol. 53, no. 11, pp.3426–3435, May. 2005,
- 6- Y. Huang, W. Y. Yin, Q. H. Liu, "Performance prediction of carbon nanotube bundle dipole antennas", *IEEE Trans. Nanotechnol.*, vol.7, no. 3, pp.331–337, Feb. 2008,
- 7- S. Choi and K. Sarabandi, "Performance assessment of bundled carbon nanotube for antenna applications at terahertz frequencies and higher", *IEEE Trans. Antennas Propag.*, vol. 59, no. 3, pp.802–809, Apr. 2011,
- 8- T. A. Elwi, "A Novel Approach for Modeling the Geometry and Constitutive Parameters of an Armchair Single-Wall Carbon Nanotube Antenna Operating in the NIR Regime", *Al-Ma'mon College Journal*, issue 24, pp.261–285, Dec. 2014,
- 9- T. A. Elwi and H. M. Al-Rizzo, "Electromagnetic wave interactions with 2-D arrays of single wall carbon nanotubes", *Journal of Nanomaterials*, vol. 2011, article ID 709263, pp.1–8, Sep. 2011,

- 10- T. A. Elwi and H. M. Al-Rizzo, ‘Fresnel lenses based on nano shell–silver coated silica array for solar cells applications,’ *Prog. In Electr. Rese. B*, vol. 32, pp.263–282, Jun. 2011,
- 11- T. A. Elwi “Potential Electromagnetic Researches based Artificial Material Structures for Advanced Photonics Devices,” *2015 The 3rd Scientific Conference of ILPS*, Nov. 2015.
- 12- D. A. Jassim and T. A. Elwi, “Optical nano monopoles for interconnection electronic chips applications,” *Optik*, vol. 249, no. 168142, pp.1–11, Apr. 2022.

Prevalence of Human Cytomegalovirus (CMV) infection in Antenatal Women in Yarim Region, Yemen

Mohammed Ali Al Fakih, Hamid Mohammed Al-Gabr

Biology Department, Education College, Albaydah University, Yemen.

Abstract

cytomegalovirus (CMV), otherwise called human herpesvirus. Maternofetal transmission of CMV can occur during pregnancy following primary or recurrent mother infections . Utero infections are associated with fetal abnormalities, intrauterine growth retardation, and intrauterine death. For survey CMV infection within population sample in Yarim region, we tested serum samples for CMV immunoglobulin G and M from 190 participants aged 20 to 40 years by enzyme linked immunosorbent assay (ELISA). The prevalence of CMV was 76.7% in studied population. CMV prevalence differed significantly of women ($p < 0.05$). Serum samples according to sex divided to two groups: first pregnancy were (21.58%) and the second pregnancy were (78.42 %) with their ages varied from 20–40 years old. The results: Of the 190 samples tested, 77.65%

showed the presence of CMV IgG and 4.71% were positive for CMV IgM. This study suggests that for vaccination program (a universal or government) to have maximal impact, the vaccine would need to be delivered to infants and have a long duration of protective efficacy, and it would be beneficial to screen pregnant women for CMV IgM antibodies is beneficial and will help guide the testing of newborns.

Key words: Cytomegalovirus , Women,ELIZA,,Human,CMV

Introduction

Cytomegalovirus is a virus belongs to the herpesvirid family and only develops within human cells. It was the largest and most complexed than others of this family, the human herpes virus 5 has a 220 nm diameter and a genome composed of 235,000 double-stranded DNA macromolecules. Its DNA assembles as circular DNA and replicates best within human fibroblasts[1].Viral infection may occur from a positive and contagious patient through close contact (urine, saliva, and other fluids), the transfer of blood products; sexually; transplacentally; perinatally; and during breastfeeding[2]. Following primary infection, associated or not with clinical manifestations, CMV reinfection with other related viral strains is possible at any moment during one's lifetime. Reactivation is particularly associated with other medical conditions or diseases that suppress the host's immune system [3,4,5]. The CMV virus is one of the most common congenital infections that complicate pregnancies and the well-being of newborns. When

infected, the mother can vertically transmit the virus to the fetus through the placenta or to the newborn during labor and breastfeeding, the transplacental transmission rate varies with gestational age; hence, the mother and the fetus must be thoroughly evaluated [2].

Cytomegalovirus (CMV) is a herpes virus with high prevalence among children and the adult population, especially in developing countries [5]. It is difficult to determine the moment of primary infection, because the virus can be active for months or sometimes years, additionally, due to additional medical conditions, the virus can reactivate, or the pregnant woman can be infected with a different viral strain, the clinical disease may vary from being non symptomatic or displaying mild symptoms to causing life-threatening medical conditions when patients are immunocompromised [6]. HCMV reactivation episodes may occur repeatedly, CMV reactivation can lead to life-threatening conditions and organ failure, and can lead to life-threatening conditions [7,8].

Fetus can be vertically infected even if the mother was immune periconceptional, IgM testing during pregnancy may result in false-positive results, especially due to cross reactions with other viruses, such as Epstein-Barr, herpes simplex, and varicella-zoster, or autoimmune diseases [9,10].

The diagnosis of CMV infections is rarely required in the common population, but it is necessary during pregnancy and in immunosuppressed patients. Multiple testing

methods are nowadays available, such as antibody serum detection, direct detection from human fibroblast cultures, and quantitative real-time polymerase chain reaction (PCR) for the detection of viral DNA [1]. The procedure must be executed as early as at 20 weeks of gestation and re-examined at 6 to 8 weeks following suspected maternal CMV infection. Timing is mandatory and related to the renal viral excretion of the infected fetus into the amniotic fluid [11]. Additionally, researchers had detected the presence of specific amniotic fluid proteins in series of proteins responsible for inflammatory and immunologic response is identified in the amniotic fluid of severely infected fetuses, and found in the maternal-fetal barrier, amniotic fluid, and placental sample is indicative of a severe form of the disease [2,12] .

The presence of CMV IgM and beta-2 microglobulin, low platelet levels (less than 100,000/mm³), increased values of hepatic enzymes (alanineaminotransferase above 80 IU/mL), and an increased level of direct bilirubine (more than 4 mg/dL) are associated with the presence of symptoms at birth and poor fetal prognosis [13,14], and up to 15% of intrauterine CMV infections result in symptomatic congenital disease at birth and 10%to 15% of those born with asymptomatic congenital CMV will develop significant clinical sequelae in infancy [15,16,17]. Many pregnant women with a primary infection develop no symptoms suggestive of a CMV infection, rate varies from 80% to 95% of cases [18]. For instance, the time required for the virus to replicate in the culture may

extend up to 30 days after inoculation, especially, at the low viral load is [19]. As In South Africa in the Eastern Cape studies of congenital CMV show a prevalence ranging from 1% to 5% in South Africa while the prevalence ranges from 0.6% to 0.7% in resource-rich countries [20,21].

The present study was aimed for enhancement our knowledge to how CMV incidence prevalence among pregnant women in Yarim region, and related that with age parameter.

Material and Method

190 serum samples were tested for CMV seroprevalence using enzyme immunosorbent assay ELISA reader and seroprevalence of CMV in pregnant women to be 60%, the required sample size was calculated to be 190 [22, 23]. A total 190 pregnant women reporting for antenatal care were selected for the study and women with both normal previous pregnancy or with adverse outcomes, which were selected at random.

Following informed consent, blood samples were collected from diagnostic laboratory in modern diagnostic laboratories, Yarim.

These laboratories supplied remnant sera from samples that had been submitted for serological testing and would otherwise had been discarded. Sera from subjects who were known to be infected with hepatitis B virus and hepatitis C virus were excluded.

Sera were identified at the referring laboratory by the sex of the subject, age or date of birth, date of collection. All serum samples were stored at -20°C until use. Serum samples were collected between 20 and 40 years of age and stratified into the following age groups: 20 to 30, 31 to 40. Serum samples were not available for less than 20 year of age. The sample sizes were calculated to achieve a 95% confidence interval (P) of approximately $\pm 5\%$ for each age group. The sera were tested for IgG and IgM antibodies at a dilution of 1:100 using an enzyme-linked immunosorbent assay (ELISA) technique using DRG kit manufacturer DRG international Inc US.

Semi-quantitative estimation of antibody concentration:

The optical densities of the standards against their concentration were plotted and a line was drawn through the points. Sample values below 3 IU/ml were labeled as negative, whereas values above 3 IU/ml were considered as positive. Samples giving values above 30 IU/ml were reassayed at a higher dilution [24].

Results

In this study, 190 serum samples were collected from pregnant women, using the ELISA method, to measure CMV IgG and IgM markers. In our study, the CMV seroprevalence were 144 (69.6 %) among the 190 tested women, had CMV IgG infection while 10 (5.26%) were seropositive for CMV IgM. All IgM positive cases were positive for CMV IgG as well. Samples negative were 46 (21.24 %) for IgG and IgM accounted for 180

(94.74%). Seropositivity of CMV IgG and IgM among all the pregnant women in this study is given in Table 1. There difference was statistically significant with a $P = 0.0122$. The age of tests women ranged from 20 to 40 years with a mean age of 24.58 ± 4.05 . Serological status of different age groups in Table 2. The samples in the age group of 20–30 years showed high prevalence of Antibody, the primary infection is characterized by the presence of CMV IgG antibodies (77.65%) which is statistically significant with a $P = 0.0153$, whereas tested women in the age group of 31–40 years showed 60% prevalence which is not significant ($P = 0.5142$).

Approximately 4.71 % of patients with CMV IgM infection in the age group of 20–30 years showed prevalence of antibodies while the age group of 31–40 years had 10% prevalence. There was no statistically significant difference between the two groups.

Seroprevalence of IgG was seen in the second pregnancy (78.42 %) followed by first pregnancy (21.58%), seroprevalence of IgM (4.74%) was seen in the first pregnancy followed (0%) by second pregnancy. A $P = 0.0136$ for first pregnancy showed that the difference was statistically significant while a $P = 0.5523$ for second pregnancy showed no statistical significance.

Table 1: Difference in seroprevalence of cytomegalovirus IgG and IgM among all pregnant women

TOTAL	CMV IgG	CMV IgM	$P \leq 0.05$
-------	---------	---------	---------------

	Positive (n) %	Negative (n) %	Positive (n) %	Negative (n) %	
190	144 (75.79)	46 (24.21)	10 (5.26)	180 (94.74)	P= 0.0122

* $P \leq 0.05$. CMV: Cytomegalovirus

Table 2: Difference in seroprevalence of anti-cytomegalovirus IgG and IgM among different age group of pregnant women

Age group	n	CMV IgG		CMV IgM	
		Positive	Negative	Positive	Negative
		n %	n %	n %	n %
20–30	170	132 (77.65)	38 (22.35)	8 (4.71)	162 (95.29)
30–41	20	12 (60)	8 (40)	2 (10)	18 (90)
Total	190	144	46	10	180

* $P \leq 0.05$ for age group 20–30 years $P = 0.0153$, $P > 0.05$ for age group 30–40 years $P = 0.5142$

Discussion:

Cytomegalovirus is the most common congenital infection and its incidence between 0.2– 2.2% of all live births had been estimated in different parts of the world [12, 25, 18] depending on the region, with a reported increase in prevalence with age [26]. The seroprevalences of CMV in New York, US among healthy elderly 60 years aged and so on for the other adults were 81% and 42%, respectively [26]. In Swedish individuals aged 86–92 years, the seroprevalence was 90%, compared to 67% among adults aged 40–60 years [41]. A previous study of latent CMV infection among healthy Thais revealed a prevalence of 52.38% among 18–55 year old blood donors in 1998 [27]. CMV is a serious pathogen especially for immunocompromised individuals and can be found all over the world. After primary infection, CMV establishes a lifelong latency, called a non-productive infectious state, in its host. Reactivation from latency occurs periodically throughout life in seropositive individuals which provides the stimulus for lifelong antibody positivity. CMV reactivation occurs mostly in immunosuppressed persons as well as in elderly because the immune system gets weaker with age. During CMV reactivation, the virus induces additional immunosuppression because its replication takes place also in cells of the immune system, *i.e.* in polymorphonuclear leukocytes, resulting in impairment of their functions. Moreover, aging is associated with a marked accumulation of dysfunctional CMV-specific CD8+ T cells together with a decrease in immediate effector function [28] . The clinical disease may vary from being

non symptomatic or displaying mild symptoms to causing life-threatening medical conditions when patients are immunocompromised [6].

This was the first study seeking to estimate the prevalence is to assess seroprevalence of patients CMV IgG and CMV IgM infection from pregnant women in Yarim district, governorate Ibb, Yemen. In this study shows that prevalence of congenital CMV in district Yarim. The seroprevalence of CMV IgG was 75.79% while CMV IgM was 5.26% in studied population. It is the first report on prevalence of congenital CMV testing in regions Yarim district.

This is study new especially in Yarim region, Yemen. The results of our study indicate that the prevalence of CMV seropositivity in this region is high, but a definite association between CMV infection and abortion could not be established. Most of the antenatal women in this study were immune against CMV infection and maternal immunity has a protective role to play in the fetus [29]. In our study, 21.58% of the antenatal women in first pregnancy were potentially susceptible to CMV infection because of lack of IgG. while in the second pregnancy (78.42 %).

The primary infection, associated or not with clinical manifestations, CMV reinfection with other related viral strains is possible at any moment during one's lifetime. CMV infection can occur during intrauterine period, during or after delivery whereas children get infected in early on with the major source being in the child care centers. Such

infections are asymptomatic in these children, because related viral strains that suppress the host's immune system [4, 5].

CMV produces its effects mainly in a fetus where the mother has a primary infection with CMV during pregnancy. Postnatal transmission commonly occurs through transmission of the virus through breast milk in an infected mother [30, 2].

The prevalence found in this study corresponds with prevalence of congenital CMV reported in residents of developing countries, where exposure to infection, this could be related to socio-economic, environmental, and climatic factors. The seroprevalence of antibodies to CMV varies in different population and in different places. The results of our study are generally consistent with those of other reports from developing countries, such as South Africa in the Eastern Cape studies of congenital CMV show a prevalence ranging from 1% to 5% in South Africa while the prevalence ranges from 0.6% to 0.7% in resource-rich countries [20,21], where CMV infection occurs early in life both among normal and immunocompromised individuals. recorded that the prevalence of human cytomegalovirus seropositivity among blood donors at the unit of blood transfusion medicine in Malaysia was 97.6% [40]. In our study, age and country of birth were the most prominent independent factors associated with CMV seropositivity as it was shown in studies from other countries [31, 32, 33].

While found that seroprevalence of cytomegalovirus antibodies in haemodialysis Patients in Turkey was 99.6% [34] Ocak *et al.*, 2006 and in 2009 reported that seroprevalence of Cytomegalovirus among blood donors and antenatal women in Sudan was 84% [35].

The maternal immunity before is highly protective against congenital CMV infection whereas acquired immunity due to CMV infection sees a reduction in congenital CMV infection in future pregnancies by 69% [29].

Also, the prevention of transmission of CMV infection encompasses the following: preventing congenital CMV infection during antenatal period, preventing ingestion of infected maternal genital secretion during delivery, avoiding breastfeed, preventing contact with saliva, and other body fluid containing CMV, [25].

Routine hygiene precautions are essential, especially in pregnant females, since it causes irreversible damage to the fetus [36].

Screening of antenatal women for CMV IgM antibodies is necessary so that the gynecologist or pediatrician can be alerted about the risk of infection to the newborn. New borns in such cases can be tested for CMV IgM antibodies which will help in timely therapy of the infected neonate and will also prevent the spread of infection to other children. In addition, primary infection in pregnancy poses a higher risk of producing symptomatic congenital infection and fetal loss. However, infected newborns can be asymptomatic at birth with the development of late sequelae such as visual and auditory

defects in 10– 15% of the cases[37] Wong *et al.*, 2000, such as in developing countries, it would be ideal if all women in the child bearing age group are screened for CMV IgM antibodies. This may help in reducing the incidence of debilitating or fatal fetalout comes. It will also help in appropriate follow up (keep a watch for late sequelae like visual and auditory defects) of then ewborns delivered by the infected mothers [38]. CMV can affect the organs of the fetus through all stages of pregnancy. The damage has been seen to be more severe in infections occurring during the first half of the pregnancy [39].

Conclusion

Cytomegalovirus infection is not to be feared in the general population, despite the high prevalence among children and adults. Unfortunately, the infection and related complications may be associated with severe medical conditions in immunocompromised patients and during pregnancy and the postnatal period. This study provides important data regarding the prevalence of congenital CMV in yarim district where CMV infection predominates within the age group 26–30 years, especially of the unemployed women. Postnatal evaluation is also important because many newborn infants with congenital CMV may be asymptomatic at birth and permanent sequelae can develop within the first year of life. Screening and hygiene measures are the best methods to prevent congenital CMV and associated complications. Therefore, we recommend the women, should be advised to be more attentive to personal hygiene and kids cleanness to decrease

exposure to the most common sources of CMV. We also recommend that high, should undergo mandatory screening for CMV and to use PCR analysis in addition to biochemical analysis, this is an intervention that will result in reduction of the risk of primary CMV infection.

References:

- [1] Bennett J., Dolin R., Blaser M., Mandell D., (2015). Douglas, and Bennett's Principles and Practice of Infectious Diseases, 9th ed.; Elsevier/ Saunders: Philadelphia, PA, USA.
- [2] Leruez-Ville M., Ville Y., (2020). Is it time for routine prenatal serological screening for congenital cytomegalovirus? *Prenat. Diagn.* 40, 1671–1680.
- [3] Griffiths P., Reeves M., (2021). Pathogenesis of human cytomegalovirus in the immunocompromised host. *Nat. Rev. Microbiol.* 19, 759–773.
- [4] Haidar G., Boeckh, M., Singh, N., (2020). Cytomegalovirus Infection in Solid Organ and Hematopoietic Cell Transplantation: State of the Evidence. *J. Infect. Dis.* 221 (Suppl. 1), S23–S31.
- [5] Gupta M., Shorman M., (2022). Cytomegalovirus In StatPearls; StatPearls Publishing: Treasure Island, FL, USA; Available online: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK459185>

- [6] Acosta E., Bowlin T., Brooks J., Chiang L., Hussein I., Kimberlin D., Kauvar L.M., Leavitt R., Prichard M., Whitley R., (2020). Advances in the Development of Therapeutics for Cytomegalovirus Infections. *J. Infect. Dis.* 221 (Suppl. 1), S32–S44.
- [7] Ljungman P., de la Camara R., Robin C., Crocchiolo R., Einsele H., Hill J.A., Hubacek P., Navarro D., Cordonnier C., Ward K.N., *et al.* (2019). Guidelines for the management of cytomegalovirus infection in patients with haematological malignancies and after stem cell transplantation from the 2017 European Conference on Infections in Leukaemia (ECIL 7). *J. Lanc Inf. Dis.* 2019, 19, 260–272.
- [8] Sufiawati I., Herrera R., Mayer W., Cai X., Borkakoti J., Lin V., Rosbe K., Tugizov S.M., (2021). Human Immunodeficiency Virus (HIV) and Human Cytomegalovirus (HCMV) Coinfection of Infant Tonsil Epithelium May Synergistically Promote both HIV-1 and HCMV Spread and Infection. *J. Virol.* 95, 009 2121.
- [9] Fitzpatrick D., Holmes N.E., Hui, L., (2022). A systematic review of maternal TORCH serology as a screen for suspected fetal infection. *Prenat. Diagn.* 42, 87–96.
- [10] Beaudoin M.L., Renaud C., Boucher M., Kakkar F., Gantt S., Boucoiran I., (2021). Perspectives of women on screening and prevention of CMV in pregnancy. *Eur. J. Obstet. Gynecol. Reprod. Biol.* 258, 409–413.

- [11] Dinsmoor M.J., Fette L.M., Hughes B.L., Rouse D.J., Saade G.R., Reddy U.M., Allard D., Mallett G., Thom E.A., Gyamfi– Bannerman C., *et al.* (2022). Eunice Kennedy Shriver National Institute of Child Health and Human Development Maternal–Fetal Medicine Units (MFMU) Network. Amniocentesis to diagnose congenital cytomegalovirus infection following maternal primary infection. *Am. J. Obstet. Gynecol.* MFM, 4, 100641.
- [12] Rouse D.J., Fette L.M., Hughes B.L., Saade G.R., Dinsmoor M.J., Reddy U.M., Pass R., Allard D., Mallett G., Clifton R.G., *et al.* (2022). Eunice Kennedy Shriver National Institute of Child Health and Human Development (NICHD) Maternal–Fetal Medicine Units (MFMU) Network. Noninvasive Prediction of Congenital Cytomegalovirus Infection After Maternal Primary Infection. *Obstet. Gynecol.* 139, 400–406.
- [13] Khalil A., Sotiriadis A., Chaoui R., da Silva Costa F., D’Antonio F., Heath P.T., Jones C., Malinge G., Odibo A., Prefumo F., *et al.* (2020). ISUOG Practice Guidelines: Role of ultrasound in congenital infection. *Ultrasound Obstet Gynecol.* 2020, 56, 128–151.
- [14] Tanimura K., Uchida A., Imafuku H., Tairaku S., Fujioka K., Morioka I., Yamada H., (2021). The Current Challenges in Developing Biological and Clinical Predictors of Congenital Cytomegalovirus Infection. *Int. J. Mol. Sci.* 22, 13487.

- [15] Dahle A.J., K.B., Fowler J.D., Wright, S.B., Boppana and Britt W.J., *et al.* (2000). Longitudinal investigation of hearing disorders in children with congenital cytomegalovirus. *J. Am. Acad. Audiol.*, 11: 283–290. PMID: 10821506.
- [16] Fowler K.B., and Boppana S.B., (2006). Congenital Cytomegalovirus (CMV) infection and hearing deficit. *J. Clin. Virol.*, 35: 226–231. PMID: 16386462
- [17] Zavattoni M., Rustico M., Tassis B., Lombardi G., Furione M., Piralla A., Baldanti F. (2016). Risk of congenital disease in 46 infected fetuses according to gestational age of primary human cytomegalovirus infection in the mother. *J. Med. Virol.* 88, 120–126.
- [18] Kagan K.O., Hamprecht K., (2017). Cytomegalovirus infection in pregnancy. *Arch Gynecol. Obste*, 296, 15–26.
- [19] Leruez–Ville M., Stirnemann J., Sellier Y., Guilleminot T., Dejean A., Magney J.–F., Couderc S., Jacquemard F., Ville Y., (2016). Feasibility of predicting the outcome of fetal infection with cytomegalovirus at the time of prenatal diagnosis. *Am. J. Obstet. Gynecol.* 215, 342–e1.
- [20] Manicklal S., Van Niekerk AM., Kroon SM., *et al.* (2014). Birth prevalence of congenital cytomegalovirus among infants of HIV–infected women on prenatal antiretroviral prophylaxis in South Africa. *J. Clin Infect Dis.*;58(10): 1467–72 doi:10.1093/cid/ciu096. Epub 2014 Feb 23.

- [21] Tshabalalaa D., Newmanb H., Busingec C., Mabundad A. S., Kempe W., and Bejaa, P., (2018). Prevalence and determinants of congenital cytomegalovirus infection at a rural South African central hospital in the Eastern Cape. *South. Afric. J. Inf. Dis.* 33(4):89–92.
- [22] Chakravarti A., Kashyap B., Matlani M., (2009). Cytomegalovirus infection: An Indian perspective. *Indian . J. Med Microbiol*, 27 :3-11.
- [23] Lamarre V, Gilbert NL, Rousseau C, Gyorkos TW, Fraser WD.(2016). Seroconversion for cytomegalovirus infection in a cohort of pregnant women in Québec, 2010-2013. *J. Epid In f*,144:1701-9.
- [24] Kumar C. M., Nizam M. B., Mugunthan M., (2017). Seroprevalence of cytomegalovirus infection in antenatal women in a tertiary care center in western India. *Journal of Marine Medical Society* 19. (1) : 51–54.
- [25] Cannon MJ., Schmid DS., Hyde TB., (2010). Review of cytomegalovirus seroprevalence and demographic characteristics associated with infection. *Rev Med Viro*,20:202-13.
- [26] Looney RJ., Falsey A., Campbell D., *et al.*(1999): Role of cytomegalovirus in the T–cell changes seen in elderly individuals. *J. Clin Immunol*, 90: 213–9.

- [27] Amarapal P., Tantivanich S., Balachandra K. (2001). Prevalence of cytomegalovirus in Thai blood donors by monoclonal staining of blood leukocytes. *Southeast Asian J Trop Med Public Health*, 32: 148–53.
- [28] Kanapeckien V., Kalibatas J., Redaitien E., Eremnych J., (2007). The association between cytomegalovirus infection and aging process, *Medicina (Kaunas)*, 43: 419–423.
- [29] Fowler KB., Stagno S., Pass RF (2003). Maternal Immunity and Prevention of Congenital Cytomegalovirus Infection. *JAMA.*, 289: 1008–1011.
- [30] Herndler– Brandstetter D., Almanzar G., Grubeck–Loebenstein B., (2006). Cytomegalovirus and the immune system in old age. *Clin Appl Immunol Rev*, 6: 131–47.
- [31] Antona D., Lepoutre A., Fonteneau L., Baudon C., Halftermeyer–Zhou F., YLES., *et al.* (2017). Seroprevalence of cytomegalovirus infection in France in 2010. *Epidemiol Infect.* 2017:1–8. <https://doi.org/10.1017/S0950268817000103> PMID: 28166842.
- [32] Voigt S., Schaffrath Rosario A., Mankertz A., (2016). Cytomegalovirus Seroprevalence Among Children and Adolescents in Germany: Data From the German Health Interview and Examination Survey for Children and Adolescents.

- J. Inf Dis.* 2016; 3(1):ofv193. <https://doi.org/10.1093/ofid/ofv193> PMID: 26817022.
- [33] Lachmann R., Loenenbach A., Waterboer T., Brenner N., Pawlita M., Michel A., *et al.* (2018). Cytomegalovirus (CMV) seroprevalence in the adult population of Germany. *PLoS ONE* 13(7):1–12. e0200267. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0200267>.
- [34] Ocak S Duran N., Eskocak AF., (2006). Seroprevalence of Cytomegalovirus Antibodies in Haemodialysis Patients. *Turk. J. Med. Sci.*, 36: 155–158.
- [35] Kafi S., Eldouma E., Saeed S., Musa H., (2009). Seroprevalence of Cytomegalovirus among blood donors and antenatal women attending two hospitals in Khartoum State, Sudan *J. Med. Sci.*, 4: 1–5.
- [36] Stagno S., Pass RF., Cloud G., Britt WJ., Henderson RE., Walton PD., *et al.* (1986). Primary cytomegalovirus infection in pregnancy. Incidence, transmission to fetus, and clinical outcome. *JAMA*; 256:1904-8.
- [37] Wong A., Tan KH., Tee CS., Yeo GS., (2000). Seroprevalence of cytomegalovirus, toxoplasma and parvovirus in pregnancy. *Singapore Med J*; 41:151-5
- [38] Brown HL., Abernathy MP., (1998). Cytomegalovirus infection. *Semin Perinatol*; 22:260-6.

- [39] Emery VC., Lazzarotto T., (2017). Cytomegalovirus in pregnancy and the neonate. *F1000Res* ; 6:138.
- [40] Ahmed SA., Al-Joudi FS., Zaidah AW., Roshan TM., Rapiaah M., Abdullah YMS., Rosline H (2006). The prevalence of human cytomegalovirus seropositivity among blood donors at the unit of blood transfusion medicine, hospital University Sains Malaysia. *The Southeast Asian J. Trop. Med. Public Health.*, 37: 294–296.
- [41] Olsson J., Wikby A., Johansson B., Lofgren S., Nilsson BO., Ferguson FG., (2000): Age-related change in peripheral blood T-lymphocyte subpopulations and cytomegalovirus infection in the very old: the Swedish longitudinal OCTO immune study. *J. Mech Ageing Dev*, 121: 187–201.

DEPENDENCE OF SLOT OPTICAL POWER ON REFRACTIVE INDEX

Noureddin M. Ibrahim

IEEE senior member, Istanbul, Türkiye.

Email: nibrahim@ieee.org

Abstract

Metamaterials are artificial materials composed of natural materials like metals, dielectrics, and possible mix of both as designed. With time, intensive research on metamaterials comes out with new applications, like near-zero index which is considered in this short communication in addition to the classic negative index applications.

Introduction

Traditional designs of optical slots and taps, having been fabricated from natural materials, prove inadequacy to continue responding to modern technology in optical signal processing and fiberoptic communications.

During the early decades of extraction of optical beam from optical fibers and integrated optical waveguides some breakthrough designs have granted the optical applications

chances to make progress [1]. With increasing demands for improvement, new natural and artificial materials are investigated [2]–[3], one of these materials is the non–natural metamaterial [4].

As it is known, the free space refractive index is 1, and there is no other materials having a refractive–index value less than 1, metamaterials refractive–index can attain values less than 1 and even negative values [5]. Metamaterials are composed of natural materials being arranged on the microscopic or nanoscopic arrays, these arrays consist of metals, dielectrics, or possible mix of both material types.

Design and Results

The design is addressed in Figure 1, where there is a slot in optical waveguide. The slot width is W_s while its refractive index is n_s . The waveguide is considered from silicon; the substrate and the waveguide have the refractive indexes, respectively, 1.44 and 3.48. the waveguide width is 180 nm, while its length, and accordingly the slot, is 300 nm [6]. Figure 1 shows the schematic of the design.

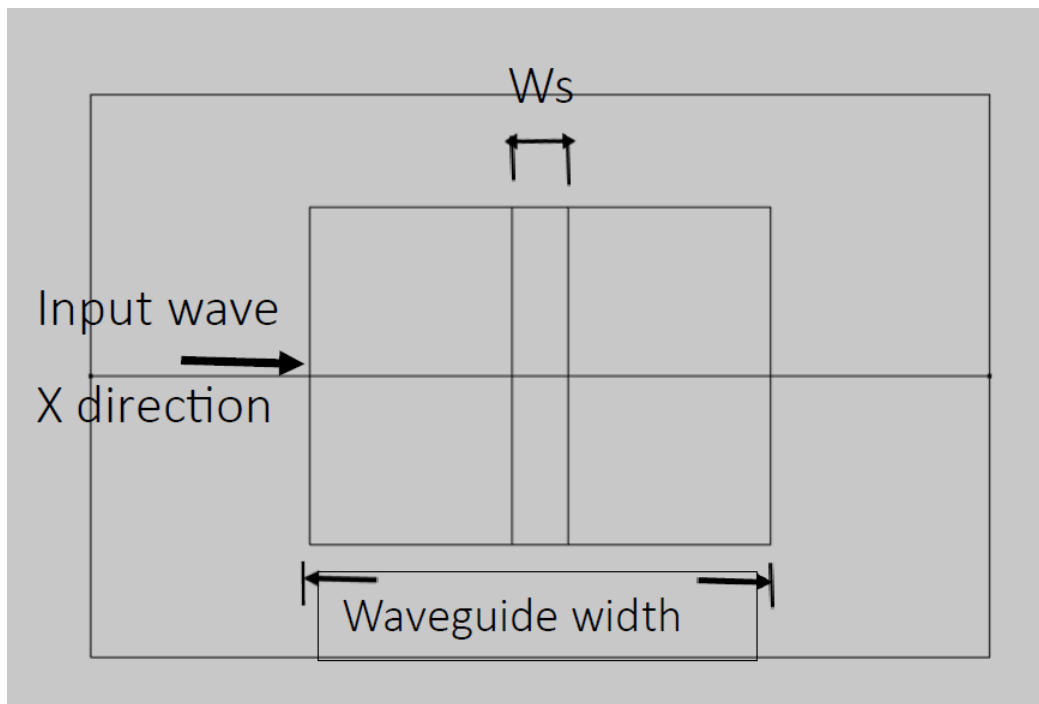


Figure 1. The schematic diagram of the design under study [6]. W_s is the slot width.

In this short communication, the extracted optical beam is investigated based on two varying parameters, which are the slot width and the value of its refractive index. The refractive index is given values ranging from value increasing the refractive index of the guiding region (which is 3.48), value lower than the refractive index of the guiding region, a near-zero index (NZI) value, and a negative value index, which in this case is -1 .

The simulation investigation of the slot behavior is the concern of this short communication to clarify the possible applications in optical signal processing and other related applications. We intend to consider each case separately so that the output

results can be considered for its details. The beginning is always with meshing the design for numerical calculations, like in Figure 2.

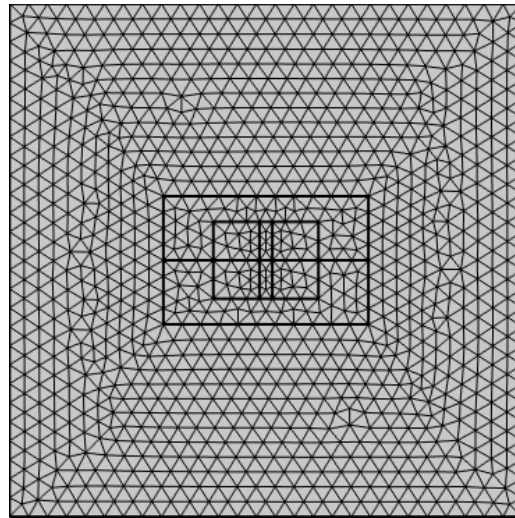


Figure 2. The mesh configuration of the design under study, resulting from COMSOL Multiphysics.

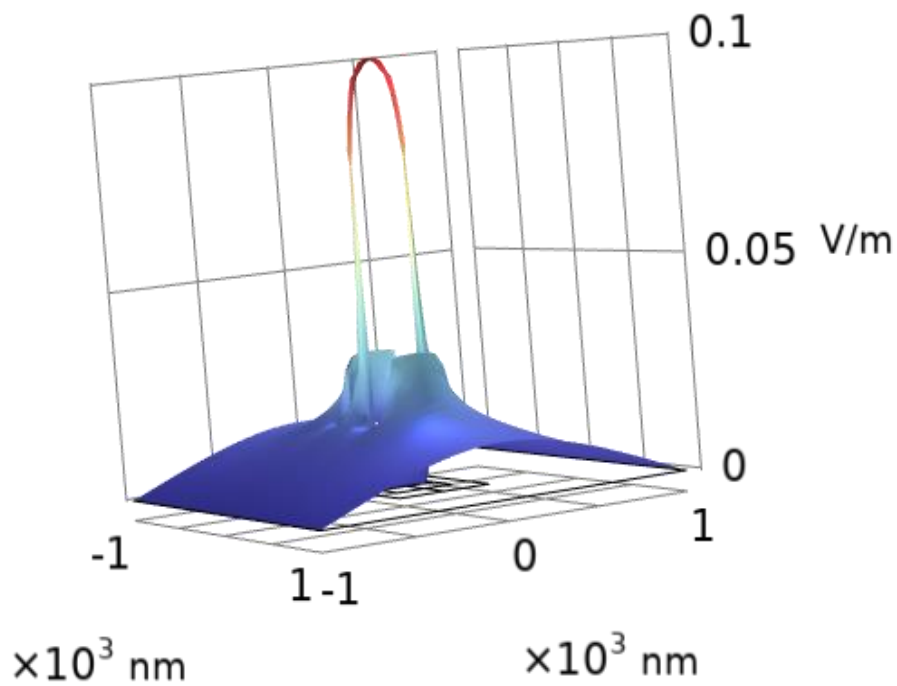


Figure 3. The 3-dimensional plot of the tapped optical beam is an example of the beam powers from the slot. Because of the strong effect of the refractive-index value and its sign type, the tapped beam in figure is not the same of each slot.

The cases under simulation

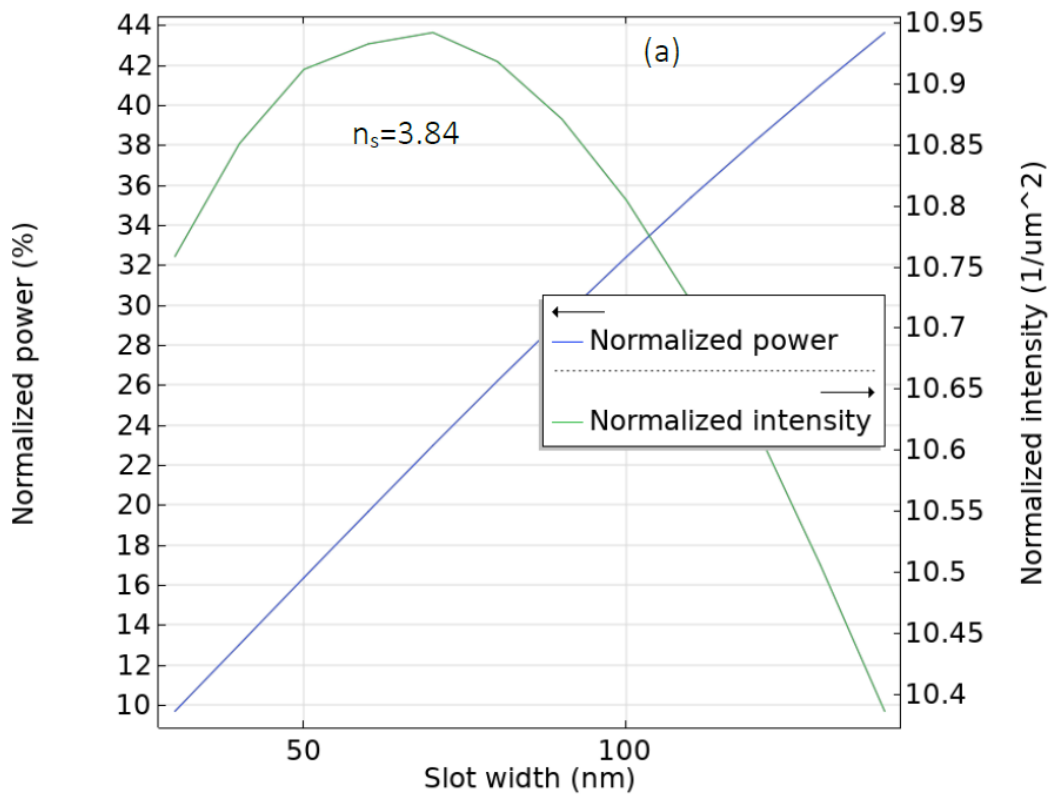
Case#1: When the refractive index of the slot $n_s=3.88$. The first case is one of the traditional approaches, which had been considered decades ago. As Figure 4 (a) clarifies the variation of tapped power and its normalized intensity, it can be said that the design does not tolerate any unwanted disturbance in its dimensions since the width of slot in x-direction should be accurately selected.

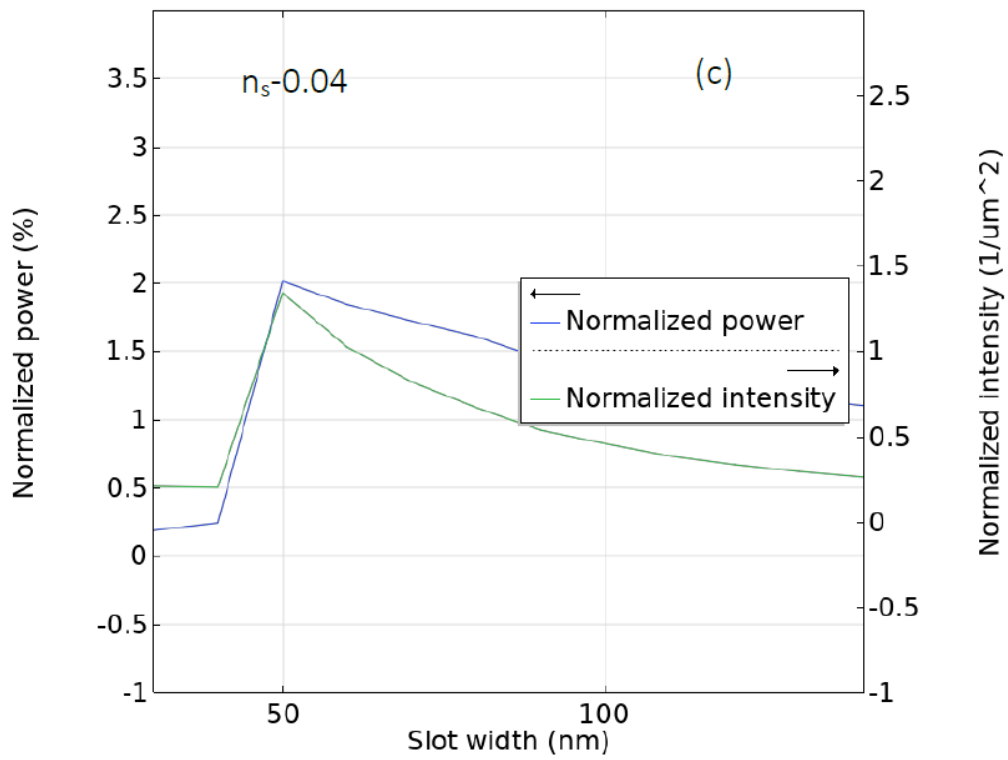
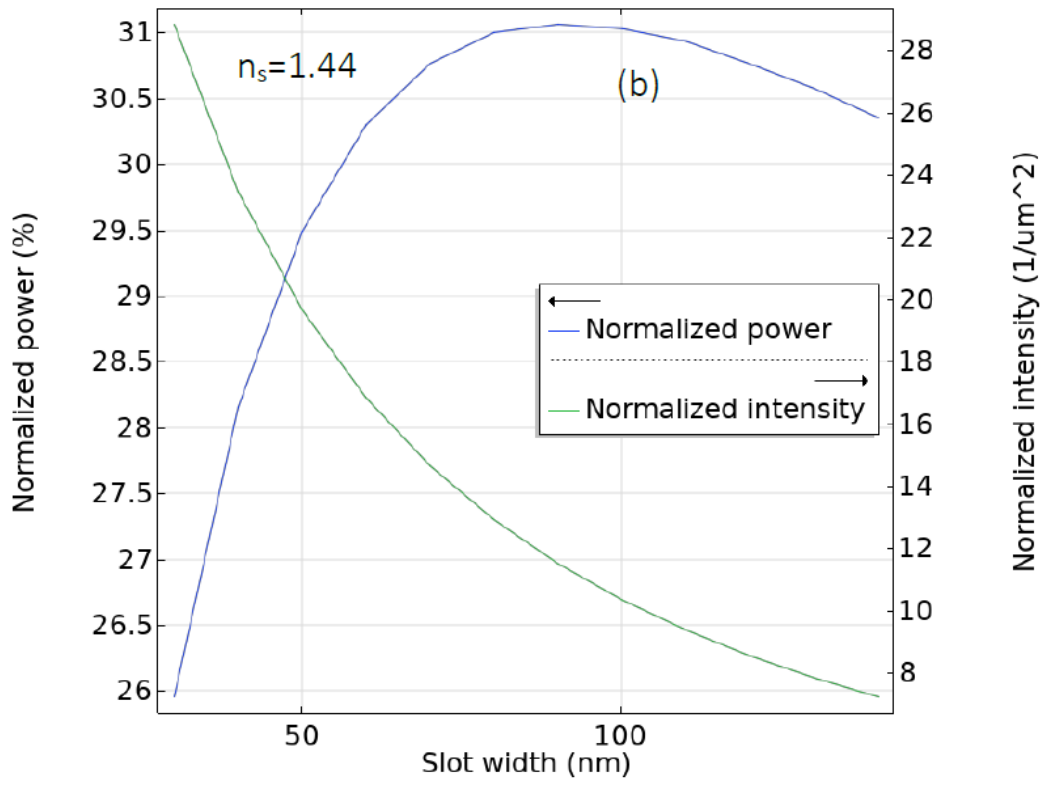
Case#2: Although the tapped power shows a peak around W_s 85 nm but the stability due to any perturbed slot width is still noticeable as in Figure 4 (b). In this case, n_s is still positive but equals 1.44, the same refractive index of the substrate.

Case#3: when the refractive index gets close to zero value ($n_s=0.04$), which we call it near-zero index (NZI) the slot output has a unique characteristic. First, the output power is almost constant compared to the previous two cases, Figure 4(c). NZI is subject to tremendous studies because of its usefulness to many applications. Second, the power intensity tracks the output power.

Case#4: In this case, the refractive index is exactly zero. The slot power is very close to be a constant regardless the slot width. This means that the tapped power can be extracted using the smallest possible width. It is logic that the power intensity decreases with the width increase since the tapped power is almost constant.

Case#5: The refractive index is negative and equals -1 , the perfect case of metamaterials.





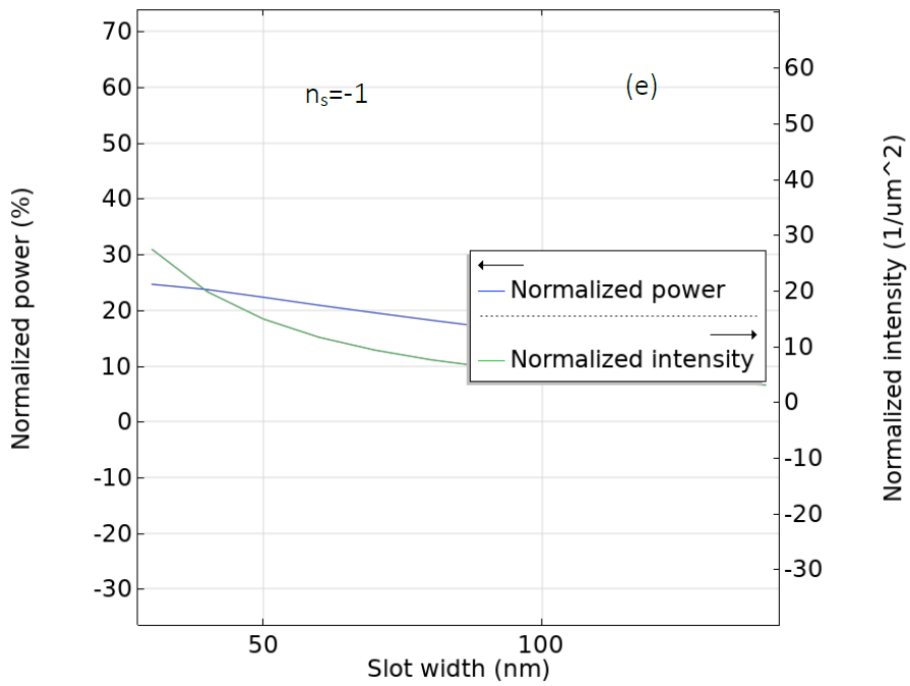
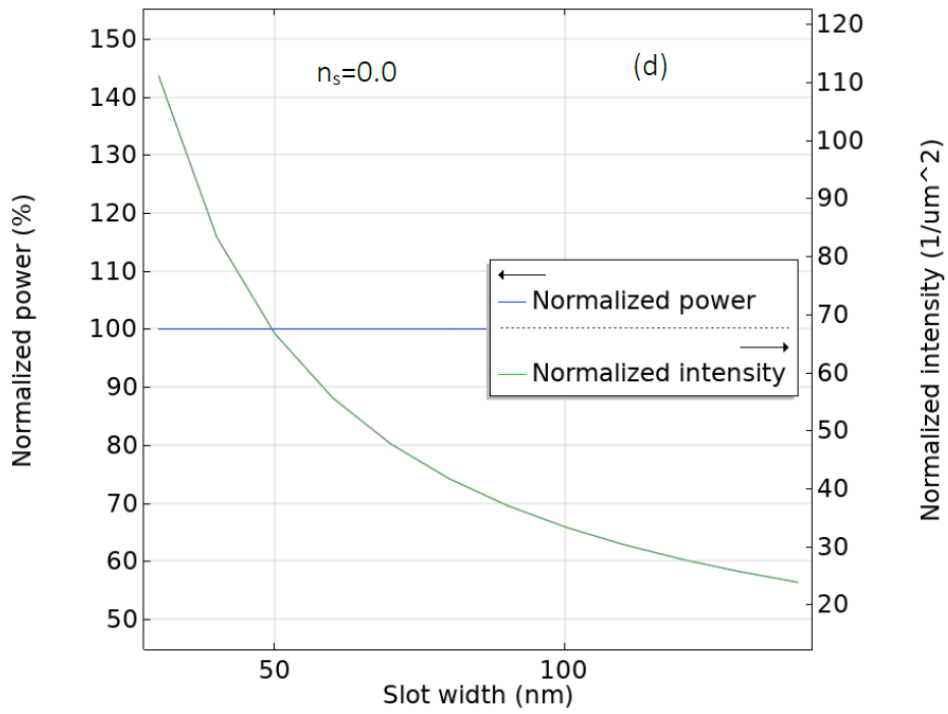


Figure 4. There are 5 different plots (a) – (e) containing the results of the 5 cases, as explained in the cases 1–5, respectively.

Conclusion

This short communication presented and proved the unique quality of metamaterials of refractive indexes near to zero values or negative values. There are many applications being benefitting from these artificial materials or on their way to benefit from them. This work will be extent to investigate some other characteristics and to explore possible applications.

References:

- [1] Nouredin Ibrahim, and I. Fattah, “Narrow–beam aluminum mirrored fiber optical–taps with controllable tapped power,” IEEE Journal of Selected Topics in Quantum Electronics, Vol. 2, No. 2, June 1996, pp. 221–225.
- [2] Nouredin M. Ibrahim, “Light Tapping Using Metamaterials: 2–D Simulation,” WOCN 2009, Cairo, Egypt, April 28–30, 2009. Paper No. 135.
- [3] Nouredin M. Ibrahim, “EFFICIENT METAMATERIAL PARABOLIC OPTICAL TAP DESIGN,” Yanbu J. of Engineering and Science, Vol 7, October 2013, pp. 1–8.
- [4] Wenshan Cai and Vladimir Shalaev, Optical Metamaterials: Fundamentals and applications, Springer Science+Business Media, 2010.
- [5] G. I. Eleftheriades and K. G. Balmain, Editors, Negative–Refraction Metamaterials: Fundamental Principles and Applications, IEEE, 2005.
- [6] Application ID: 55431, Slot Waveguide, https://www.comsol.com/model/slot_waveguide-55431.

Potential Electromagnetic Researches based Artificial Material Structures for Advanced Photonics Devices

Taha A. Elwi¹, Mohammed Elwi², Mariam Qutaiba Abdalrazak³, Yasir al-
adhami⁴, and Ammar Al-Adhami⁵

¹Ministry of Higher Education and Scientific Research, International Applied
and Theoretical Research Center (IATRC), Baghdad Quarter, Iraq

²Department of Building and Construction, University of Technology,
Baghdad, Iraq

³Department of Medical Instruments Techniques Engineering/ Technical
College of Engineering/ Albayan University

⁴Middle Technical University–Institute of Technology, Baghdad, Iraq

⁵Al- Karkh University of Science, Baghdad, Iraq

Abstract:

It is not unexpected that the wireless technology revolution took hold in industrialized nations swiftly given that modern living demands human comforts, in contrast to the practical world of the past when tasks needed additional physical effort to complete. Physical duties are avoided nowadays. Since modern photonic devices have suffered from a number of limitations, including availability, integrability, reconfigurability, immutability, and maintainability, in which the material electromagnetic specifications play a significant role, it is now time to introduce quick transformations in artificial material, based on nano-scale structures and metamaterial inclusions.

Key words: metamaterial, plasmonic, nanoscale, artificial structures.

I. Introduction

Notwithstanding the challenging issues, photonics design requirements are seldom loosened. Conflicting performance measurements are frequently produced by photonics design requirements [1]. Conventional materials also have a number of inherent drawbacks, including the difficulty of designing them to provide the necessary constitutive electromagnetic parameters over a bandwidth, low efficiency due to their inherent losses from extraneous radiation caused by surface waves, and challenges in achieving high polarization purity [2]. Nevertheless, the size, complexity, and expense of photonics devices rise with integration with electrical equipment [3]. The goal of the proposed study

is to create innovative photonic devices using nanoscale and metamaterial architectures to meet the demanding criteria.

In the realm of advanced photonics devices, artificial material structures—also referred to as metamaterials—have been the focus of significant study [2]. These structures are designed to have special electromagnetic characteristics that are not present in materials that naturally arise [3]. On the basis of artificial material structures for improved photonics devices, some prospective research fields include:

1– Optical cloaking: Popular themes in science fiction have included the capacity to render objects invisible to particular light wavelengths [4]. Yet thanks to the advancement of metamaterials, this idea is now a reality. It is possible to create metamaterials that will bend light around an object, rendering it invisible [1]. Potential uses for this technology exist in the realms of medicine, aerospace, and defense [5].

2– Hyperlenses: Lenses such as hyperlenses may concentrate light over the diffraction limit [3]. Metamaterials are capable of refracting light differently than normal materials since they may be made to have negative refractive indices [6]. This characteristic can be utilized to make hyperlenses, which might change imaging technology [7].

3– Plasmonics: The study of how light and metal nanoparticles interact is known as plasmonics [8]. Devices that can influence light at the nanoscale can be made by utilizing

metamaterials to regulate the plasmonics of nanoparticles [9]. Potential uses for this technology include data storage, sensing, and telecommunications [4].

4- Terahertz devices: The field of electromagnetic radiation known as terahertz has the potential to transform imaging and sensing technologies [5]. Yet, unlike visible light, which ordinary materials can control, terahertz radiation cannot be controlled [6]. Advanced photonics devices now have new opportunities due to the ability to control and modify terahertz radiation utilizing metamaterials [10].

Overall, the development of improved photonics devices based on artificial material structures has the potential to change a variety of industries. It is possible that in the upcoming years, metamaterials will be used in a wide variety of novel and fascinating applications as research in this field continues to advance [11].

II. Artificial Material Structures

A- Why Nano-scale Structural Materials?

These are materials with many functional qualities that can be combined by atomic-scale engineering [4]. Its excellent physical, mechanical, and chemical characteristics have drawn a lot of interest from the scientific and engineering sectors. New materials known as low-dimensional crystals were made possible by nanoscale structures, instead of 3-D areas as in bulk media, where the interaction of physical forces with the entire medium occurs.

B– Why Metamaterial Structures?

the capacity to design these structures to display the necessary practical electromagnetic characteristics, which are unusual in nature. These metamaterials are (generally) periodic structures that may be implemented either by wires and SRRs in bulk phase to attain these peculiar features over a narrow bandwidth or through non-resonant, low-loss transmission lines over a large bandwidth. The guided wavelength at which the required qualities occur must be significantly smaller than the effective dimension of the period, or unit cell (effective medium theory).

III. Potential Electromagnetic Researches

A– Carbon Nanotube Arrays for Enhancing Light Absorption

We describe the finite-length, armchair, single-walled carbon nanotubes (SWNT) 2D arrays' scattering, absorption, and reflection properties for the first time in the visible frequency range. The study is based on a 3D quantum electrical conductivity function as illustrated in Fig. 1 and the Finite-Element-Method formulation of the Maxwell's equations. The solid cylinder, hollow cylinder, and honeycomb geometrical models have all been taken into consideration. An electromagnetic wave interacts with 2D Arrays of SWNT in the work of [6]. This study examines the 2D arrays of finite-length, armchair, and single-wall carbon nanotubes' scattering, absorption, and reflection properties. To better comprehend the possible uses of these materials in diverse sectors, the authors

present their research on the electromagnetic wave interactions with these nanotubes. Many issues are covered in this work, including: What possible uses for SWNTs exist in the area of interactions with electromagnetic waves? How do 2D arrays of single-wall carbon nanotubes vary from other materials in their scattering, absorption, and reflection properties? What restrictions or difficulties can researchers encounter while examining how electromagnetic waves interact with single-wall carbon nanotubes?

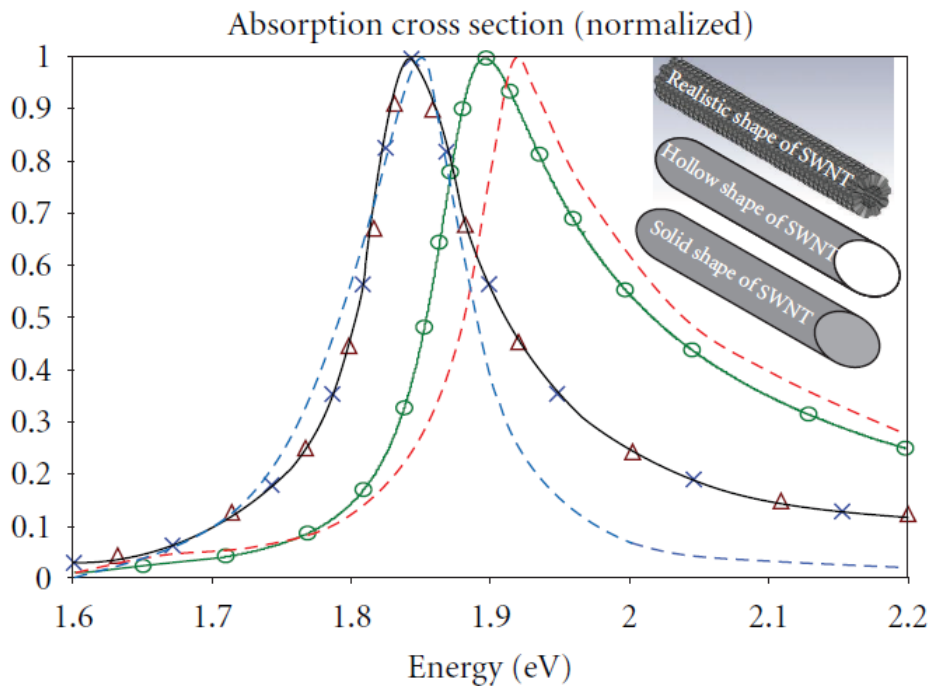


Fig. 1: Scattering results of different SWNT models [6].

B– Silver Nano Particle Coated with Silica based Fresnel Lenses

In order to address a number of issues from the infrared regime through the visible band to the ultraviolet area, Fresnel lenses based on finite arrays of Nano Shell–Silver Coated Silica (NSSCS) are presented in this study [7]. Three distinct electromagnetic (EM) techniques are used to determine reflection losses, material losses of the NSSCS array, and rejection bands as a result of the NSSCS array configuration: As shown in Fig. 2, frequency selective surfaces (FSS) are used to identify reflection bands, metamaterials (MTM) are used to define material losses, and electromagnetic band gaps (EBG) are used to identify the rejection band.

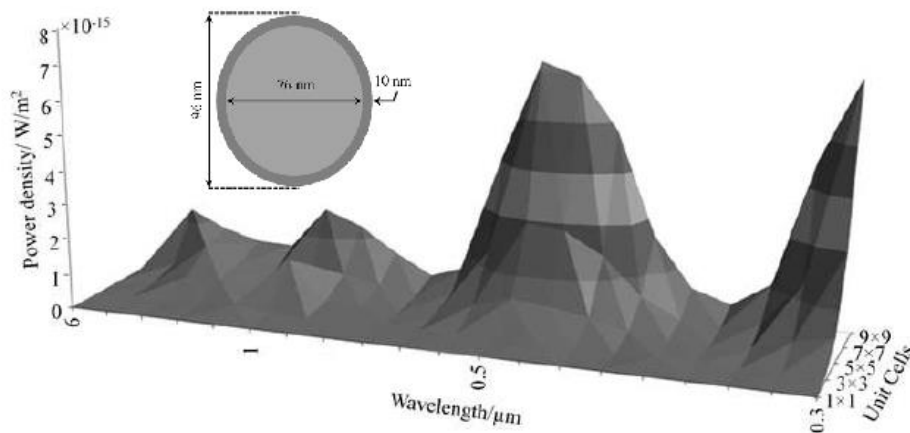


Fig. 2: Power density spectrum with different array [7].

Based on the design that was suggested in [7], Fresnel lenses for solar cell applications. This study in [7] suggests using NSSCS arrays as a remedy for the significant material consumption and extra efficiency deterioration of traditional Fresnel lenses. These lenses are extremely adaptable for solar panel applications since they may function from the

infrared domain to the ultraviolet zone. The following questions are addressed in this piece by [7]: Compared to conventional designs, how does the usage of NSSCS arrays in Fresnel lenses enhance efficiency? Are there any other uses for these lenses than solar panels? Are there any restrictions on how far these glasses may be used?

C- Carbon Nanotube Antenna

The electromagnetic performance of a SWNT dipole antenna mounted on a chair is examined in this section in the Near-Infra-Red (NIR) domain [8]. According to Fig. 3, this study successfully realizes the effects of SWNT antenna realizations. A numerical analysis employing the finite integration method of the standard Maxwell's equations is used to analyze the performance of this antenna for NIR range applications in order to extract conclusions that have already been corroborated by experimental data. The primary factors in that work are: How was the electromagnetic performance of the carbon nanotube antenna analyzed? Has the creation of carbon nano antennas used the results of the numerical analysis? What outcomes did the carbon nanotube antenna's geometric modeling yield?

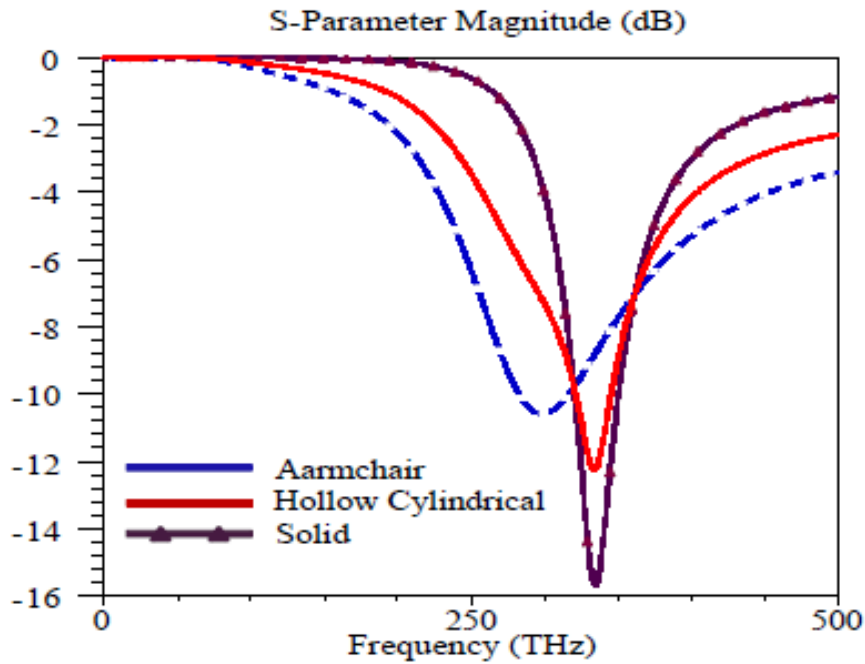


Fig. 3, Antenna structure performance using three different models [8].

D– Optical Antenna based NSSCS for Interconnection Chips

For tunable solid-state laser applications, a tunable nano-scale source based on a Vee Yagi-Uda antenna is being studied. Chains of Nano Shell-Silver Coated Silica (NSSCS) (see Fig. 4) are used to build the antenna. In order to re-localize the coherent radiation to the required wavelength in the LSPR band, a tuning circuit is connected to the antenna's arms. The tuning circuit's ability to match the input impedance to the proper resonance frequencies is demonstrated.

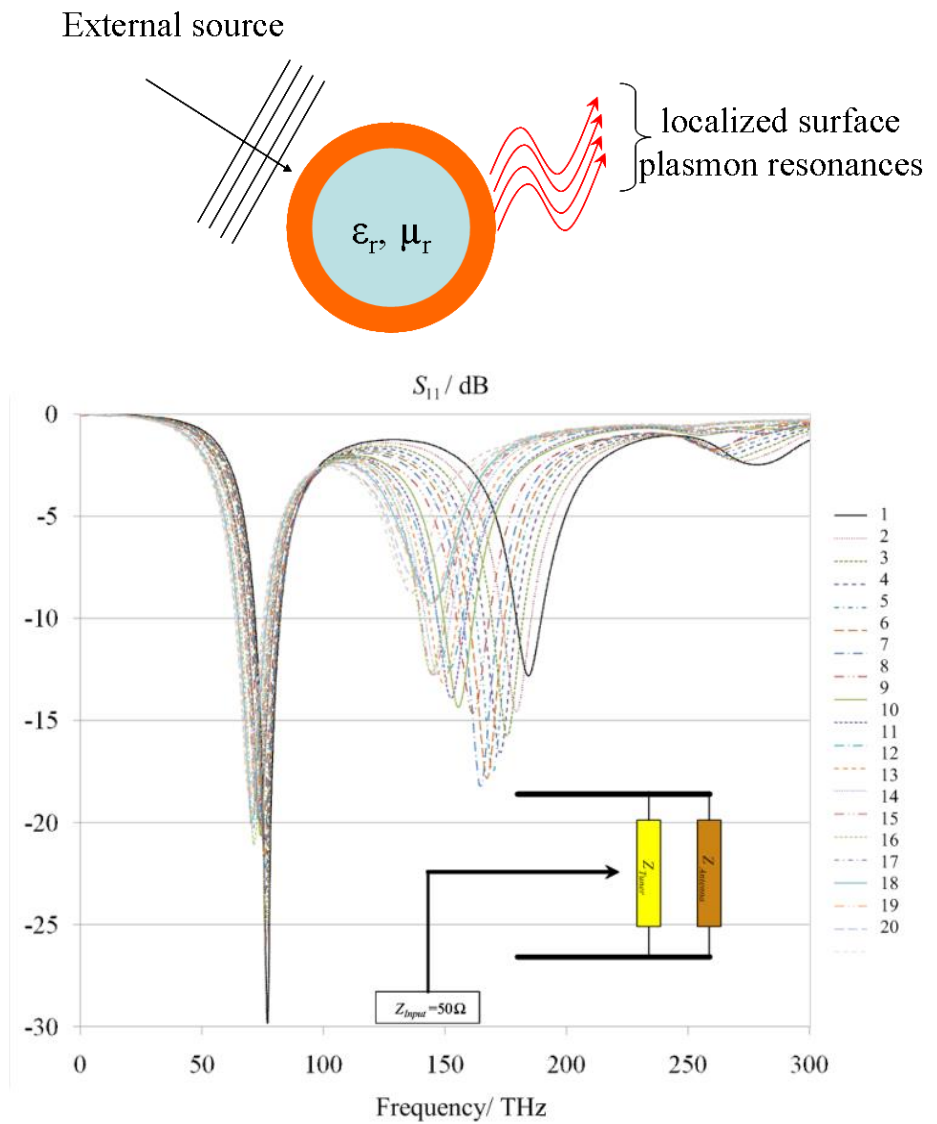


Fig. 4, Antenna structure based NSSCS performance using tuning process [9].

The performance of a nano-scale antenna based on Vee Yagi-Uda design was discussed in this work of [9] using a numerical investigation. The utilization of NSSCS chains for tunable solid-state laser applications is examined in this paper. The reflection coefficient (S_{11}), gain/directivity, and other antenna characteristics are evaluated in this

work using the Finite Integral Method (FIT), which is based on formulas from the Computer Simulator Technology–MicroWave Studio (CST MWS) software package. The following three examples of queries concerning this work can be answered are: What benefits do NSSCS chains provide for tunable solid–state laser applications? How do the antenna parameter evaluations using the Finite Integral Method (FIT) work? What role do the reflection coefficient (S11) and gain/directivity play in the operation of the nanoscale? What is the procedure for estimating the antenna parameters using the Finite Integral Method (FIT)? Can you describe the relevance of the gain/directivity and reflection coefficient (S11) in the operation of the nano–scale antenna?

E– Optical Nano Monopoles for Interconnection Electronic Chips Applications

In a variety of applications, optical nano monopoles, a form of nanophotonic structure, can be utilized to link electronic devices [12]. These structures may be created to demonstrate a resonant frequency in the optical frequency range, and they are composed of a metallic nanoparticle supported by a dielectric substrate [13]. On–chip optical interconnects, which utilize light rather than electrical signals to convey data between various components of an electronic chip, are one possible usage for optical nano monopoles [14]. As comparison to conventional electrical interconnects, optical interconnects can reach better data speeds with less power usage [15]. Optical nano

monopoles can also be utilized for sensing tasks [16], such seeing minute variations in the environment's refractive index. They are therefore advantageous for uses like biosensing and environmental monitoring [17]. In conclusion, optical nano monopoles are a promising nanophotonic structure for linking electronic chips and for sensing applications [3], and additional investigation is anticipated to reveal even more future possible uses for these structures. SWNT structures, which naturally have honey-comp topologies as illustrated in Fig. 5, are suitable models for nano-antennas.

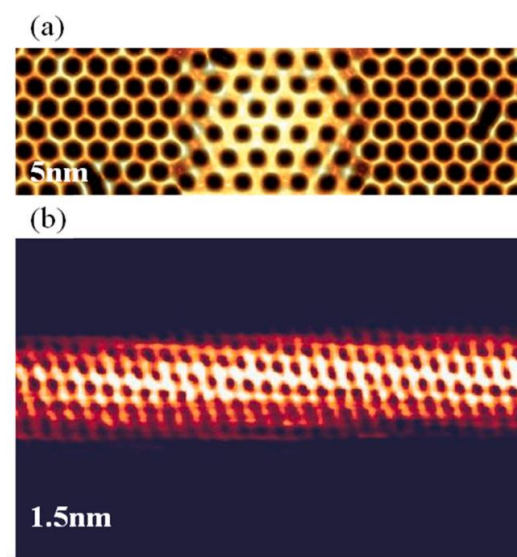


Fig. 5. A scanning tunneling microscope images: (a) graphene layer [2] and (b) SWNT [3].

The usage of micro optical antennas for applications involving interconnecting electronic chips was investigated by the authors in [18]. Their research focuses on the potential application of armchair SWNT-based monopole antennas for optical connectivity of electronic circuits. According to Fig. 6, it is carried out using copper

nanorods and SWNTs made from two distinct materials. Here are three questions you could have concerning this project as examples: What does it mean to use armchair SWNT-based monopole antennas for optical chip connectivity between electronic chips? What part does this study's semi-classical electromagnetic-quantum theory play? Can you describe the variations between the copper nanorods and SWNT used in this study?

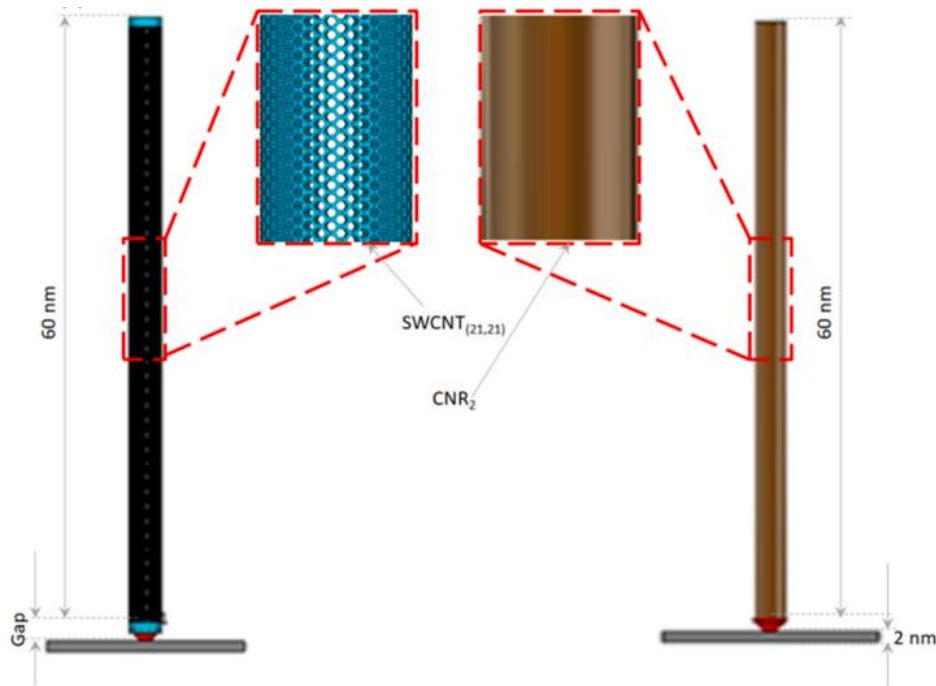


Fig. 6. Monopole antennas: SWNT and copper nanorods.

F- Using Ultra-Valuate Nano-Scale Antenna for Water Purifications

The suggested antennas are constructed as a vertically aligned dipole structure on the silver ground plane layer. SWNT and SILICONE are the two different types of materials used to construct the recommended dipoles. Two dipoles are hence suggested

(see Fig. 7): In contrast to the second model, which is based on a SWNT(10,10) with a SILICON-based counterpart of the same dimensions, the first model is based on a SWNT(10,10) (21,21). In contrast to SILICONE antennas, which are constructed from provided silicon wires, SWNT models are constructed from a single sheet of realistically extruded graphene. The silver ground plane was made using a 20 nm by 20 nm planar square layer. The needed spacing distances between SILICONE arrays, which are provided in [15], are used to compute the ground plane dimensions.

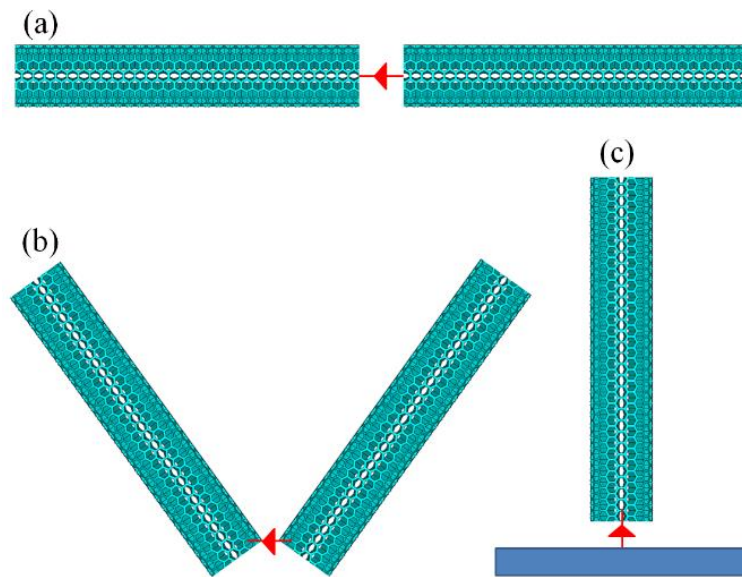


Fig. 7. Antenna geometries: (a) regular dipole, (b) Vee-dipole, and (c) monopole.

G-Toward Plasmonic UC-PBG Structures based SWCNTs for Optoelectronics

Applications

For plasmonic optoelectronic applications in the visible range, [16] examined the feasibility of building UC–PBG films using SWNT, as illustrated in Fig. 8. The following three illustrations of crucial questions to answer include: What use does employing SWNTs to build UC–PBG layers serve? How were the numerical simulations in this study carried out? Can you describe the benchmarks identified in the proposed UC–PBG's performance?

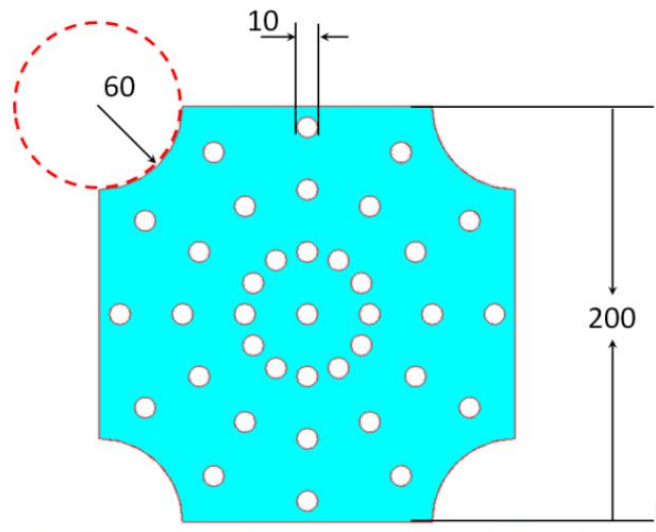


Fig. 8. The proposed UC–PBG structure based SWCNT array.

In order to evaluate the performance of the UC–PBG layer under consideration based on SWNT structure, the extinction cross–section spectra are computed for this study using the HFSS and CSTMWS software packages, as shown in Fig. 9. According to the findings displayed in Fig. 9 [10], the proposed UC–PBG structure displays substantial scattering at 400 nm SWNT length, which may be ascribed to Reighley scattering. In

this observation, the scatterer size is practically identical to the half-incident wavelength of 400 nm. In the same way, this is attributed to the electrical resonance of the scatterer length in relation to the incident light. Last but not least, the results from both HFSS and CSTMWS confirm this.

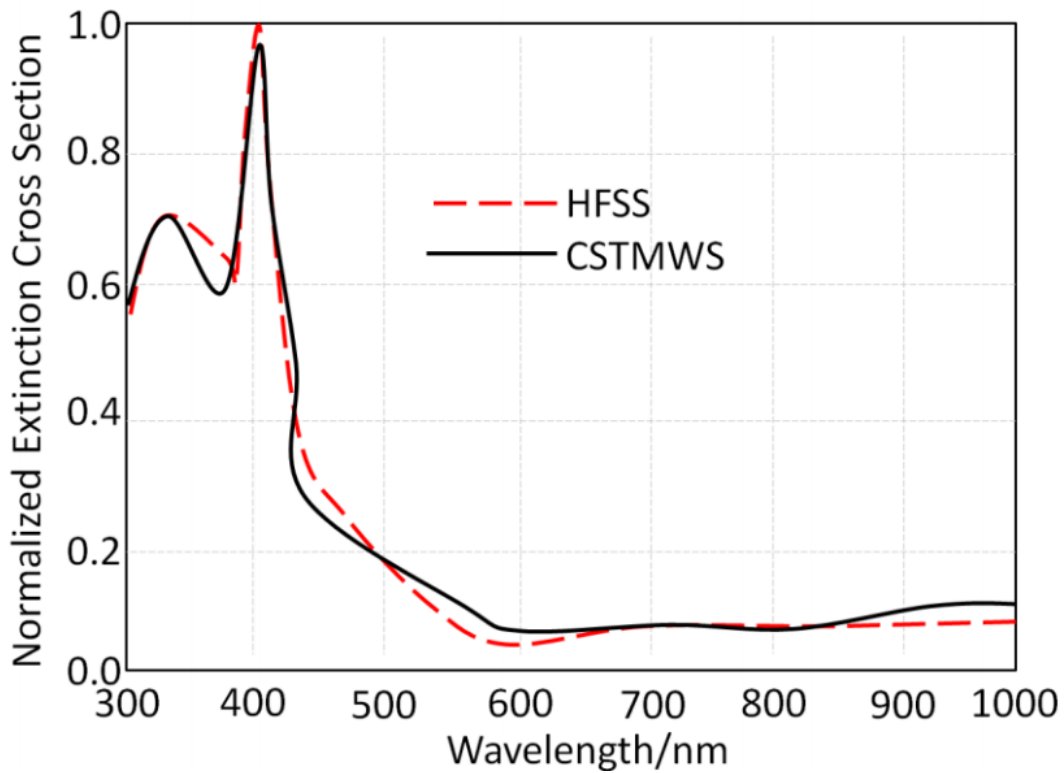


Fig. 9: UC-PBG structure cross section spectra.

IV. Conclusion

Contemporary photonics designs have developed to a level of sophistication that was unattainable in earlier generations. Modern photonics designs may be created for next generations that satisfy the needs of industry and biology thanks to nanoscale and

metamaterial structures. For applications including optical antenna, antireflection layers, and flat lenses, the suggested photonics designs are examined in order to make use of various advancements that are suitable to this technology. Future research on nano- and meta-materials will include: A promising area of study for a number of applications, including contemporary communication networks, is the use of intelligent reflectors based on reconfigurable theory. Moreover, they are used for a variety of purposes, including as biomedical and nanosensors.

References

1. H. Almizan, Taha A. Elwi, and Z. A. A. Hassain, "CIRCULARLY-POLARIZED, WIDE-RANGE COVERAGE AZIMUTH AND ELEVATION ANGLES MICROSTRIP ANTENNA FOR RF HARVESTING," *Journal of Engineering and Sustainable Development* 24(special):191-198, August 2020,
2. Taha A. Elwi, O.-A. Tawfeeq, Y. Alnaiemy, H. S. Ahmed, N. Lajos, "An UWB Monopole Antenna Design based RF Energy Harvesting Technology," *IEEE 3rd Scientific Conference of Electrical Engineering SCEE 2018*, December, 2018,
3. Z. Al-Dulaimi, Taha A Elwi, D. C. Atilla, C. Aydin, "Design of Fractal Based Monopole Antenna Array with Ultra-Mutual Coupling Reduction for MIMO Applications," *IEEE 18th Mediterranean Microwave Symposium (MMS)*, October, 2018,

4. Y. Al-Naiemy, Taha A. Elwi, and N. Lajos, "Enhancing the Microstrip Antenna Gain Using a Novel EBG Lens Based on a Single Layer", *Proceedings of the 3rd Colloquium on Microwave Communication*, August 2018,
5. Y. Alnaiemy, Taha A. Elwi and N. Lajos, "A Folded Microstrip Antenna Structure Based Differential Phase Shift Keying Modulation Technique," 2018 IEEE 18th International Symposium on Computational Intelligence and Informatics (CINTI), Budapest, Hungary, 2018, pp. 000071–000074,
6. K. Chand Ravi, J. Kumar, Taha A. Elwi and M. Mahdi Ali, "Compact MIMO antenna for 5G Applications," 2022 IEEE ANDESCON, Barranquilla, Colombia, 2022, pp. 1–6, doi: 10.1109/ANDESCON56260.2022.9989598.
7. A. R. Al-tameemi and Taha A. Elwi, "Triple band fractal based on T stub waveguide for sub-6 of 5G," 2022 9th International Conference on Electrical Engineering, Computer Science and Informatics (EECSI), Jakarta, Indonesia, 2022, pp. 424–428, doi: 10.23919/EECSI56542.2022.9946454.
8. S. H. Ghadeer, Taha A. Elwi and S. K. A. Rahim, "Compact MIMO Antenna Array for 5G Applications," 2022 9th International Conference on Electrical Engineering, Computer Science and Informatics (EECSI), Jakarta, Indonesia, 2022, pp. 399–402, doi: 10.23919/EECSI56542.2022.9946554.

9. R. R. K. Al-Taie et al., "On the Performance of a Composite Right Left Hand Electromagnetic Bandgap Structure," 2022 9th International Conference on Electrical Engineering, Computer Science and Informatics (EECSI), Jakarta, Indonesia, 2022, pp. 420–423, doi: 10.23919/EECSI56542.2022.9946487.
10. H. Almizan, Z. A. A. Hassain, Taha A. Elwi, and S. M. Al-Sabti, "Controlling Gain Enhancement Using a Reconfigurable Metasurface Layer," *2021 12th International Symposium on Advanced Topics in Electrical Engineering (ATEE)*, 2021, pp. 1–6, doi: 10.1109/ATEE52255.2021.9425037.
11. Taha A. Elwi, M. A. Rasheed, L. W., Anber, and M. Q. Fahad, "Gain enhancement of a miniaturized inverted λ -dipole antenna," *IEEE ICICT19 International Conference for Information and Communication Technology*, April, 2019,
12. **Taha A. Elwi and H. M. Al-Rizzo**, "Electromagnetic wave interactions with 2-D arrays of single wall carbon nanotubes," *Journal of Nanomaterials*, volume 2011, article ID 709263, pp. 1–8, Sep. 2011.
13. **Taha A. Elwi, H. M. Al-Rizzo**, "Fresnel lenses based on nano shell-silver coated silica array for solar cells applications," *Progress In Electromagnetics Research B*, volume 32, pp. 263–282, June 2011.

14. Taha A. Elwi, H. M. Al-Rizzo, D. G. Rucker, E. Dervishi, Z. Li, and A. S. Biris, "Multi-walled carbon nanotube-based RF antennas," *Institute of Physics 2010 Nanotechnology*, volume 21, no. 4, pp. 1-10, June 2010.
15. Daniya Amer Jassim, Taha A. Elwi, "Optical nano monopoles for interconnection electronic chips applications," *Optik*, Volume 249, 2022, 168142, ISSN 0030-4026.
16. Taha Ahmed Elwi Hussain M. Al-Rizzo, "Fresnel Lenses Based on Nano Shell-Silver Coated Silica Array for Solar Cells Applications," *Progress In Electromagnetics Research B*, Vol. 32, 263-282, 2011.
17. Taha A. Elwi, "A Novel Approach for Modeling the Geometry and Constitutive Parameters of an Armchair Single-Wall Carbon Nanotube Antenna Operating in the NIR Regime", *Al-Ma'mon College Journal*, issue 24, pp. 261-285, December 2014,
18. Taha A. Elwi and Y. Alnaiemy, "Nano-Scale Vee Yagi-Uda Antenna based Nano Shell-Silver Coated Silica for Tunable Solid State Laser Applications", *Diyala Journal of Engineering Sciences*, volume 12, number 1, pp: 85-93, January 2019.

A Note on Some K^h -Generalized Recurrent

Finsler Space of Higher Order

Adel Mohammed Ali Al-Qashbari

Department of Mathematics, Faculty of Education –Aden, University of

Aden, Yemen

Abstract:

The present object of this paper is to study a Finsler space F_n whose Cartan's fourth curvature tensor K_{jkh}^i satisfies the condition $K_{jkh|\ell|m|n|s}^i = \lambda_{\ell mns} K_{jkh}^i + \mu_{\ell mns} (\delta_k^i g_{jh} - \delta_h^i g_{jk})$, $K_{jkh}^i \neq 0$, where $|\ell|m|n|s$ is h -covariant derivative of fourth order (Cartan's third kind covariant differential operator), with respect to x^l , x^m , x^n and x^s , successively, $\lambda_{\ell mns}$ and $\mu_{\ell mns}$ are non-zero covariant vector field and covariant tensor field of third order, respectively, is introduced and such space is called as K^h -generalized four recurrent Finsler space and we denote by K^h-G-FF_n and we obtained some generalized four recurrent space. Also we studied Ricci generalized four recurrent space.

keywords: Finsler space, Cartan's fourth curvature tensor K_{jkh}^i , Ricci generalized tensor, generalized four recurrent tensors.

1. Introduction

Finsler spaces have different connections, because of this the recurrence of different curvature tensors have been studied by various mathematicians. A 3-dimensional Riemannian space of recurrent was introduced and studied by Rund [16]. The generalized curvature tensors in recurrent Finsler space used the sense of Berwald and Cartan curvature tensor discussed by AL-Qashbari and other ([1], [3], [4], [5], [6], [7], [8] and [9]). Some properties for Weyl's projective curvature tensor studied by AL-Qashbari [2]. The generalized birecurrent, trirecurrent Finsler space and higher order recurrent are studied in ([13], [14], [16], [17], [19] and [20]). Ruse [17] introduced and studied a three dimensional space as space of recurrent curvature. The recurrent of an n -dimensional space was extended to Finsler space ([11], [15], [18]) for the first time. Due to different connections of Finsler space, the recurrence of different curvature tensors have been discussed by Mishra and Pande [23] and Pandey [21]. Dikshit [10] discussed a Finsler space in which Cartan's third curvature tensor R_{jkh}^i is birecurrent. Qasem [6] discussed a Finsler space in which Cartan's third curvature tensor R_{jkh}^i is generalized and special generalized birecurrent of the first and second kind. Qasem and Saleem [12] discussed a Finsler space h -curvature tensor U_{jkh}^i . Pandey, Saxena

and Goswani [22] study on a generalized H -recurrent space. The Certain types of recurrences in Finsler spaces have been discussed by Dikshit [24].

Eliminating dy^k in terms of the absolute differential of l^i , Cartan deduced [16].

$$(1.1) \quad DX^i = F X^i|_k D l^k + X^i_{|k} dx^k + y^k (\dot{\partial}_k X^i) \frac{dF}{F}, \text{ where}$$

$$(1.2) \quad \text{a) } X^i|_k = \dot{\partial}_k X^i + X^r C^i_{rk},$$

$$\text{b) } X^i_{|k} = \partial_k X^i + X^r \Gamma^i_{rk} - (\dot{\partial}_m X^i) \Gamma^m_{sk} y^s,$$

$$\text{c) } \Gamma^i_{rk} = \Gamma^i_{rk} - C^i_{mr} \Gamma^m_{sk} y^s \quad \text{and}$$

$$\text{d) } G^i_k = \Gamma^i_{sk} y^s.$$

The metric tensor g_{ij} and the associate metric tensor g^{ij} (see Fig. (1.2) and Fig. (1.3))

are covariant constant with respect to h -covariant derivative, i.e.

$$(1.3) \quad \text{a) } g_{ij|k} = 0 \quad \text{and} \quad \text{b) } g^{ij}_{|k} = 0.$$

$$(1.4) \quad g_{ij} g^{jk} = \delta_i^k = \begin{cases} 1 & \text{if } i = k, \\ 0 & \text{if } i \neq k. \end{cases}$$

The h -covariant derivative of the vectors y^i and y_i , vanish identically, i.e.

$$(1.5) \quad \text{a) } y^i_{|k} = 0 \quad \text{and} \quad \text{b) } y_{i|k} = 0.$$

$$(1.6) \quad \text{a) } y_i y^i = F^2 \quad \text{and} \quad \text{b) } g_{ij} = \dot{\partial}_i y_j = \dot{\partial}_j y_i.$$

The vectors y_i and δ_k^i also satisfy the following relations

$$(1.7) \quad \text{a) } \delta_k^i y^k = y^i \quad \text{and} \quad \text{b) } \delta_k^i y_i = y_k$$

$$(1.8) \quad \text{a) } \delta_j^i g^{jk} = g^{ik} \quad \text{and} \quad \text{b) } \delta_k^i \delta_h^k = \delta_h^i$$

$$(1.9) \quad \text{a) } \delta_k^i g_{ji} = g_{jk} \quad \text{and} \quad \text{b) } g_{jh} y^j = y_h.$$

Using Euler's theorem on homogeneous properties, this tensor satisfies the following identities

$$(1.10) \quad \text{a) } C_{ijk} y^i = C_{kij} y^i = C_{jki} y^i = 0 \quad \text{and} \quad \text{b) } C_{jk}^i y^j = C_{kj}^i y^j = 0.$$

$$(1.11) \quad C_{ijk} = g_{hj} C_{ik}^h.$$

The associate curvature tensor K_{ijkh} of the curvature tensor K_{jkh}^i is given by

$$(1.12) \quad \text{a) } K_{ijkh} = g_{rj} K_{ikh}^r \quad \text{and} \quad \text{b) } K_{jrk h} g^{ir} = K_{jkh}^i.$$

The R -Ricci tensor K_{jk} , the curvature scalar K and the deviation tensor K_j .

$$(1.13) \quad \text{a) } K_{jki}^i = K_{jk}, \quad \text{b) } K_{jk} g^{jk} = K, \quad \text{c) } K_{jk} y^k = K_j \quad \text{and} \\ \text{d) } K_{jk} y^j = H_k.$$

The curvature tensor K_{jkh}^i and curvature tensor K_{jkh}^i , satisfies the relations

$$(1.14) \quad \text{a) } K_{jkh}^i y^j = H_{kh}^i, \quad \text{b) } K_{jkh}^i = \partial_j K_{kh}^i \quad \text{and} \\ \text{c) } K_{jkh}^i = -K_{jhk}^i.$$

the associate curvature tensor K_{ijkh} satisfies the condition

$$(1.15) \quad K_{jikh} + K_{ijkh} = -2 C_{ijs} K_{rkh}^s y^r.$$

The quantities H_{jkh}^i and H_{kh}^i form the components of tensors and they are called h -curvature tensor of Berwald (Berwald curvature tensor) and $h(v)$ -torsion tensor, respectively and are defined as follow [16]

$$(1.16) \quad \text{a) } H_{jkh}^i = \partial_j G_{kh}^i + G_{kh}^r G_{rj}^i + G_{rhj}^i G_k^r - \partial_j G_{hk}^i + G_{hk}^r G_{rj}^i + G_{rkj}^i G_h^r \\ \text{and} \quad \text{b) } H_{kh}^i = \partial_h G_k^i + G_k^r C_{rh}^i - \partial_k G_h^i + G_h^r C_{rk}^i.$$

They are also related by [19]

$$(1.17) \quad \text{a) } H_{jkh}^i y^j = H_{kh}^i, \quad \text{b) } g_{rp} H_{jkh}^i = H_{jpkh} \quad \text{and} \quad \text{c) } H_{jk}^i = \dot{\partial}_j H_k^i.$$

The process of h -covariant differentiation, with respect to x^k and $\dot{\partial}_j$ is commute with partial differentiation with respect to y^j for arbitrary vector filed X^i , according to [16]

$$(1.18) \quad \dot{\partial}_j (X_{lk}^i) - (\dot{\partial}_j X^i)_{lk} = X^r (\dot{\partial}_j \Gamma_{rk}^{*i}) - (\dot{\partial}_r X^i) P_{jk}^r.$$

In view of Euler's theorem on homogeneous functions we have

$$(1.19) \quad \text{a) } H_{jk}^i y^j = -H_{kj}^i y^j = H_k^i \quad \text{and} \quad \text{b) } g_{ip} H_{jk}^i = H_{jpk}.$$

Tensors P_{hk}^i and P_k^i are called P -Ricci tensor and the curvature scalar, respectively defined by

$$(1.20) \quad \text{a) } P_{hk}^i y^h = P_k^i \quad \text{and} \quad \text{b) } R_{jkh}^i = K_{jkh}^i + C_{jm}^i H_{kh}^m.$$

The curvature tensor K_{jkh}^i satisfies the following identities known as Bianchi identities [16].

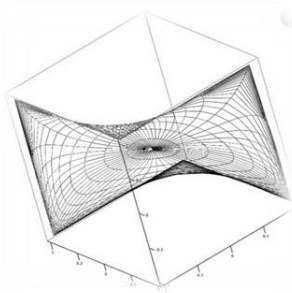
$$(1.21) \quad \text{a) } K_{jkh}^i + K_{hjk}^i + K_{khj}^i = 0$$

$$\text{and} \quad \text{b) } K_{ijh|k}^r + K_{ikj|h}^r + K_{ihk|j}^r + [(\dot{\partial}_s \Gamma_{ij}^{*r}) K_{mhh}^s + (\dot{\partial}_s \Gamma_{ik}^{*r}) K_{mjh}^s + (\dot{\partial}_s \Gamma_{ih}^{*r}) K_{mkj}^s] y^m = 0.$$

$$(1.21) \quad \text{a) } K_{jrkh} = -K_{jrkh}$$

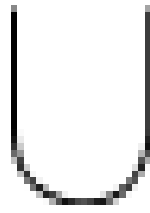
$$\text{and} \quad \text{b) } K_{jrkh} + K_{hrjk} + K_{krhj} = 0.$$

An n -dimensional Finsler space, Fig. (1.1) equipped with the metric function f satisfies the requisite conditions [13]. Consider the components of the corresponding metric tensor g_{ij} , Cartan's connection parameters Γ_{jk}^{*i} and Berwald's connection parameters G_{jk}^i (the indices i, j, k, \dots assume positive integral values from 1 to n). These are symmetric in their lower indices.



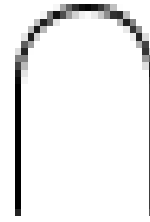
Finsler Space as a Locally
Minkowskian Space

Fig. (1.1)



metric tensor g_{ij}

Fig. (1.2)



metric tensor g^{ij}

Fig. (1.3)

2. On Necessary and Sufficient Condition of Generalized K^h -Four Recurrent

Let us consider a Finsler space F_n in which Cartan's fourth curvature tensor K_{jkh}^i satisfied the following generalized recurrence condition

$$(2.1) \quad K_{jkh\ell}^i = \lambda_\ell K_{jkh}^i + \mu_\ell (\delta_k^i g_{jh} - \delta_h^i g_{jk}), \quad K_{jkh}^i \neq 0,$$

where $\mid\ell$ is h -covariant derivative of first order (Cartan's second kind covariant differential operator), with respect to x^ℓ and λ_ℓ, μ_ℓ are non-null covariant vectors field and such space is called it generalized K^h -recurrent space.

Let us consider a Finsler space F_n for which Cartan's fourth curvature tensor K_{jkh}^i satisfied the following generalized birecurrence condition

$$(2.2) \quad K_{jkh\mid\ell m}^i = a_{\ell m} K_{jkh}^i + b_{\ell m} (\delta_k^i g_{jh} - \delta_h^i g_{jk}), \quad K_{jkh}^i \neq 0,$$

where $\mid\ell\mid m$ is h -covariant derivative of second order with respect to x^ℓ and x^m , successively, $\alpha_{\ell m}$ and $\beta_{\ell m}$ are non-null covariant vectors field and such space is called it generalized K^h -birecurrent space.

Taking h -covariant derivative of (2.2), with respect to x^n and using (1.5a), we get

$$(2.3) \quad K_{jkh\mid\ell m\mid n}^i = c_{\ell mn} K_{jkh}^i + d_{\ell mn} (\delta_k^i g_{jh} - \delta_h^i g_{jk}), \quad K_{jkh}^i \neq 0,$$

where $\mid\ell\mid m\mid n$ is h -covariant derivative of third order with respect to x^ℓ, x^m and x^n successfully, $c_{\ell mn} = a_{\ell mn} + a_{\ell m} \lambda_n$ and $d_{\ell mn} = a_{\ell m} \mu_n + b_{\ell m\mid n}$ are non-zero covariant tensors fields of third order, called recurrence tensors field.

Taking h -covariant derivative of (2.3) with respect to x^s and using (1.5a), we get

$$(2.4) \quad K_{jkh\mid\ell m\mid n\mid s}^i = c_{\ell mns} K_{jkh}^i + d_{\ell mns} (\delta_k^i g_{jh} - \delta_h^i g_{jk}), \quad K_{jkh}^i \neq 0$$

where $\mid\ell\mid m\mid n\mid s$ is h -covariant derivative of four order with respect to x^ℓ, x^m, x^n and x^s successfully, $c_{\ell mns} = a_{\ell mns} + a_{\ell ms} \lambda_n + a_{\ell m} \lambda_{ns}$ and $d_{\ell mns} = a_{\ell ms} \mu_n +$

$a_{\ell m} \mu_{ns} + b_{\ell | m | n | s}$ are non-zero covariant tensors fields of four order, called recurrence tensors field.

The space and the tensor satisfying the condition (2.4) is called K^h -generalized four recurrent space. We shall denote them briefly by $K^h-G-FFR_n$.

Result 2.1.

Every generalized K^h -Four recurrent space is generalized K^h -Trirecurrent space.

Transvecting the condition (2.4) by g_{ir} , using (1.3a), (1.12a) and (1.9a), we get

$$(2.5) \quad K_{jrkhl\ell|m|n|s} = c_{\ell mns} K_{jrkh} + d_{\ell mns} (g_{kr} g_{jh} - g_{hr} g_{jk}), \quad K_{jrkh} \neq 0.$$

Conversely, the transvection of the condition (2.4) by g^{ir} , by using (1.3b), (1.12b) and (1.4), yields the condition (2.4).

Thus, we may conclude

Theorem 2.1.

In $K^h-G-FFR_n$, the h -covariant derivative of fourth order for the associate curvature tensor K_{ijkh} of the curvature tensor K_{jkh}^i is given by (2.5).

Transvecting the condition (2.4) by y^j , using (1.14a), (1.9b) and (1.5a), we get

$$(2.6) \quad H_{khl\ell|m|n|s}^i = c_{\ell mns} H_{kh}^i + d_{\ell mns} (\delta_k^i y_h - \delta_h^i y_k).$$

Transvecting (2.6) by y^k , using (1.17a), (1.7a), (1.6a) and (1.5a), we get

$$(2.7) \quad H_{h\ell|m|n|s}^i = c_{\ell mns} H_h^i + d_{\ell mns} (y^i y_h - \delta_h^i F^2).$$

Thus, we may conclude

Theorem 2.2.

In K^h-G-FF_n , the h -covariant derivative of fourth order for the $h(v)$ -torsion tensor H_{kh}^i and the deviation tensor H_h^i given by (2.6) and (2.7), respectively.

Differentiating (2.6), partially with respect to y^j , using (1.14b) and (1.6b), we get

$$(2.8) \quad \dot{\partial}_j \left(H_{kh|\ell|m|n|s}^i \right) = (\dot{\partial}_j c_{\ell mns}) H_{kh}^i + c_{\ell mns} H_{jkh}^i + (\dot{\partial}_j d_{\ell mns}) (\delta_k^i y_h - \delta_h^i y_k) + d_{\ell mns} (\delta_k^i g_{jh} - \delta_h^i g_{jk}).$$

Using the commutation formula exhibited by (1.16) for $(H_{kh|\ell|m|n}^i)$ in (2.8), we get

$$(2.9) \quad \dot{\partial}_j (H_{kh|\ell|m|n|s}^i) + H_{kh|\ell|m|n}^r (\dot{\partial}_j \Gamma_{rs}^{*i}) - H_{rh|\ell|m|n}^i (\dot{\partial}_j \Gamma_{ks}^{*r}) - H_{kr|\ell|m|n}^i (\dot{\partial}_j \Gamma_{hs}^{*r}) - H_{kh|r|\ell|m|n}^i (\dot{\partial}_j \Gamma_{\ell s}^{*r}) - H_{kh|\ell|r|n}^i (\dot{\partial}_j \Gamma_{ms}^{*r}) - H_{kh|\ell|m|r}^i (\dot{\partial}_j \Gamma_{ns}^{*r}) - \dot{\partial}_r (H_{kh|\ell|m|n}^i) P_{js}^r = (\dot{\partial}_j c_{\ell mns}) H_{kh}^i + c_{\ell mns} H_{jkh}^i + (\dot{\partial}_j d_{\ell mns}) (\delta_k^i y_h - \delta_h^i y_k) + d_{\ell mns} (\delta_k^i g_{jh} - \delta_h^i g_{jk}).$$

Again applying the commutation formula exhibited by (1.16) for $(H_{kh|\ell|m}^i)$ in (2.9), we get

$$(2.10) \quad \left\{ \dot{\partial}_j (H_{kh|\ell|m}^i) \right\}_{|n|s} + [H_{kh|\ell|m}^r (\dot{\partial}_j \Gamma_{rn}^{*i}) - H_{rh|\ell|m}^i (\dot{\partial}_j \Gamma_{kn}^{*r}) - H_{kr|\ell|m}^i (\dot{\partial}_j \Gamma_{hn}^{*r}) - H_{kh|r|\ell|m}^i (\dot{\partial}_j \Gamma_{\ell n}^{*r}) - \dot{\partial}_r (H_{kh|\ell|m}^i) P_{jn}^r]_{|s} + H_{kh|\ell|m|n}^r (\dot{\partial}_j \Gamma_{rs}^{*i}) - H_{rh|\ell|m|n}^i (\dot{\partial}_j \Gamma_{ks}^{*r}) - H_{kr|\ell|m|n}^i (\dot{\partial}_j \Gamma_{hs}^{*r}) - H_{kh|\ell|r|n}^i (\dot{\partial}_j \Gamma_{\ell s}^{*r}) - H_{kh|\ell|m|n}^i (\dot{\partial}_j \Gamma_{ms}^{*r}) - H_{kh|\ell|m|r}^i (\dot{\partial}_j \Gamma_{ns}^{*r}) - [\dot{\partial}_r (H_{kh|\ell|m|n}^i)]_{|s} + H_{kh|\ell|m|n}^q (\dot{\partial}_r \Gamma_{qs}^{*i}) - H_{qh|\ell|m|n}^i (\dot{\partial}_r \Gamma_{ks}^{*q}) - H_{kq|\ell|m|n}^i (\dot{\partial}_r \Gamma_{hs}^{*q}) - H_{kh|q|\ell|m|n}^i (\dot{\partial}_r \Gamma_{\ell s}^{*q}) - H_{kh|\ell|q|n}^i (\dot{\partial}_r \Gamma_{ms}^{*q}) - H_{kh|\ell|m|q}^i (\dot{\partial}_r \Gamma_{ns}^{*q}) - \dot{\partial}_q (H_{kh|\ell|m}^i) P_{rn}^q] P_{js}^r$$

$$= (\dot{\partial}_j c_{\ell mns}) H_{kh}^i + c_{\ell mns} H_{jkh}^i + (\dot{\partial}_j d_{\ell mns})(\delta_k^i y_h - \delta_h^i y_k) + d_{\ell mns}(\delta_k^i g_{jh} - \delta_h^i g_{jk}).$$

Again applying the commutation formula exhibited by (1.16) for (H_{khl}^i) in (2.10), we get

$$(2.11) \quad (\dot{\partial}_j H_{khl}^i)_{|m|n|s} + \{H_{khl}^r(\dot{\partial}_j \Gamma_{rm}^{*i}) - H_{rhl}^i(\dot{\partial}_j \Gamma_{km}^{*r}) - H_{kr\ell}^i(\dot{\partial}_j \Gamma_{hm}^{*r}) - H_{khlr}^i(\dot{\partial}_j \Gamma_{\ell m}^{*r}) - (\dot{\partial}_r H_{khl}^i) P_{jm}^r\}_{|n|s} + [H_{khl\ell}^r(\dot{\partial}_j \Gamma_{rn}^{*i}) - H_{rhl\ell}^i(\dot{\partial}_j \Gamma_{kn}^{*r}) - H_{kr\ell}^i(\dot{\partial}_j \Gamma_{hn}^{*r}) - H_{khlr}^i(\dot{\partial}_j \Gamma_{\ell n}^{*r}) - \dot{\partial}_r (H_{khl\ell}^i) P_{jn}^r]_{|s} + H_{khl\ell}^r(\dot{\partial}_j \Gamma_{rs}^{*i}) - H_{rhl\ell}^i(\dot{\partial}_j \Gamma_{ks}^{*r}) - H_{kr\ell}^i(\dot{\partial}_j \Gamma_{hs}^{*r}) - H_{khlr}^i(\dot{\partial}_j \Gamma_{\ell s}^{*r}) - H_{khl\ell}^i(\dot{\partial}_j \Gamma_{ms}^{*r}) - H_{khl\ell}^i(\dot{\partial}_j \Gamma_{ns}^{*r}) - H_{khl\ell}^i(\dot{\partial}_j \Gamma_{rs}^{*q}) - H_{qhl\ell}^i(\dot{\partial}_r \Gamma_{ks}^{*q}) - H_{kq\ell}^i(\dot{\partial}_r \Gamma_{hs}^{*q}) - H_{khlq}^i(\dot{\partial}_r \Gamma_{\ell s}^{*q}) - H_{khl\ell}^i(\dot{\partial}_r \Gamma_{ms}^{*q}) - H_{khl\ell}^i(\dot{\partial}_r \Gamma_{ns}^{*q}) - \dot{\partial}_q (H_{khl\ell}^i) P_{rn}^q] P_{js}^r = (\dot{\partial}_j c_{\ell mns}) H_{kh}^i + c_{\ell mns} H_{jkh}^i + (\dot{\partial}_j d_{\ell mns})(\delta_k^i y_h - \delta_h^i y_k) + d_{\ell mns}(\delta_k^i g_{jh} - \delta_h^i g_{jk}).$$

Further, applying the commutation formula exhibited by (1.16) for (H_{kh}^i) in (2.11), we get

$$(2.12) \quad (\dot{\partial}_j H_{kh}^i)_{|l|m|n|s} + \{H_{kh}^r(\dot{\partial}_j \Gamma_{rl}^{*i}) - H_{rhl}^i(\dot{\partial}_j \Gamma_{kl}^{*r}) - H_{kr}^i(\dot{\partial}_j \Gamma_{hl}^{*r}) - (\dot{\partial}_r H_{kh}^i) P_{jl}^r\}_{|m|n|s} + \{H_{khl}^r(\dot{\partial}_j \Gamma_{rm}^{*i}) - H_{rhl}^i(\dot{\partial}_j \Gamma_{km}^{*r}) - H_{kr\ell}^i(\dot{\partial}_j \Gamma_{hm}^{*r}) - H_{khlr}^i(\dot{\partial}_j \Gamma_{\ell m}^{*r}) - (\dot{\partial}_r H_{khl}^i) P_{jm}^r\}_{|n|s} + [H_{khl\ell}^r(\dot{\partial}_j \Gamma_{rn}^{*i}) - H_{rhl\ell}^i(\dot{\partial}_j \Gamma_{kn}^{*r}) - H_{kr\ell}^i(\dot{\partial}_j \Gamma_{hn}^{*r}) - H_{khlr}^i(\dot{\partial}_j \Gamma_{\ell n}^{*r}) - \dot{\partial}_r (H_{khl\ell}^i) P_{jn}^r]_{|s} + H_{khl\ell}^r(\dot{\partial}_j \Gamma_{rs}^{*i}) - H_{rhl\ell}^i(\dot{\partial}_j \Gamma_{ks}^{*r}) - H_{kr\ell}^i(\dot{\partial}_j \Gamma_{hs}^{*r}) - H_{khlr}^i(\dot{\partial}_j \Gamma_{\ell s}^{*r}) - H_{khlr}^i(\dot{\partial}_j \Gamma_{\ell s}^{*r}) - H_{khl\ell}^i(\dot{\partial}_j \Gamma_{ms}^{*r}) - H_{khl\ell}^i(\dot{\partial}_j \Gamma_{ns}^{*r}) - [\dot{\partial}_r (H_{khl\ell}^i)]_{|s} + H_{khl\ell}^r(\dot{\partial}_r \Gamma_{qs}^{*i}) - H_{qhl\ell}^i(\dot{\partial}_r \Gamma_{ks}^{*q}) - H_{kq\ell}^i(\dot{\partial}_r \Gamma_{hs}^{*q}) - H_{khlq}^i(\dot{\partial}_r \Gamma_{\ell s}^{*q}) - H_{khl\ell}^i(\dot{\partial}_r \Gamma_{ms}^{*q}) - H_{khl\ell}^i(\dot{\partial}_r \Gamma_{ns}^{*q}) - \dot{\partial}_q (H_{khl\ell}^i) P_{rn}^q] P_{js}^r$$

$$= (\dot{\partial}_j c_{\ell mns}) H_{kh}^i + c_{\ell mns} H_{jkh}^i + (\dot{\partial}_j d_{\ell mns}) (\delta_k^i y_h - \delta_h^i y_k) + d_{\ell mns} (\delta_k^i g_{jh} - \delta_h^i g_{jk}).$$

Using (1.17b) in (2.12), we get

$$\begin{aligned} & H_{jkh\ell\ell m\ell n\ell s}^i + \{H_{kh}^r (\dot{\partial}_j \Gamma_{r\ell}^{*i}) - H_{rh}^i (\dot{\partial}_j \Gamma_{k\ell}^{*r}) - H_{kr}^i (\dot{\partial}_j \Gamma_{h\ell}^{*r}) - (\partial_r H_{kh}^i) P_{j\ell}^r\}_{\ell m\ell n\ell s} + \\ & + \{H_{kh\ell}^r (\dot{\partial}_j \Gamma_{rm}^{*i}) - H_{rh\ell}^i (\dot{\partial}_j \Gamma_{km}^{*r}) - H_{kr\ell}^i (\dot{\partial}_j \Gamma_{hm}^{*r}) - H_{kh\ell r}^i (\dot{\partial}_j \Gamma_{\ell m}^{*r}) - (\partial_r H_{kh\ell}^i) P_{jm}^r\}_{\ell n\ell s} \\ & + [H_{kh\ell\ell m}^r (\dot{\partial}_j \Gamma_{rn}^{*i}) - H_{rh\ell\ell m}^i (\dot{\partial}_j \Gamma_{kn}^{*r}) - H_{kr\ell\ell m}^i (\dot{\partial}_j \Gamma_{hn}^{*r}) - H_{kh\ell r\ell m}^i (\dot{\partial}_j \Gamma_{\ell n}^{*r}) - \\ & - \partial_r (H_{kh\ell\ell m}^i) P_{jn}^r]_{\ell s} + H_{kh\ell\ell m\ell n}^r (\dot{\partial}_j \Gamma_{rs}^{*i}) - H_{rh\ell\ell m\ell n}^i (\dot{\partial}_j \Gamma_{ks}^{*r}) - H_{kr\ell\ell m\ell n}^i (\dot{\partial}_j \Gamma_{hs}^{*r}) - \\ & - H_{kh\ell r\ell m\ell n}^i (\dot{\partial}_j \Gamma_{\ell s}^{*r}) - H_{kh\ell\ell r\ell n}^i (\dot{\partial}_j \Gamma_{ms}^{*r}) - H_{kh\ell\ell m\ell r}^i (\dot{\partial}_j \Gamma_{ns}^{*r}) - [\partial_r (H_{kh\ell\ell m\ell n}^i)]_{\ell s} + \\ & + H_{kh\ell\ell m\ell n}^q (\dot{\partial}_r \Gamma_{qs}^{*i}) - H_{qh\ell\ell m\ell n}^i (\dot{\partial}_r \Gamma_{ks}^{*q}) - H_{kq\ell\ell m\ell n}^i (\dot{\partial}_r \Gamma_{hs}^{*q}) - H_{kh\ell q\ell m\ell n}^i (\dot{\partial}_r \Gamma_{\ell s}^{*q}) - \\ & - H_{kh\ell\ell q\ell n}^i (\dot{\partial}_r \Gamma_{ms}^{*q}) - H_{kh\ell\ell m\ell q}^i (\dot{\partial}_r \Gamma_{ns}^{*q}) - \partial_q (H_{kh\ell\ell m}^i) P_{rn}^q] P_{js}^r \\ & = (\dot{\partial}_j c_{\ell mns}) H_{kh}^i + c_{\ell mns} H_{jkh}^i + (\dot{\partial}_j d_{\ell mns}) (\delta_k^i y_h - \delta_h^i y_k) + d_{\ell mns} (\delta_k^i g_{jh} - \delta_h^i g_{jk}). \end{aligned}$$

This shows that

$$(2.13) \quad H_{jkh\ell\ell m\ell n\ell s}^i = c_{\ell mns} H_{jkh}^i + d_{\ell mns} (\delta_k^i g_{jh} - \delta_h^i g_{jk})$$

if and only if

$$\begin{aligned} (2.14) \quad & \{H_{kh}^r (\dot{\partial}_j \Gamma_{r\ell}^{*i}) - H_{rh}^i (\dot{\partial}_j \Gamma_{k\ell}^{*r}) - H_{kr}^i (\dot{\partial}_j \Gamma_{h\ell}^{*r}) - (\partial_r H_{kh}^i) P_{j\ell}^r\}_{\ell m\ell n\ell s} + \{H_{kh\ell}^r (\dot{\partial}_j \Gamma_{rm}^{*i}) \\ & - H_{rh\ell}^i (\dot{\partial}_j \Gamma_{km}^{*r}) - H_{kr\ell}^i (\dot{\partial}_j \Gamma_{hm}^{*r}) - H_{kh\ell r}^i (\dot{\partial}_j \Gamma_{\ell m}^{*r}) - (\partial_r H_{kh\ell}^i) P_{jm}^r\}_{\ell n\ell s} + \\ & + [H_{kh\ell\ell m}^r (\dot{\partial}_j \Gamma_{rn}^{*i}) - H_{rh\ell\ell m}^i (\dot{\partial}_j \Gamma_{kn}^{*r}) - H_{kr\ell\ell m}^i (\dot{\partial}_j \Gamma_{hn}^{*r}) - H_{kh\ell r\ell m}^i (\dot{\partial}_j \Gamma_{\ell n}^{*r}) - \\ & - H_{kh\ell\ell r}^i (\dot{\partial}_j \Gamma_{mn}^{*r}) - \partial_r (H_{kh\ell\ell m}^i) P_{jn}^r]_{\ell s} + H_{kh\ell\ell m\ell n}^r (\dot{\partial}_j \Gamma_{rs}^{*i}) - H_{rh\ell\ell m\ell n}^i (\dot{\partial}_j \Gamma_{ks}^{*r}) - \\ & - H_{kr\ell\ell m\ell n}^i (\dot{\partial}_j \Gamma_{hs}^{*r}) - H_{kh\ell r\ell m\ell n}^i (\dot{\partial}_j \Gamma_{\ell s}^{*r}) - H_{kh\ell\ell r\ell n}^i (\dot{\partial}_j \Gamma_{ms}^{*r}) - H_{kh\ell\ell m\ell r}^i (\dot{\partial}_j \Gamma_{ns}^{*r}) - \\ & - [\partial_r (H_{kh\ell\ell m\ell n}^i)]_{\ell s} + H_{kh\ell\ell m\ell n}^q (\dot{\partial}_r \Gamma_{qs}^{*i}) - H_{qh\ell\ell m\ell n}^i (\dot{\partial}_r \Gamma_{ks}^{*q}) - H_{kq\ell\ell m\ell n}^i (\dot{\partial}_r \Gamma_{hs}^{*q}) - \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 & -H_{kh|q|lm|n}^i(\dot{\partial}_r\Gamma_{\ell s}^{*q}) - H_{kh|\ell|q|n}^i(\dot{\partial}_r\Gamma_{ms}^{*q}) - H_{kh|\ell|lm|q}^i(\dot{\partial}_r\Gamma_{ns}^{*q}) - \\
 & -\dot{\partial}_q(H_{kh|\ell|lm}^i)P_{rn}^q]P_{js}^r - (\dot{\partial}_j c_{\ell mns})H_{kh}^i - (\dot{\partial}_j d_{\ell mns})(\delta_k^i y_h - \delta_h^i y_k) = 0.
 \end{aligned}$$

Thus, we may conclude

Theorem 2.3.

In $K^h-G-FRF_n$, Berwald curvature tensor H_{jkh}^i is generalized four recurrent tensor if and only if (2.14) hold good.

Transvecting (2.12) by g_{ip} , using (1.3a), (1.17b), (1.19b) and (1.9a), we get

$$\begin{aligned}
 (2.15) \quad & H_{jpkh|\ell|lm|n|s} + \{g_{ip}H_{kh}^r(\dot{\partial}_j\Gamma_{r\ell}^{*i}) - H_{rph}(\dot{\partial}_j\Gamma_{k\ell}^{*r}) - H_{kpr}(\dot{\partial}_j\Gamma_{h\ell}^{*r}) \\
 & -g_{ip}(\dot{\partial}_r H_{kh}^i)P_{j\ell}^r\}_{|lm|n|s} + \{g_{ip}H_{kh|\ell}^r(\dot{\partial}_j\Gamma_{rm}^{*i}) - H_{rph|\ell}(\dot{\partial}_j\Gamma_{km}^{*r}) - \\
 & -H_{kpr|\ell}(\dot{\partial}_j\Gamma_{hm}^{*r}) - H_{kph|\ell r}(\dot{\partial}_j\Gamma_{\ell m}^{*r}) - g_{ip}(\dot{\partial}_r H_{kh|\ell}^i)P_{jm}^r\}_{|n|s} + \\
 & +[g_{ip}H_{kh|\ell|lm}^r(\dot{\partial}_j\Gamma_{rn}^{*i}) - H_{rph|\ell|lm}(\dot{\partial}_j\Gamma_{kn}^{*r}) - H_{kpr|\ell|lm}(\dot{\partial}_j\Gamma_{hn}^{*r}) - \\
 & -H_{kph|\ell r|lm}(\dot{\partial}_j\Gamma_{\ell n}^{*r}) - H_{kph|\ell|\ell r}(\dot{\partial}_j\Gamma_{mn}^{*r}) - g_{ip}\dot{\partial}_r(H_{kh|\ell|lm}^i)P_{jn}^r]_{|s} + \\
 & +g_{ip}H_{kh|\ell|lm|n}^r(\dot{\partial}_j\Gamma_{rs}^{*i}) - H_{rph|\ell|lm|n}(\dot{\partial}_j\Gamma_{ks}^{*r}) - H_{kpr|\ell|lm|n}(\dot{\partial}_j\Gamma_{hs}^{*r}) - \\
 & -H_{kph|\ell r|lm|n}(\dot{\partial}_j\Gamma_{\ell s}^{*r}) - H_{kph|\ell|\ell r|n}(\dot{\partial}_j\Gamma_{ms}^{*r}) - H_{kph|\ell|lm|\ell r}(\dot{\partial}_j\Gamma_{ns}^{*r}) - \\
 & -[\{g_{ip}\dot{\partial}_r H_{kh|\ell|lm|n}^i\}]_s + g_{ip}H_{kh|\ell|lm|n}^q(\dot{\partial}_r\Gamma_{qs}^{*i}) - H_{qph|\ell|lm|n}(\dot{\partial}_r\Gamma_{ks}^{*q}) - \\
 & -H_{kpq|\ell|lm|n}(\dot{\partial}_r\Gamma_{hs}^{*q}) - H_{kph|\ell|q|lm|n}(\dot{\partial}_r\Gamma_{\ell s}^{*q}) - H_{kph|\ell|\ell|q|n}(\dot{\partial}_r\Gamma_{ms}^{*q}) - \\
 & -H_{kph|\ell|lm|q}(\dot{\partial}_r\Gamma_{ns}^{*q}) - g_{ip}\dot{\partial}_q(H_{kh|\ell|lm}^i)P_{rn}^q]P_{js}^r \\
 & = (\dot{\partial}_j c_{\ell mns})H_{kph} + c_{\ell mns}H_{jpkh} + g_{ip}(\dot{\partial}_j d_{\ell mns})(\delta_k^i y_h - \delta_h^i y_k) + \\
 & + d_{\ell mns}(g_{kp}g_{jh} - g_{hp}g_{jk}).
 \end{aligned}$$

This shows that

$$(2.16) \quad H_{jpkh|\ell|m|n|s} = c_{\ell mns} H_{jpkh} + d_{\ell mns} (g_{kp} g_{jh} - g_{hp} g_{jk})$$

if and only if

$$(2.17) \quad \{g_{ip} H_{kh}^r (\dot{\partial}_j \Gamma_{r\ell}^{*i}) - H_{rph} (\dot{\partial}_j \Gamma_{k\ell}^{*r}) - H_{kpr} (\dot{\partial}_j \Gamma_{h\ell}^{*r}) - g_{ip} (\dot{\partial}_r H_{kh}^i) P_{j\ell}^r\}_{|m|n|s} \\ + \{g_{ip} H_{kh\ell}^r (\dot{\partial}_j \Gamma_{rm}^{*i}) - H_{rph\ell} (\dot{\partial}_j \Gamma_{km}^{*r}) - H_{kpr\ell} (\dot{\partial}_j \Gamma_{hm}^{*r}) - H_{kph\ell r} (\dot{\partial}_j \Gamma_{\ell m}^{*r}) \\ - g_{ip} (\dot{\partial}_r H_{kh\ell}^i) P_{jm}^r\}_{|n|s} + [g_{ip} H_{kh\ell|m}^r (\dot{\partial}_j \Gamma_{rn}^{*i}) - H_{rph\ell|m} (\dot{\partial}_j \Gamma_{kn}^{*r}) - \\ - H_{kpr\ell|m} (\dot{\partial}_j \Gamma_{hn}^{*r}) - H_{kph\ell r|m} (\dot{\partial}_j \Gamma_{\ell n}^{*r}) - H_{kph\ell r} (\dot{\partial}_j \Gamma_{mn}^{*r}) - \\ - g_{ip} \dot{\partial}_r (H_{kh\ell|m}^i) P_{jn}^r]_{|s} + g_{ip} H_{kh\ell|m|n}^r (\dot{\partial}_j \Gamma_{rs}^{*i}) - H_{rph\ell|m|n} (\dot{\partial}_j \Gamma_{ks}^{*r}) - \\ - H_{kpr\ell|m|n} (\dot{\partial}_j \Gamma_{hs}^{*r}) - H_{kph\ell r|m|n} (\dot{\partial}_j \Gamma_{\ell s}^{*r}) - H_{kph\ell r} (\dot{\partial}_j \Gamma_{ms}^{*r}) - \\ - H_{kph\ell|m|r} (\dot{\partial}_j \Gamma_{ns}^{*r}) - [g_{ip} \dot{\partial}_r H_{kh\ell|m|n}^i]_{|s} + g_{ip} H_{kh\ell|m|n}^q (\dot{\partial}_r \Gamma_{qs}^{*i}) - \\ - H_{qph\ell|m|n} (\dot{\partial}_r \Gamma_{ks}^{*q}) - H_{kpq\ell|m|n} (\dot{\partial}_r \Gamma_{hs}^{*q}) - H_{kph\ell q|m|n} (\dot{\partial}_r \Gamma_{\ell s}^{*q}) - \\ - H_{kph\ell\ell q|n} (\dot{\partial}_r \Gamma_{ms}^{*q}) - H_{kph\ell|m|q} (\dot{\partial}_r \Gamma_{ns}^{*q}) - g_{ip} \dot{\partial}_q (H_{kh\ell|m}^i) P_{rn}^q] P_{js}^r - \\ - (\dot{\partial}_j c_{\ell mns}) H_{kph} - g_{ip} (\dot{\partial}_j d_{\ell mns}) (\delta_k^i \gamma_h - \delta_h^i \gamma_k) = 0.$$

Thus, we may conclude

Theorem 2.4.

In $K^h-G-FRF_n$, the associative curvature tensor H_{jpkh} of Berwald curvature tensor H_{jkh}^i is generalized fourcurrent tensor if and only if (2.16) holds good.

Contracting the indices i and h in (2.12), using (1.7b), (1.14c) and (1.13c), we get

$$(2.18) \quad H_{jk\ell|m|n|s} + \{H_{ki}^r (\dot{\partial}_j \Gamma_{r\ell}^{*i}) - H_r (\dot{\partial}_j \Gamma_{k\ell}^{*r}) - H_{kr}^i (\dot{\partial}_j \Gamma_{i\ell}^{*r}) - (\dot{\partial}_r H_k) P_{j\ell}^r\}_{|m|n|s} \\ + \{H_{ki\ell}^r (\dot{\partial}_j \Gamma_{rm}^{*i}) - H_{r\ell} (\dot{\partial}_j \Gamma_{km}^{*r}) - H_{kr\ell}^i (\dot{\partial}_j \Gamma_{im}^{*r}) - H_{k\ell r} (\dot{\partial}_j \Gamma_{\ell m}^{*r}) - (\dot{\partial}_r H_{k\ell}) P_{jm}^r\}_{|n|s} \\ + [H_{ki\ell|m}^r (\dot{\partial}_j \Gamma_{rn}^{*i}) - H_{r\ell|m} (\dot{\partial}_j \Gamma_{kn}^{*r}) - H_{kr\ell|m}^i (\dot{\partial}_j \Gamma_{in}^{*r}) - H_{k\ell r|m} (\dot{\partial}_j \Gamma_{\ell n}^{*r})$$

$$\begin{aligned}
 & -\dot{\partial}_r (H_{k\ell m n}) P_{jn}^r]_{|s} + H_{ki\ell m n}^r (\dot{\partial}_j \Gamma_{rs}^{*i}) - H_{r\ell m n} (\dot{\partial}_j \Gamma_{ks}^{*r}) - H_{kr\ell m n}^i (\dot{\partial}_j \Gamma_{is}^{*r}) \\
 & - H_{k\ell m n} (\dot{\partial}_j \Gamma_{\ell s}^{*r}) - H_{k\ell m n} (\dot{\partial}_j \Gamma_{ms}^{*r}) - H_{k\ell m n} (\dot{\partial}_j \Gamma_{ns}^{*r}) - [\{\dot{\partial}_r (H_{k\ell m n})\}]_{|s} \\
 & + H_{ki\ell m n}^q (\dot{\partial}_r \Gamma_{qs}^{*i}) - H_{q\ell m n} (\dot{\partial}_r \Gamma_{ks}^{*q}) - H_{kq\ell m n}^i (\dot{\partial}_r \Gamma_{is}^{*q}) - H_{k\ell m n} (\dot{\partial}_r \Gamma_{\ell s}^{*q}) \\
 & - H_{k\ell m n} (\dot{\partial}_r \Gamma_{ms}^{*q}) - H_{k\ell m n} (\dot{\partial}_r \Gamma_{ns}^{*q}) - \dot{\partial}_q (H_{k\ell m}) P_{rn}^q] P_{js}^r \\
 & = (\dot{\partial}_j c_{\ell mns}) H_k + c_{\ell mns} H_{jk} + (\dot{\partial}_j d_{\ell mns}) (y_k - y_h) + d_{\ell mns} (1 - n) g_{jk}.
 \end{aligned}$$

This shows that

$$(2.19) \quad H_{jk\ell m n} = c_{\ell mns} H_{jk} + (1 - n) d_{\ell mns} g_{jk}$$

if and only if

$$\begin{aligned}
 (2.20) \quad & \{H_{ki}^r (\dot{\partial}_j \Gamma_{rl}^{*i}) - H_r (\dot{\partial}_j \Gamma_{kl}^{*r}) - H_{kr}^i (\dot{\partial}_j \Gamma_{il}^{*r}) - (\dot{\partial}_r H_k) P_{jl}^r\}_{|m n s} + \{H_{ki\ell}^r (\dot{\partial}_j \Gamma_{rm}^{*i}) \\
 & - H_{r\ell} (\dot{\partial}_j \Gamma_{km}^{*r}) - H_{kr\ell}^i (\dot{\partial}_j \Gamma_{im}^{*r}) - H_{k\ell r} (\dot{\partial}_j \Gamma_{\ell m}^{*r}) - (\dot{\partial}_r H_{k\ell}) P_{jm}^r\}_{|n s} + [H_{ki\ell m}^r (\dot{\partial}_j \Gamma_{rn}^{*i}) \\
 & - H_{r\ell m} (\dot{\partial}_j \Gamma_{kn}^{*r}) - H_{kr\ell m}^i (\dot{\partial}_j \Gamma_{in}^{*r}) - H_{k\ell r m} (\dot{\partial}_j \Gamma_{\ell n}^{*r}) - \dot{\partial}_r (H_{k\ell m}) P_{jn}^r]_{|s} \\
 & + H_{ki\ell m n}^r (\dot{\partial}_j \Gamma_{rs}^{*i}) - H_{r\ell m n} (\dot{\partial}_j \Gamma_{ks}^{*r}) - H_{kr\ell m n}^i (\dot{\partial}_j \Gamma_{is}^{*r}) - H_{k\ell m n} (\dot{\partial}_j \Gamma_{\ell s}^{*r}) \\
 & - H_{k\ell m n} (\dot{\partial}_j \Gamma_{ms}^{*r}) - H_{k\ell m n} (\dot{\partial}_j \Gamma_{ns}^{*r}) - [\{\dot{\partial}_r (H_{k\ell m n})\}]_{|s} + H_{ki\ell m n}^q (\dot{\partial}_r \Gamma_{qs}^{*i}) \\
 & - H_{q\ell m n} (\dot{\partial}_r \Gamma_{ks}^{*q}) - H_{kq\ell m n}^i (\dot{\partial}_r \Gamma_{is}^{*q}) - H_{k\ell m n} (\dot{\partial}_r \Gamma_{\ell s}^{*q}) - H_{k\ell m n} (\dot{\partial}_r \Gamma_{ms}^{*q}) \\
 & - H_{k\ell m n} (\dot{\partial}_r \Gamma_{ns}^{*q}) - \dot{\partial}_q (H_{k\ell m}) P_{rn}^q] P_{js}^r - (\dot{\partial}_j c_{\ell mns}) H_k - (\dot{\partial}_j d_{\ell mns}) (y_k - y_h) = 0.
 \end{aligned}$$

The equation (2.19), shows that the H -Ricci tensor H_{jk} can't vanish, because the vanishing of it would implies $d_{\ell mns} = 0$, if and only if (2.20), hold good, a contradiction.

Thus, we may conclude

Theorem 2.5.

In $K^h-G-FRF_n$, the H -Ricci tensor H_{jk} can't vanish if and only if (2.20) holds good.

3. On Generalized K^h -Four Recurrent-Affinely Connected Space

In this section, we shall introduce new definition for $K^h-G-FRF_n$, whose also possess the properties of an affinely connected space.

Definition 3.1.

[16] A Finsler space F_n , whose coefficient connection parameter, G^i_{jk} is independent of y^i is called an affinely connected space (Berwald space).

Thus, an affinely connected space is characterized by any one of the following equivalent equations

$$(3.1) \quad a) \quad G^i_{jkh} = 0 \quad \text{and} \quad b) \quad C_{ijk|h} = 0.$$

The coefficients connection parameters Γ^{*i}_{kh} of Cartan and G^i_{kh} of Berwald coincide in affinely connected space and they are independent of directional argument [16], i.e.

$$(3.2) \quad a) \quad \partial_j G^i_{kh} = 0 \quad \text{and} \quad b) \quad \partial_j \Gamma^{*i}_{kh} = 0.$$

Definition 3.2

The generalized K^h -four recurrent space which possess the properties of an affinely connected space [satisfies any one of the equations (3.1a), (3.1b), (3.2a) and (3.2b)] will be called it a generalized K^h -four recurrent affinely connected space and denoted briefly by $K^h-G-FRF_n$ - affinely connected space.

Remark 3.1.

It will be sufficient to call Cartan's third curvature tensor K_{jkh}^i which possess the property of $K^h-G-FFR_n$ -affinely connected space as generalized h -four recurrent tensor (briefly by $K^h-G-FFR_n$).

Let us consider $K^h-G-FFR_n$ -affinely connected space.

In view of the Theorem 2.1 and Definition 3.2, we may conclude

Theorem 3.1.

In generalized K^h -recurrent a ffinely connected space, the generalized K^h - birecurrent affinely connected is $K^h-G-FFR_n$ - affinely connected space.

Using (3.2b) in (2.12), we get

$$\begin{aligned}
 (3.3) \quad & H_{jkh\ell}^i|_{m|n|s} - \{(\partial_r H_{kh}^i)P_{j\ell}^r\}_{|m|n|s} - \{(\partial_r H_{kh\ell}^i)P_{jm}^r\}_{|n|s} - [\partial_r (H_{kh\ell}^i|_{m|n})P_{jn}^r]_{|s} \\
 & - \left\{ \partial_r (H_{kh\ell}^i|_{m|n}) \right\}_{|s} - \partial_q (H_{kh\ell}^i|_{m|n})P_{rn}^q P_{js}^r \\
 & = (\partial_j c_{\ell mns})H_{kh}^i + c_{\ell mns}H_{jkh}^i + (\partial_j d_{\ell mns})(\delta_k^i y_h - \delta_h^i y_k) + \\
 & d_{\ell mns}(\delta_k^i g_{jh} - \delta_h^i g_{jk}).
 \end{aligned}$$

This shows that

$$(3.4) \quad H_{jkh\ell}^i|_{m|n|s} = c_{\ell mns} H_{jkh}^i + d_{\ell mns}(\delta_k^i g_{jh} - \delta_h^i g_{jk}),$$

if and only if

$$\begin{aligned}
 (3.5) \quad & \{(\partial_r H_{kh}^i)P_{j\ell}^r\}_{|m|n|s} + \{(\partial_r H_{kh\ell}^i)P_{jm}^r\}_{|n|s} + [\partial_r (H_{kh\ell}^i|_{m|n})P_{jn}^r]_{|s} + \left\{ \partial_r (H_{kh\ell}^i|_{m|n}) \right\}_{|s} \\
 & + \partial_q (H_{kh\ell}^i|_{m|n})P_{rn}^q P_{js}^r + (\partial_j c_{\ell mns})H_{kh}^i + (\partial_j d_{\ell mns})(\delta_k^i y_h - \delta_h^i y_k) = 0.
 \end{aligned}$$

Further, using (3.2b) in (2.12), we get

$$\begin{aligned}
 (3.6) \quad & H_{jpkh|\ell|m|n|s} - \{g_{ip} (\dot{\partial}_r H_{kh}^i) P_{j\ell}^r\}_{|m|n|s} - \{g_{ip} (\dot{\partial}_r H_{kh|\ell}^i) P_{jm}^r\}_{|n|s} - \\
 & - [g_{ip} \dot{\partial}_r (H_{kh|\ell|m}^i) P_{jn}^r]_{|s} - \left\{ g_{ip} \dot{\partial}_r (H_{kh|\ell|m|n}^i) \right\}_{|s} - g_{ip} \dot{\partial}_q (H_{kh|\ell|m}^i) P_{rn}^q P_{js}^r \\
 & = (\dot{\partial}_j c_{\ell mns}) H_{kph} + c_{\ell mns} H_{jpkh} + g_{ip} (\dot{\partial}_j d_{\ell mns}) (\delta_k^i y_h - \delta_h^i y_k) + \\
 & + d_{\ell mns} (g_{kp} g_{jh} - g_{hp} g_{jk}).
 \end{aligned}$$

This shows that

$$(3.7) \quad H_{jpkh|\ell|m|n|s} = c_{\ell mns} H_{jpkh} + d_{\ell mns} (g_{kp} g_{jh} - g_{hp} g_{jk})$$

if and only if

$$\begin{aligned}
 (3.8) \quad & \{g_{ip} (\dot{\partial}_r H_{kh}^i) P_{j\ell}^r\}_{|m|n|s} + \{g_{ip} (\dot{\partial}_r H_{kh|\ell}^i) P_{jm}^r\}_{|n|s} + [g_{ip} \dot{\partial}_r (H_{kh|\ell|m}^i) P_{jn}^r]_{|s} + \\
 & + \left\{ g_{ip} \dot{\partial}_r (H_{kh|\ell|m|n}^i) \right\}_{|s} + g_{ip} \dot{\partial}_q (H_{kh|\ell|m}^i) P_{rn}^q P_{js}^r + (\dot{\partial}_j c_{\ell mns}) H_{kph} \\
 & + g_{ip} (\dot{\partial}_j d_{\ell mns}) (\delta_k^i y_h - \delta_h^i y_k) = 0.
 \end{aligned}$$

Thus, we may conclude

Theorem 3.2.

In $K^h-G-FRF_n$ -affinely connected space H_{kjh}^i and its associative H_{jpkh} curvature tensor are generalized trirecurrent tensor if and only if the conditions (3.4) and (3.7), respectively, hold good.

Transvecting (3.3) by y^j , using (1.5a), (1.7a), (1.9b), (1.20) and (1.19a), we get

$$\begin{aligned}
 (3.9) \quad & H_{kh|\ell|m|n|s}^i - \{(\dot{\partial}_r H_{kh}^i) P_{\ell}^r\}_{|m|n|s} - \{(\dot{\partial}_r H_{kh|\ell}^i) P_m^r\}_{|n|s} - [\dot{\partial}_r (H_{kh|\ell|m}^i) P_n^r]_{|s} - \\
 & - \left\{ \dot{\partial}_r (H_{kh|\ell|m|n}^i) \right\}_{|s} - \dot{\partial}_q (H_{kh|\ell|m}^i) P_{rn}^q P_s^r = (\dot{\partial}_j c_{\ell mns}) H_{kh}^i y^j + c_{\ell mns} H_{kh}^i +
 \end{aligned}$$

$$+ (\dot{\partial}_j d_{\ell mns})(\delta_k^i y_h - \delta_h^i y_k) y^j + d_{\ell mns}(\delta_k^i y_h - \delta_h^i y_k) \quad .$$

This shows that

$$(3.10) \quad H_{kh|\ell|m|n|s}^i = c_{\ell mns} H_{kh}^i + d_{\ell mns}(\delta_k^i y_h - \delta_h^i y_k)$$

if and only if

$$(3.11) \quad \{(\dot{\partial}_r H_{kh}^i) P_\ell^r\}_{|m|n|s} + \{(\dot{\partial}_r H_{kh|\ell}^i) P_m^r\}_{|n|s} + [\dot{\partial}_r (H_{kh|\ell|m}^i) P_n^r]_{|s} + \left\{ \dot{\partial}_r (H_{kh|\ell|m|n}^i) \right\}_{|s} \\ + \dot{\partial}_q (H_{kh|\ell|m}^i) P_{rn}^q] P_s^r + (\dot{\partial}_j c_{\ell mns}) H_{kh}^i y^j + (\dot{\partial}_j d_{\ell mns})(\delta_k^i y_h - \delta_h^i y_k) y^j = 0.$$

Transvecting (3.9) by g_{ir} , using (1.3a), (1.9a) and (1.19b), we get

$$(3.12) \quad H_{krh|\ell|m|n|s} - g_{ir} \{(\dot{\partial}_r H_{kh}^i) P_\ell^r\}_{|m|n|s} - \{(\dot{\partial}_r H_{kh|\ell}^i) P_m^r\}_{|n|s} - [g_{ir} \dot{\partial}_r (H_{kh|\ell|m}^i) P_n^r]_{|s} \\ - [g_{ir} \left\{ \dot{\partial}_r (H_{kh|\ell|m|n}^i) \right\}_{|s} - \dot{\partial}_q (H_{kh|\ell|m}^i) P_{rn}^q] P_s^r \\ = (\dot{\partial}_j c_{\ell mns}) H_{krh} y^j + c_{\ell mns} H_{krh} + g_{ir} (\dot{\partial}_j d_{\ell mns})(\delta_k^i y_h - \delta_h^i y_k) y^j + \\ + d_{\ell mns} (g_{kr} y_h - g_{hr} y_k).$$

This shows that

$$(3.13) \quad H_{krh|\ell|m|n|s} = c_{\ell mns} H_{krh} + d_{\ell mns} (g_{kr} y_h - g_{hr} y_k)$$

if and only if

$$(3.14) \quad g_{ir} \{(\dot{\partial}_r H_{kh}^i) P_\ell^r\}_{|m|n|s} + \{(\dot{\partial}_r H_{kh|\ell}^i) P_m^r\}_{|n|s} + [g_{ir} \dot{\partial}_r (H_{kh|\ell|m}^i) P_n^r]_{|s} + \\ + [g_{ir} \left\{ \dot{\partial}_r (H_{kh|\ell|m|n}^i) \right\}_{|s} - \dot{\partial}_q (H_{kh|\ell|m}^i) P_{rn}^q] P_s^r + (\dot{\partial}_j c_{\ell mns}) H_{krh} y^j + \\ + g_{ir} (\dot{\partial}_j d_{\ell mns})(\delta_k^i y_h - \delta_h^i y_k) y^j = 0.$$

Transvecting (3.9) by y^k , using (1.5a), (1.6a), (1.7a) and (1.19a), we get

$$(3.15) \quad H_{h|\ell|m|n|s}^i - y^k \{(\dot{\partial}_r H_{kh}^i) P_\ell^r\}_{|m|n|s} - \{(\dot{\partial}_r H_{kh|\ell}^i) P_m^r\}_{|n|s} - y^k [\dot{\partial}_r (H_{kh|\ell|m}^i) P_n^r]_{|s}$$

$$\begin{aligned}
 & - y^k \left[\left\{ \dot{\partial}_r \left(H_{kh\ell|m|n}^i \right) \right\}_{|s} - \dot{\partial}_q \left(H_{kh\ell|m}^i \right) P_{rn}^q \right] P_s^r \\
 & = \left(\dot{\partial}_j c_{\ell mns} \right) H_h^i y^j + c_{\ell mns} H_h^i + \left(\dot{\partial}_j d_{\ell mns} \right) \left(y_h y^k - \delta_h^i F^2 \right) y^j + d_{\ell mns} \left(y_h y^k - \delta_h^i F^2 \right).
 \end{aligned}$$

This shows that

$$(3.16) \quad H_{h\ell|m|n|s}^i = c_{\ell mns} H_h^i + d_{\ell mns} \left(y_h y^k - \delta_h^i F^2 \right)$$

if and only if

$$\begin{aligned}
 (3.17) \quad & y^k \left\{ \left(\dot{\partial}_r H_{kh}^i \right) P_\ell^r \right\}_{|m|n|s} + \left\{ \left(\dot{\partial}_r H_{kh\ell}^i \right) P_m^r \right\}_{|n|s} + y^k \left[\dot{\partial}_r \left(H_{kh\ell|m}^i \right) P_n^r \right]_{|s} + \\
 & + y^k \left[\left\{ \dot{\partial}_r \left(H_{kh\ell|m|n}^i \right) \right\}_{|s} - \dot{\partial}_q \left(H_{kh\ell|m}^i \right) P_{rn}^q \right] P_s^r + \left(\dot{\partial}_j c_{\ell mns} \right) H_h^i y^j + \\
 & + \left(\dot{\partial}_j d_{\ell mns} \right) \left(y_h y^k - \delta_h^i F^2 \right) y^j = 0.
 \end{aligned}$$

Thus, we may conclude

Theorem 3.3.

In $K^h-G-FRF_n$ -affinely connected space, the $\$h\$$ -covariant derivative of fourth order for the $h(v)$ -torsion tensor H_{kh}^i , its associative tensor H_{krh} and the deviation tensor H_h^i given by (3.10), (3.13) and (3.16) if and only if (3.11), (3.14) and (3.17), respectively hold good.

Contracting the indices i and h in (3.3), using (1.13c), (1.14c), (1.7b) and (1.4), we get

$$\begin{aligned}
 (3.18) \quad & H_{jk\ell|m|n|s} - \left\{ \left(\dot{\partial}_r H_k \right) P_{j\ell}^r \right\}_{|m|n|s} - \left\{ \left(\dot{\partial}_r H_{k\ell} \right) P_{jm}^r \right\}_{|n|s} - \left[\dot{\partial}_r \left(H_{k\ell|m} \right) P_{jn}^r \right]_{|s} - \\
 & - \left[\left\{ \dot{\partial}_r \left(H_{k\ell|m|n} \right) \right\}_{|s} - \dot{\partial}_q \left(H_{k\ell|m} \right) P_{rn}^q \right] P_{js}^r \\
 & = \left(\dot{\partial}_j c_{\ell mns} \right) H_k + c_{\ell mns} H_{jk} + (1-n) \left(\dot{\partial}_j d_{\ell mns} \right) y_k + (1-n) d_{\ell mns} g_{jk}.
 \end{aligned}$$

This shows that

$$(3.19) \quad H_{jk\ell|m|n|s} = c_{\ell mns} H_{jk} + (1 - n) d_{\ell mns} g_{jk}$$

if and only if

$$(3.20) \quad \{(\dot{\partial}_r H_k) P_{j\ell}^r\}_{|m|n|s} + \{(\dot{\partial}_r H_{k\ell}) P_{jm}^r\}_{|n|s} + [\dot{\partial}_r (H_{k\ell|m}) P_{jn}^r]_{|s} + \left\{ \dot{\partial}_r (H_{k\ell|m|n}) \right\}_{|s} \\ - \dot{\partial}_q (H_{k\ell|m}) P_{rn}^q] P_{js}^r + (\dot{\partial}_j c_{\ell mns}) H_k + (1 - n) (\dot{\partial}_j d_{\ell mns}) y_k = 0.$$

Contracting the indices i and h in (3.9), using (1.13c), (1.7b) and (1.4), we get

$$(3.21) \quad H_{k\ell|m|n|s} - \{(\dot{\partial}_r H_k) P_{\ell}^r\}_{|m|n|s} - \{(\dot{\partial}_r H_{k\ell}) P_m^r\}_{|n|s} - [\dot{\partial}_r (H_{k\ell|m}) P_n^r]_{|s} - \\ - \left\{ \dot{\partial}_r (H_{k\ell|m|n}) \right\}_{|s} - \dot{\partial}_q (H_{k\ell|m}) P_{rn}^q] P_s^r \\ = (\dot{\partial}_j c_{\ell mns}) H_k y^j + c_{\ell mns} H_k + (1 - n) (\dot{\partial}_j d_{\ell mns}) y_k y^j + (1 - n) d_{\ell mns} y_k.$$

This shows that

$$(3.22) \quad H_{k\ell|m|n|s} = c_{\ell mns} H_k + (1 - n) d_{\ell mns} y_k$$

if and only if

$$(3.23) \quad \{(\dot{\partial}_r H_k) P_{\ell}^r\}_{|m|n|s} + \{(\dot{\partial}_r H_{k\ell}) P_m^r\}_{|n|s} + [\dot{\partial}_r (H_{k\ell|m}) P_n^r]_{|s} + \left\{ \dot{\partial}_r (H_{k\ell|m|n}) \right\}_{|s} \\ - \dot{\partial}_q (H_{k\ell|m}) P_{rn}^q] P_s^r + (\dot{\partial}_j c_{\ell mns}) H_k y^j + (1 - n) (\dot{\partial}_j d_{\ell mns}) y_k y^j = 0.$$

Transvecting (3.21) by y^k , using (1.5a) and (1.15), we get

$$(3.24) \quad H_{|\ell|m|n|s} - \{(\dot{\partial}_r H) P_{\ell}^r\}_{|m|n|s} - \{(\dot{\partial}_r H_{|\ell}) P_m^r\}_{|n|s} - [\dot{\partial}_r (H_{|\ell|m}) P_n^r]_{|s} - \\ - \left\{ \dot{\partial}_r (H_{|\ell|m|n}) \right\}_{|s} - \dot{\partial}_q (H_{|\ell|m}) P_{rn}^q] P_s^r \\ = (\dot{\partial}_j c_{\ell mns}) H y^j + c_{\ell mns} H + (1 - n) (\dot{\partial}_j d_{\ell mns}) F^2 y^j + (1 - n) d_{\ell mns} F^2.$$

This shows that

$$(3.25) \quad H_{|\ell|_m|n|_s} = c_{\ell mns} H + d_{\ell mns} F^2$$

if and only if

$$(3.26) \quad \{(\dot{\partial}_r H) P_\ell^r\}_{|m|_n|_s} + \{(\dot{\partial}_r H_{|\ell|}) P_m^r\}_{|n|_s} + [\dot{\partial}_r (H_{|\ell|_m}) P_n^r]_{|s} + [\{\dot{\partial}_r (H_{|\ell|_m|n|})\}]_{|s} \\ - \dot{\partial}_q (H_{|\ell|_m}) P_{rn}^q] P_s^r + (\dot{\partial}_j c_{\ell mns}) H y^j + (\dot{\partial}_j d_{\ell mns}) F^2 y^j = 0.$$

The equations (3.19), (3.22) and (3.25) show that the H -Ricci tensor H_{jk} , the curvature vector H_k and the scalar curvature H , can't vanish, because the vanishing of any one of them would imply $d_{\ell mn} = 0$, if and only if (3.20), (3.23) and (3.26), respectively, hold, a contradiction.

Thus, we may conclude

Theorem 3.4. In K^h - G - FRF_n -affinely connected space, the H -Ricci tensor H_{jk} , the curvature vector H_k and the scalar curvature H , are non-vanishing if and only if (3.20), (3.23) and (3.26), respectively, hold good.

4. Conclusions

(4.1) The K^h -generalized four recurrent space is called K^h -generalized four recurrent affinely connected if it satisfies any one of the conditions (3.1a), (3.1b), (3.2a) and (3.2b).

(4.2) In K^h -affinely connected space, if the directional derivative of covariant vector field and covariant tensor of third order are vanish, then Berwald curvature tensor H_{jkh}^i is generalized four recurrent.

(4.3) In K^h -affinely connected space, if the directional derivative of covariant vector field and covariant tensor of fourth order are vanish, then $h(v)$ -torsion tensor H_{kh}^i , the deviation tensor H_k^i , the curvature vector H_k , the curvature scalar H and the tensor H_{kph} are all generalized four recurrent.

(4.4) In $K^h-G-FFR_n$ -affinely connected space, Ricci tensor H_{jk} in sense of Berwald coincide with Ricci tensor K_{jk} of Cartan's fourth curvature.

(4.5) In $K^h-G-FFR_n$ -affinely connected space the associate curvature tensor H_{jpkh} of Berwald curvature tensor coincide with the associate curvature tensor K_{jpkh} Cartan's fourth curvature tensor.

5. Recommendations

Authors recommend the need for the continuing research and development in Finsler space due to its vital applying importance in other fields.

References

- [1] **AL-Qashbari, A.M.A.:** On Generalized for Curvature Tensors P_{jkh}^i of Second Order in Finsler

Space, Univ. Aden J. Nat. and Appl, Sc., Vol. 24, No.1, April (2020), 171-176.

- [2] **AL-Qashbari, A.M.A.:** Some Properties for Weyl's Projective Curvature Tensors of Generalized W^h - Birecurrent in Finsler spaces, Univ. Aden J. Nat. and Appl, Sc., Vol. 23, No.1, April (2019), 181-189.
- [3] **AL-Qashbari, A.M.A.:** Some Identities for Generalized Curvature Tensors in \mathcal{B} - Recurrent Finsler space, Journal of New Theory, ISSN:2149-1402, 32 (2020), 30-39.
- [4] **AL-Qashbari, A.M.A.:** Recurrence Decompositions in Finsler Space, Journal of Mathematical Analysis and Modeling, ISSN:2709-5924, Vol. 1, (2020), 77-86.
- [5] **Al-Qashbari, A.M. A.:** Certain types of generalized recurrent in Finsler space, Ph.D. Thesis, Faculty of Education -Aden, University of Aden, (Aden), (Yemen), (2016).
- [6] **Al-Qufail, M.A.H.:** Decomposability of Curvature Tensors in Non-Symmetric Recurrnt Finsler Space, Imperial Journal of Interdisciplinary Research, Vol. 3, Issue-2, (2017), 198-201.
- [7] **Awed, A.H.M.:** on Study of generalized recurrent Finsler spaces, M.Sc. Dissertation University of Aden, (Yemen), (2017).
- [8] **Baleedi, S.M.S.:** On certain generalized \mathcal{BK} -recurrent Finsler space, M. Sc. Dissertation, University of Aden, (Aden), (Yemen), (2017).

- [9] **Bidabad, B. , Sepasi, M.:** Complete Finsler Spaces of Constant Negative Ricci Curvature, J. of Math. D.G. Vol. 1, 19 Feb. (2020), 1–12.
- [10] **Dikshit, S.:** Certain types of recurrences in Finsler spaces, D. Phil. Thesis, University of Allahabad, (Allahabad), (India), (1992).
- [11] **F.Y.A. Qasem:** "On transformations in Finsler spaces" D. Phil Thesis, University of Allahabad, (Allahabad) (India), (2000).
- [12] **F.Y. A. Qasem and A. A. M. Saleem:** "On U –birecurrent Finsler space." Univ. Aden J. Nat. and Appl. Sc., Vol. 14, No. 3, December (2010), 587–596.
- [13] **Qasem, F.Y.A. and Al-Qashbari, A.M.A.:** Study on generalized H^h –recurrent Finsler spaces, Journal of yemen engineer, University of Aden, (Aden), (Yemen), (2016), Vol.14, 49–56.
- [14] **Qasem, F.Y.A. and Al-Qashbari, A.M.A:** Certain identities in generalized R^h –recurrent Finsler space, International Journal of Innovation in Science of Mathematics, Volume4, Issue2, (2016), 66–69.
- [15] **Hadi, W.H.A.:** Study of certain types of generalized birecurrent in Finsler space, Ph.D. Thesis, University of Aden, (Aden), (Yemen), (2016).
- [16] **H. Rund:** The differential geometry of Finsler space, Spring–Verlag, Berlin Göttingen–Heidelberg, (1959); 2nd edit. (in Russian), Nauka, (Moscow), (1981).

- [17] **H.S. Ruse**: Three dimensional spaces of recurrent curvature, Proc. Lond. Math. Soc., 50 (1949), 438–446.
- [18] **M. Matsumoto**: "On h -isotropic and C^h -recurrent Finsler" J. Math. Kyoto Univ.11(1971),1–9.
- [19] **M. Matsumoto**: "On C -reducible Finsler spaces" Tensor N. S., 24 (1972), 29 – 37.
- [20] **M.A.A Ali**: "On K^h -birecurrent Finsler space" M. Sc. Dissertation, University of Aden, (Aden) (Yemen), (2014).
- [21] **P.N. Pandey**: "Some problems in Finsler spaces" D. Sc. Thesis, University of Allahabad, (Allahabad) (India), (1993).
- [22] **Pandey, P.N., Saxena, S. and Goswani, A.**: On a generalized H -recurrent space, Journal of International Academy of Physical Sciences, (2011), Vol.15, 201–211.
- [23] **R.S. Mishra and H.D. Pande**: " Recurrent Finsler spaces" J. Indian Math. Soc., N. S., 32 (1968), 17 – 22.
- [24] **S. Dikshit**: "Certain types of recurrences in Finsler spaces" D. Phil. Thesis, University of Allahabad, (Allahabad) (India), (1992).

**السبخات الساحلية في الساحل الليبي الممتد من خليج عين الغزالة حتى خليج البمبا
شمال شرق ليبيا دراسة في الجيومورفولوجيا**

**Coastal Sabkhas in the Libyan coast extending from the
Gulf of Ain El-Ghazala to the Gulf of Pemba in northeastern
.Libya, a study in geomorphology**

د. علاء جابر فتح الله الضراط - جامعة طبرق

السبخات الساحلية في الساحل الليبي الممتد من خليج عين الغزالة حتى خليج البمبا شمال شرق ليبيا دراسة في الجيومورفولوجيا

الملخص:

تقع منطقة الدراسة على الساحل الشمالي الشرقي الليبي، وتمتد السبخات بشكل غير منتظم من خليج عين الغزالة شرقاً وحتى خليج البمبا غرباً، ولتحقيق الأهداف المرجوة ركزت الدراسة على المحاور التالية:

أولاً: الخصائص الجيولوجية العامة لمنطقة الدراسة والتي جلتها من التكوينات الجيرية التي تنتمي للزمنين الثالث والرابع. ثانياً: تبين من دراسة الخصائص المورفومترية للسبخات تبايناً واضحاً حيث بلغ متوسط مساحتها 3.7 كم²، ومتوسط طولها 2.52 كم، ومتوسط عرضها 0.78 كم، وبلغ متوسط ارتفاع سطحها عن منسوب سطح البحر 2.8 م، ومتوسط انحدارها 0.39%. ثالثاً: برز من خلال التوزيع الجغرافي والملاح المورفولوجية العامة للسبخات تباين أشكالها، ويغلب عليها الشكل المستطيل الموازي للشاطئ. رابعاً: أتضح من دراسة الضوابط المؤثرة في نشأة وتطور سبخات منطقة الدراسة، والتي يمكن أرجاع نشأتها وتطورها إلى مجموعة عوامل تضافرة مجتمعة وساهمت في تكون السبخات وتطورها، وتمثلت تلك العوامل في العوامل الجيولوجية والتضاريسية والمناخية والمياه البحرية ومياه الأمطار الموسمية وgeomorphology الساحل. خامساً: أوضح التحليل الحجمي لعينات السبخات أن معظم مكونات رواسبها رملية، وتختلف النسب في التوزيع الأفقي والرأسي في العينات، ويشير التباين في تنوع حجم المواد المكونة لطبقات رواسب السبخات إلى عدة أسباب أهمها التكوينات الجيولوجية والتي اشتقت منها، بالإضافة إلى اختلاف العوامل والعمليات ما بين الارساب البحري وحركة الرياح على السطح والاختلاف في البيئة المحلية التي تم فيها الترسيب. وتكشف من خلال التحليل الكيميائي للعينات سيادة الكاتيون من صوديوم ثم الكالسيوم والماغنسيوم وأخيراً البوتاسيوم، ويسود أنيونات الكلوريدات ثم الكبريتات ثم البيكربونات، ويعكس هذا التركيب الكيميائي لمياه السبخات بمنطقة الدراسة زيادة الكلوريدات وعنصر الصوديوم حيث بلغ متوسط الأس الهيدروجيني (PH) 8.1، ويعني ذلك أن مياه السبخات قلوية؛ ويرجع مصدر الأملاح إلى التكوينات الصخرية للحافة الهضبية المتكونة من الطفل والجبس والانهيدريت والتي تتبع منها الأودية الساحلية، وتحتوي هذه المكونات على المعادن التي يمكن أن تذوب في المياه السطحية الجارية عقب سقوط الأمطار وتنقل عبر الأودية إلى السبخات وتدخل في مكونات مياهها وتجعلها قلوية.

الكلمات المفتاحية:

السبخات الساحلية، عوامل نشأتها وتطورها، الاختلافات الجيومورفولوجية للسبخات

Abstract:

The study area is located on the northeastern coast of Libya, The Sabkhas extend irregularly from the Gulf of Ain El Ghazala in the east to the Gulf of Pemba in the west. To achieve the desired objectives, the study focused on the following axes:

First: the general geological characteristics of the study area, most of which are limestone formations. It belongs to the Cenozoique and Quaternary time. Second: A study of the morphometric characteristics of the Sabkhas showed a clear discrepancy, with an average area of 3.7 km², an average length of 2.52 km, an average width of 0.78 km, an average surface height above sea level of 2.8 m, and an average slope of 0.39%. Third: Through the geographical distribution and the general morphological features of the Sabkhas, their shapes varied, and the rectangular shape parallel to the beach prevailed. Fourth: It became clear from the study of the controls affecting the emergence and development of the Sabkhas in the study area, whose origin and development can be traced back to a combination of combined factors that contributed to the formation and development of the Sabkhas. Fifth: The volumetric analysis of the Sabkhas samples showed that most of their sediment components are sandy, and the proportions differ in the horizontal and vertical distribution in the samples. Marine and wind movement on the surface and the difference in the local environment in which the sedimentation took place. Through the chemical analysis of the samples, it was revealed that the cations are dominated by sodium, then calcium, magnesium, and finally potassium, and the anions of chlorides, then sulfates, then bicarbonates predominate. Alkaline marshes; the source of the salts is due to the rocky formations of the plateau edge consisting of shale, gypsum and anhydrite, from which the coastal valleys originate. These components contain minerals that can dissolve in the running surface water after rain falls and are transported through the valleys to the Sabkhas and enter into the components of their water and make them alkaline.

المقدمة:

تعد السبخات الساحلية من أهم الظواهر الجيومورفولوجية المميزة للسهل الساحلي الليبي الممتدة من خليج عين الغزالة وحتى خليج النمبا شمال شرق ليبيا. يقصد بالسبخات هي تلك المساحات المنخفضة، وشبه المستوية، والمغطاة بطبقة ملحية. ويتوقف سمكها ومساحتها على طبوغرافية المكان، ومعدلات التبخر به، فهي مساحات شبه تامة الاستواء رطبة، وترتفع بها نسبة المتبخرات Evaporites وهي في مجملها حديثة النشأة؛ لأنها تكونت بعد استقرار مستوى سطح البحر في وضعه الحالي⁽¹⁾. والسبخات هي مسطحات طينية بحرية هامشية غنية بالأملاح نتيجة تبخر محتواها المائي مشكلة القشرة الملحية الصلبة على أسطحها⁽²⁾ وتعتبر السبخات من المظاهر الجيومورفولوجية الناتجة عن الإرساب، ويتركز وجودها قرب السواحل أو المنخفضات القريبة من مستوى الماء الأرضي. وتتكون السبخات عادة من رواسب طينية مشبعة بالأملاح، فهي مسطحات ملحية فوق تكوينات الصلصال والغرين والرمل، ويتدرج لونها من البني الداكن في وسط السبخة إلى الأصفر الفاتح عند هوامشها، ويغلب على سطحها اللون الأبيض؛ نتيجة ترسب الأملاح بعد تبخر المياه، ويطلق عليها أحياناً: "المسطح القلوي" وتتكون أملاح السبخة عادة من خليط من كبريتات الكالسيوم "الجبس" وكلوريدات البوتاسيوم والماغنسيوم والصوديوم "ملح الطعام"⁽³⁾. وتكونت السبخات الساحلية بمنطقة الدراسة عن طريق عمليات الإرساب البحري، إلى جانب عمليات الإرساب الهوائي والمائي، وكذلك الارتفاع الكبير في درجات الحرارة وسيادة الجفاف، وتراكم المتبخرات فوق سطحها الذي عادة ما يكون لزجاً؛ لارتفاع معدلات التبخر عليها، وربما يمثل انتشار السبخات الساحلية بمنطقة الدراسة دليلاً على ارتفاع منسوب سطح البحر وغمره لمساحات كبيرة من اليابس المجاور، وقد أرجعها بعض الباحثين إلى عصر البلايستوسين⁽⁴⁾.

1 - عاشور، محمود محمد (1989) سطح قطر بين الماضي والحاضر، دراسة تغير السطح، الجمعية الجغرافية الكويتية، العدد: 126، (ص24).

2 - Paul A. S., & Rob G. B., (2011): Pans, playas and salt lakes. In Arid Zone Geomorphology: Process, Form and Change in Dry lands, Third Edition. Edited by David S. G. Thomas, Published by John Wiley & Sons, Ltd. ISBN: 978-0-470-51908-0. Ch.15, (p 374).

3 - جودة حسنين جودة (1999) الأراضي الجافة وشبه الجافة، دار المعرفة الجامعية، الإسكندرية، (ص 173).

4 - الهرام، فتحي أحمد (1997) جيومورفولوجية الساحل، في الساحل الليبي، تحرير الهادي مصطفى بولقمة وآخر، منشورات مركز البحوث والأستشارات، جامعة قاريونس، ليبيا (ص 10).

أسباب اختيار الموضوع

بالرغم من تعدد الدراسات التي تناولت نشأة السبخات وتطورها وديناميكية نموها ومراحل تكون الأشكال المورفولوجية المرتبطة بها، وقلة الدراسات التطبيقية التي تتناول جيومورفولوجيا السبخات بالتفصيل في هذه المنطقة، وسهولة الوصول إلى منطقة الدراسة مما يسهل القيام بالدراسة الميدانية ومن ثم رأى الباحث امكانية دراستها، وتكوين قاعدة بيانات عنها.

مشكلة الدراسة:

انخفاض معدلات الأمطار وارتفاع درجات الحرارة كان له الدور الواضح في ظهور السبخات وتملح التربة زاد من صعوبة استغلالها، وانتشار عمليات التجوية الملحية كلما اقتربنا من ساحل البحر وتأثيرها السلبي. وعدم وجود مصادر رسمية حديثة موثوق بها في جهات الاختصاص سواء (المياه الجوفية، أستصلاح الأراضي، بيانات مناخية)

أهمية الدراسة:

تتلخص أهمية هذه الدراسة في تحديد الخصائص الموفومترية لسبخات السهل الساحلي بمنطقة الدراسة والتعرف على أهم العوامل المؤثرة في نشأتها وتطورها.

هدف الدراسة:

تهدف الدراسة إلي رصد الخصائص الجيومورفولوجية لسبخات ساحل منطقة الدراسة، وما يرتبط به من ظواهر دقيقة والمظاهر المورفولوجية للسبخ، والوقوف على الجوانب التطبيقية .

مناهج البحث طريقة العمل:

سوف تعتمد الدراسة على: عدد من المناهج تمثلت في المنهج الاقليمي لدراسة ظاهرة السبخات داخل اقليم ساحلي له خصائص وسمات تميزه عن غيره من الاقاليم المجاورة، والمنهج الموضوعي : لدراسة موضوع محدد تمثل في ظاهرة السبخات والتي تم دراستها من حيث توزيعها وخصائصها وتطورها وظروف نشأتها، كما أستخدم المنهج الوصفي في وصف بعض الظواهر الدقيقة على اسطح السبخات. وتم إجراء الدراسة الحقلية خلال شهر يناير 2023م حيث الشتاء، وشهر مايو حيث بداية الصيف الحار والجفاف، نظراً لطبيعة السبخات المتغيرة باستمرار حيث تتغير مساحتها وسمك رواسبها بشكل دوري. كما تم الاعتماد على الخرائط الطبوغرافية لمنطقة الدراسة، مقياس 1:50000، ونموذج الارتفاع الرقمي (DEM) بدقة وضوح 30م، وبرنامج (Excel) للإحصائيات والتمثيل الكرتوغرافي للظواهر المختلفة، والدراسة الحقلية باستخدام جهاز (GPS) لتحديد المواقع ميدانياً، وبوصلة،

وجهاز (Abeny-level) لقياس درجات الانحدار، وقد تم إجراء التحليل الميكانيكي لعدد: 18 عينة من رواسب السبخات الساحلية بمعرفة الباحث في معمل كلية العلوم جامعة عين شمس، حيث تم أخذ مقدار: 300 جرام، من كل عينة، وأضيف إليها حامض الكربونيك المخفف، ثم خلط العينة جيداً؛ للتخلص من المواد اللاحمة، ثم غسل العينة بماء مقطر وتجفيفها تماماً بالفرن الكهربائي، ثم أخذ مقدار: 200 جرام، منها ووضعها في أعلى المناخل، وتم النخل الجاف لمدة عشر دقائق لكل عينة، ثم وزن كمية كل منخل، واستخراج النسب من الوزن الكلي، على أن يطابق وزن كمية العينة في كل المناخل: 200 جرام، وكذلك 12 عينة من مياه السبخات للتحليل الكيميائي بواقع موقعين من كل سبخة وعجلة قياس المسافات الرقمية ، 10000 الاف متر (ZFP-DW2) وآلة تصوير، والعمل الميداني.

الدراسات السابقة:

على المستوى الأقليمي:

دراسة محمود عاشور (1989)، دراسة محمود عاشور واخرون، (1991)، جودة التركماني (1994)، عبدالله بن إبراهيم المهيدب، (2002)، سعيد البارودي (2003)، عبد الحميد كليو(2006)، حسام اسماعيل(2006)، هشام موسى (2014)

على المستوى المحلي:

دراسة محمد لامة (1995)، دراسة علاء الضراط(2004)، دراسة محمود علي المبروك (2013) دراسة علاء الضراط(2019)، دراسة علاء الضراط (2021) ومعظم هذه الدراسات كانت في مجال الجغرافيا الطبيعية والجيومورفولوجيا واقتصرت الاشارة إلى السبخات ضمن دراسات جغرافية لبعض المناطق الساحلية ولم تتناول موضوع السبخات بالتفصيل.

دراسات تختص بالسبخات في الساحل الليبي:

دراسة محمد غازي(1999) سبخة دريانة، دراسة أحمد قريرة وآخر(2016) نشأة السبخات شمال غرب ليبيا، دراسة محمد عبدالمعتمد عبدالرسول(2021) عن سبخات السهل الساحلي لمنطقة سرت ليبيا، دراسة عصام أوري سيد منصور(2021) عن سبخات الساحل الشرقي لخليج سرت، وعرضت هذه الدراسات العوامل المؤثرة في نشأة السبخات، وخصائصها الجيولوجية والمورفولوجية، بالإضافة إلى التوزيع المكاني للسبخات، وخصائصها الطبيعية والكيميائية، وأهم الأخطار الجيومورفولوجية المتعلقة بها. وبعضها دراسات اقتصادية وبعضها دراسات بيئية. وسبخات منطقة الدراسة لم تكن هدفاً أصيلاً لأي من الدراسات السابقة؛ إلا أنها أفادت بلا شك في توجيه الباحث إلى نقاط مهمة.

منطقة الدراسة :

تقع منطقة الدراسة على الساحل الليبي الشمالي الشرقي بين خليج عين الغزالة شرقاً وخليج البمبا غرباً، وتمتد منطقة الدراسة بين خطي طول "46:02:23⁰ - 26:20:23⁰ شرقاً، ودائرتي عرض 05:08:32⁰ - 07:26:32⁰ شمالاً، وبذلك تبلغ مساحة منطقة الدراسة 539.4 كم². وتوضح الخريطة رقم (1) منطقة الدراسة. ولتحقيق الأهداف المرجوة سوف تركز الدراسة على المحاور التالية:

أولاً : الخصائص الجيولوجية العامة لمنطقة الدراسة

ثانياً : الخصائص المورفومترية للسبخات الساحلية

ثالثاً: التوزيع الجغرافي والملاح المورفولوجية العامة للسبخات:

رابعاً : الضوابط المؤثرة فى نشأة وتطور سبخات منطقة الدراسة

خامساً : الخصائص الطبيعية والكيميائية لرواسب السبخات

أولاً نبذة عن الخصائص الجيولوجية لمنطقة الدراسة:

تعد دراسة الخصائص الجيولوجية العامة لمنطقة الدراسة من الأمور الهامة لفهم العديد من الحقائق التي أدت إلى

تشكيل الظواهر الجيومورفولوجية وتطورها، وتتعكس صورة الخصائص الجيولوجية البنيوية



المصدر من إعداد الباحث بناء على: نموذج الارتفاع الرقمي (DEM) بدقة وضوح 30م

توضيح الخريطة رقم (1) موقع منطقة الدراسة

لصخور منطقة الدراسة على ملامح السطح والمنحدرات بها، حيث ظهرت الأشكال الجيومورفولوجية المختلفة على خط الساحل أهمها أشكال الإرساب (الكثبان الرملية الساحلية، السبخات) موضوع الدراسة الحالية. والجدول رقم (1) يوضح التكوينات الجيولوجية بمنطقة الدراسة والمساحات والنسب لكل منها. لعبت الأحداث الجيولوجية التي مر بها شمال شرق ليبيا بوجه عام، ومنطقة الدراسة بشكل خاص، عبر الأزمنة الجيولوجية وتطورها دورا هاما في التفاعل بين العمليات الداخلية والخارجية والتي تحكمت في تشكيل الساحل الحالي، وأضفت عليه خصائصها المميزة. وترجع أقدم التكوينات الجيولوجية بمنطقة الدراسة إلى عصر الإوليغوسين العلوي والميوسين السفلي بالزمن الثالث، وأحدث التكوينات ترجع إلى البلايستوسين والهولوسين بالزمن الرابع. وهي على النحو التالي.

الجدول رقم (1) التكوينات الجيولوجية بمنطقة الدراسة

المصدر: الخريطة الجيولوجية لليبيا، لوحة درنة، 1974م، وتم استخراج المساحات بواسطة بالبلانمتر ثم استخراج النسب من قبل الباحث

1- تكوينات الزمن الثالث وتشمل :

-تكوين الفايديّة أقدم التكوينات الجيولوجية بمنطقة الدراسة، يتكون من حجر جيري مخلوط بالطين الأصفر إلى مارل طيني ذو لون كريمي، ويتغير لون الصخر في طبقاته العليا إلى اللون الأبيض، ويحتوي على حفريات متحجرة،

النسبة %	المساحة كم ²	التكوينات الجيولوجية	العصر الجيولوجي	الزمن	ويرجع هذا التكوين إلى عصر
9	48.5	رواسب نهرية	البلايستوسين / الهولوسين	الرابع	
2	10.8	رولسب شاطئية			
4	21.6	رواسب السبخة			
15%	80.9	اجمالي تكوينات الزمن الرابع			
8	43.2	تكوين الأبرق	أوليغوسين أوسط - أوليغوسين أعلى	الثالث	
77	415.3	تكوين الفايديّة			
85%	458.5	اجمالي تكوينات الزمن الثالث			
100%	539.4	اجمالي منطقة الدراسة			

الإوليغوسين العلوي والميوسين السفلي بالزمن الثالث⁽⁵⁾ وشكل حوالي 77% من سطح منطقة الدراسة.

-تكوين الأبرق (أوليغوسين أوسط - أوليغوسين أعلى) ويتكون من صخور جيرية تتدرج من الصخور الجيرية الطينية الدولوميتية الضعيفة إلى الطبقات الدولوميتية الثانوية التبلور، وهو غني جداً بالحفريات في طبقاته الوسطى والعليا، ويتميز باللون البني الداكن، وينتشر جنوب خليج عين الغزالة، وشكل حوالي 8% من سطح منطقة الدراسة.

2- تكوينات الزمن الرابع وهي ترسبات نهرية وشاطئية ورواسب السبخة.

أ. الرواسب النهرية: ومعظم هذه الرواسب من الطباشيري ومتباينة الأعماق بين (2-5م) معظمها من الرواسب الرباعية، وهي رواسب غرينية ذات حبيبات دقيقة متماسكة نوعاً ما، وذات أسطح مشققة ومغطاة في بعض المواضع بأحجار جيرية وصوانية مختلفة الأحجام وشبه مستديرة⁽⁶⁾. وشكلت هذه الرواسب حوالي 9% من سطح منطقة الدراسة.

ب. الرواسب الشاطئية: تشمل هذه المجموعة الرواسب الساحلية من رمال الشاطئ، وفي بعض الأحيان تتماسك وتلتحم مشكلة صخور الكالكارينت الساحلية التي غالباً هوائية النشأة، وكذلك الكثبان الرملية الساحلية، والحصى الساحلي، وتنتشر الرمال الشاطئية في مناطق متفرقة على ساحل منطقة الدراسة، وتوجد غطاءات رملية لا تتجاوز (90 سم) وامتدادها وفق اتجاه الرياح السائدة، وينتشرالحصى والحطام الصخري في معظم ساحل منطقة الدراسة

⁵ - Pietersz, C.R. (1968): Proposed nomenclature for rock units in northern Cyrenaica. In Geology and Archaeology of northern Cyrenaica, Libya, Tripoli. (P.p.125-130).

⁶ - Industrial Research Centre, (1974): Darnah sheet, Explanatory Booklet, Tripoli, Jamahiriya, Libya, (p.46).

ومعظمه من الحجر الجيري⁽⁷⁾ وتغطي الغطاءات الرملية الساحلية بعض المناطق من السهل الساحل الضيق وهذه الغطاءات الرملية تغطي حوالي 2.0% من منطقة الدراسة.

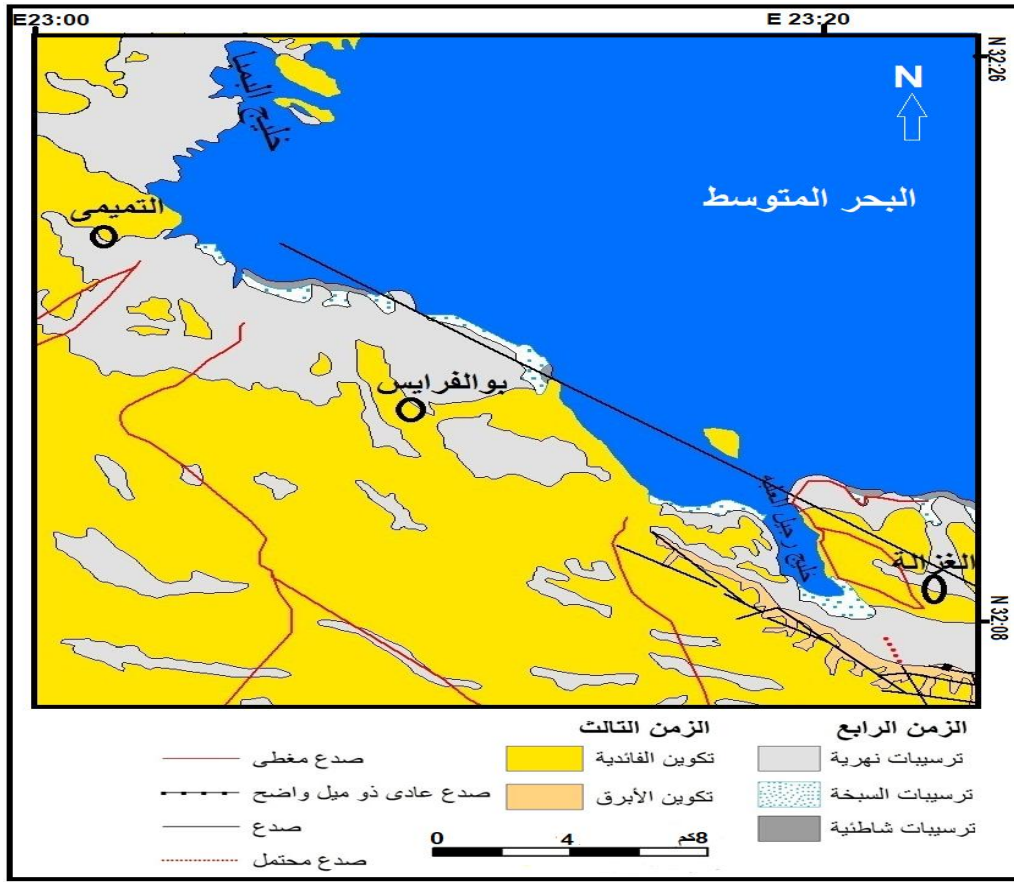
ج. ترسيبات السبخة: تنتشر البحيرات الملحية الضحلة حول خليج عين الغزالة، وشمال منطقة بوالفرائس وشرق وغرب منطقة التميمي على السهل الساحلي وعندما ترتفع أمواج البحر في أثناء عواصف الشتاء؛ تغطي هذه السبخات، وكذلك تصب بها بعض الأودية عند سقوط الأمطار مكونة بحيرات بالقرب من شاطئ البحر والمناطق المنخفضة، وتتكون في الغالب من الرمال الكلسية الدقيقة جدا، والجبس المجهري والملح القلوي والطين⁽⁸⁾ وتغطي ترسيبات السبخة 4.0% من مساحة منطقة الدراسة. وتوضح الخريطة رقم (2) التكوينات الجيولوجية في منطقة الدراسة. تنتشر السبخات بصفة عامة خاصة في المناطق الحارة والجافة شمال أفريقيا⁽⁹⁾ وعلى ساحل منطقة الدراسة ترتبط بمناطق التداخلات البحرية خاصة حول مصبات الأودية الساحلية وحول الخلجان، مما يشير إلى اقتطاع هذه السبخات من الساحل بعد زيادة الرواسب البحرية والقارية بأحواضها. ويطلق مصطلح السبخة على المسطحات الملحية القارية (Continental Salt Flats) والمسطحات الملحية الساحلية (Coast Salt Flats)⁽¹⁰⁾ وتتباين السبخات الساحلية في طريقة نشأتها، وفي الظواهر التي توجد على

⁷ –Op.Cit, 1974, (p.p.35–36).

⁸ – Op.Cit, 1974, (p.36).

⁹ – **Horta, J. C.(1988)** "Characterization of Calcrete and Gypcrete as Pavement Materials" Proceedings of the International Conference on Roads and Road Transport Problems, ICORT–88, New Delhi, India,(p.p. 781–788).

¹⁰ – **Kinsman, D.J. (1969)** modes of formation, sedimentary assoctions and diagnostic feature of shallow water and supratidal evaporation .Amer.Am. Assoc petrol Geologists vol.53, (p.833).



المصدر من إعداد الباحث بناء على: نموذج الارتفاع الرقمي (DEM) بدقة وضوح 30 م

Industrial research centre, (1974) Geological map of Libya, Darnah sheet.

توضيح الخريطة رقم (2) التكوينات الجيولوجية في منطقة الدراسة

أسطحها، إلا أنها تشترك في بعض الخصائص الآتية:

- مصادر مياهها عن طريق أمواج العواصف، أو أثناء المد العالي، أو عن طريق المياه السطحية خلال موسم سقوط الأمطار، ويكون ذلك إما بطريق مباشر، أو من خلال جريان الأودية الساحلية التي تنصرف إليها .
- السبخات ذات صرف مائي داخلي .
- تكون مناسيب معظم السبخات الساحلية في منطقة الدراسة في مستوى سطح البحر، أو تعلوه قليلا، والكتبان الرملية الساحلية التي في الغالب تشكل حواجز تفصلها عن البحر .
- تتباين مساحة السبخات الساحلية فبعضها كبيرة، وبعضها لا تكاد تتجاوز مئات الأمتار .
- تأخذ أشكالا متعددة، فمنها شبه المستطيلة، أو الشريطية المتعرجة، أو شبه المستديرة، أو الشكل البيضاوي، وبعضها غير منتظم الشكل .

وتبين من خلال المشاهدات الميدانية أن هناك علاقة بين توزيع السبخات ومورفولوجية الساحل، كما يرتبط اتساعها بالتضاريس المختلفة، ومن خلال أنماط نشأة السبخات وفق طبوغرافية المكان فإن هناك أنماطاً رئيسة سائدة في منطقة الدراسة، وقد تم تمييز عدة أنماط رئيسية وهي :

سبخات ساحلية تقع خلف الكثبان الرملية، سبخات ساحلية ترتبط بالتداخلات البحرية، سبخات ساحلية ترتبط بمصببات الأودية.

تمتد السبخات الساحلية في المناطق المنخفضة خلف الكثبان الرملية، وهناك سبخات أخرى ترتبط بمصببات الأودية الساحلية، ويوجد تباين كبير بين هذه الأنماط في الشكل والمساحة، وهي في مجملها سبخات ساحلية رطبة، ومعظمها موازية لخط الساحل وتفصلها الكثبان الرملية الساحلية عن البحر، مثل سبخة التميمي وسبخة العين الممتدة شمال منطقة التميمي وغربها، كما أن هناك بعض السبخات تكون موازية لخط الساحل مباشرة، وتُغمر أجزاء كبيرة منها بمياه البحر أثناء حدوث العواصف البحرية، وكذلك أثناء المد اليومي، مثل سبخة العلبة جنوب خليج عين الغزالة، وسبخة الخروبة.

أما عن السبخات المرتبطة بمصببات الأودية الساحلية، تكون في الغالب قرب الشاطئ وتأخذ أشكالاً متعددة ويغلب عليها الشكل الطولي مثل سبخة بوالفرانس، والقصباية وسبخة بردي التميمي، حيث أن مصبات الأودية الساحلية قريبة من مستوى سطح البحر، ويكون منسوب الماء الأرضي قريباً جداً من السطح، وتتكون أسطح هذه السبخات من الرواسب المائية والهوائية (رمال - طين - حصى)، وتكون في الغالب رواسب دقيقة جداً وقليلة النفاذية، وفي فترات الجفاف يرتفع منسوب الماء الأرضي بواسطة الخاصية الشعرية إلى السطح، إلى جانب ارتفاع معدلات التبخر؛ مما يؤدي إلى إرساب الأملاح والمتبخرات المختلفة على سطحها مكونة قشرة ملحية، وتتباين ألوان أسطح هذه السبخات من مكان لآخر وفق كمية الرطوبة بها، وكذلك المعادن المختلفة بالمتبخرات، وفي الغالب تميل إلى اللون البني الداكن ويميل أحياناً إلى الأسود، وتتكون على سطحها البرك والمستنقعات المائية خاصة في فصل الشتاء عقب سقوط الأمطار، وكذلك مياه البحر التي تصل إليها بواسطة أمواج العواصف البحرية شتاءً، وسرعان ما تتبخر هذه المياه تاركة المتبخرات على أسطح هذه السبخات⁽¹¹⁾ وتنمو النباتات الملحية على أطراف هذه السبخات منها الديس، والطفرة، والزويتة، والجل، والرمم الساحلي وغيرها.

¹¹- Zaghoul, Z.M., El-Khoriby, E.M., El-Faraash, A.M. and Hussien H.A. (1999)"On the Composition and Origin of Quaternary Sabkhas, in Zaki M.Zaghoul and Moharem Megamall, ed., "Deltas, Modern and Ancient", is a selection of chosen papers in Mansoura University, First International Symposium on the Deltas, Cairo, Egypt, (p.113).

ثانياً الخصائص المورفومترية للسبخات الساحلية:

تنتشر هذه السبخات بشكل واضح في السهل الساحلي بالمناطق المنخفضة نسبياً قرب الشاطئ، وتأخذ أشكالاً متعددة، وتنتشأ في المناطق المستوية على سواحل البحار⁽¹²⁾، حيث أن المناطق الساحلية عموماً تشكلت بفعل تذبذب مستوى سطح البحر ارتفاعاً وهبوطاً وبالأنهار المتدفقة وهذا يرتبط بالمناخ الذي هو تفاعل معقد بين الغلاف الجوي والبحار والمحيطات والأرض⁽¹³⁾، ويغلب عليها الشكل الشريطي الموازي لخط الساحل، وتفصلها الكثبان الرملية الساحلية عن شاطئ البحر والتي يتراوح ارتفاعها ما بين: 1-2م، مع وجود بعض الفتحات التي تتصل بمياه البحر مباشرة، ويتراوح مناسب هذه السبخات ما بين: 2-4م، كأقصى ارتفاع بها، ومعظمها في الغالب في مستوى سطح البحر، وتتميز أسطحها بالاستواء، وانتشار الطبقة الملحية عليها أثناء فترات الجفاف؛ لارتفاع درجات الحرارة ومعدلات التبخر، تتعرض معظم هذه السبخات خلال فصل الشتاء للغمر بالمياه عن طريق مياه الأمطار المباشرة، أو من مياه الأودية التي تتصرف إليها، أو عن طريق أمواج العواصف الشتوية التي يتعرض لها الساحل، كما أن قرب منسوب الماء الأرضي بها يساعد على تراكم الكثبان الرملية على سطحها مشكلاً النباك الساحلي أو الغطاءات الرملية على بعض هذه السبخات، وتنمو عليها بعض النباتات الطبيعية الملحية مثل الطرفة، والزويتة، والديس، والرتم الساحلي التي تساعد على تماسك النباك على أسطح السبخات. ويوضح الجدول رقم: (2) الخصائص المورفومترية لسبخات ساحل منطقة الدراسة.

ويمكن التوصل من خلال الجدول رقم (2) إلى ما يلي:

- تنتشر السبخات الساحلية على طول امتداد خط الساحل، ويبدو أغلبها على هيئة مساحات منخفضة تكاد تكون في مستوى سطح البحر، ومتناثرة على الشاطئ، وتتجمع حولها الكثبان الرملية حيث تنمو النباتات الطبيعية الملحية.
- متوسط مساحة هذه السبخات: 3.7 كم²، وتراوح ما بين: 2.49 - 7.50 كم²، وكانت سبخة الخروبة الأصغر من حيث المساحة، أما الأكبر فكانت سبخة العين .
- بلغ متوسط الامتداد الطولي لهذه السبخات على الساحل: 2.52 كم، وتراوح طولها ما بين: 1.60 - 4.23 كم، والأقل امتداداً على الساحل سبخة العلبة جنوب خليج عين الغزالة، والأكثر طولاً فكانت سبخة العين.

¹² - مصباح، عبدالله خليفة ضو، (2013) الكثبان الرملية الساحلية شمال غرب صبراتة دراسة جيومورفولوجية، المجلة الليبية للدراسات، العدد الرابع، (ص 208).

¹³ - Schuurmans, C.j.E. (1995) "The world Heat Budget: Expected Changes, in Doeke Eisma, ed., Climate Change - Impact on Coastal Habitation", CRC press. Inc, Boca Raton, Florida, (p.1).

الجدول رقم (2) الخصائص المورفومترية للسبخات الساحلية

م	أسم السبخة	الموقع	المساحة كم ²	المحيط كم	متوسط الطول كم	متوسط العرض كم	أعلى منسوب م	نسبة الانحدار %
1	عين الغزالة سبخة العلبة	32:09:11:72N 23:18:59:67E	2.73	7.15	1.60	0.68	4	0.59
2	عين الغزالة سبخة الخروبة	32:11:52:40N 23:16:58:84E	2.49	6.78	1.74	0.45	2	0.44
3	بوالفرائس	32:18:40:02N 23:06:43:18E	2.72	7.06	2.41	0.62	1	0.16
4	القصباية	32:19:22:19N 23:05:24:30E	2.58	6.96	1.97	0.79	4	0.51
5	التميمي (سبخة شاعول)	32:20:15:33N 23:04:57:79E	3.38	8.67	3.15	0.67	3	0.45
6	العين	32:21:45:21N 23:04:08:62E	7.50	18.74	4.23	1.46	3	0.21
	المجموع		21.40	55.36	15.1	4.67	17	2.36
	المتوسط		3.7	9.23	2.52	0.78	2.8	0.39

المصدر:

- تم قياس المساحة والمحيط من (Landsat, T.M.) رقم: 81820382015 بواسطة برنامج ARC GIS 10.5 وتم تحديد المواقع للسبخات باستخدام GPS خلال الدراسة الميدانية، شهر مايو 2023
- نسبة الانحدار = المسافة الرأسية / المسافة الأفقية × 100.

- بلغ متوسط اتساع السبخات على اليابس: 0.78 كم، وتراوح ما بين: 0.45-1.46 كم، والأقل عرضاً كانت سبخة الخروبة، والأكثر اتساعاً سبخة العين .
- بلغ متوسط أعلى المناسيب في هذه السبخات: 2.8م، وتراوح ما بين: 1-4م، ومعظم مناسيب هذه السبخات تكاد تكون في مستوى سطح البحر، عدا بعض أجزاء منها محدودة المساحة تشكل أعلى المناسيب.
- يكاد يكون أسطح هذه السبخات شبه مستوي، وبلغ متوسط نسبة الانحدار: 0.39%، أي أن كل مائة: 100م، ينخفض أسطح السبخات: 39سم، وتراوحت نسبة الانحدار ما بين: 0.16-0.59 %، وكانت سبخة بوالفرائس الأقل انحداراً، والأكثر انحداراً سبخة العلبة والقصباية.

ثالثاً: التوزيع الجغرافي والملاحم المورفولوجية العامة للسبخات:

تنحصر السبخات في نطاق ساحلي قليل الاتساع، وتتناثر على مساحات متباينة وفق طبوغرافية المكان، وفي أغلب الأحيان تكون موازية لخط الساحل ولا تبعد عنه كثيراً، وتوضح الخريطة رقم (3) موقع السبخات بمنطقة الدراسة.



المصدر من إعداد الباحث بناء على: نموذج الارتفاع الرقمي (DEM) بدقة وضوح 30 م

توضح الخريطة رقم (3) السبخات في منطقة الدراسة

كما ارتبطت في نشأتها وتطورها بالظروف الساحلية، منها ما هي مرتبطة بالكثبان الرملية الساحلية، ومنها المرتبطة بالتداخلات البحرية، وهي الخالجان والأخوار التي تجعل الساحل أكثر تعرجاً، وتختلف من ناحية الشكل فمنها: المستطيل أو الدائري، وبعضها غير منتظم الشكل، وتختلف عوامل نشأة هذه التداخلات فمنها: ما يرتبط بمناطق الضعف البنوي في خط الساحل، مثل خليج عين الغزالة، ومنها: ما يرتبط بالعوامل الباطنية التكتونية مثل خليج البمبا الذي تكون وتشكل نتيجة الفوالق العرضية التي حدثت في الفترة الزمنية ما بين أواخر الميوسين ونهاية

البليوسين⁽¹⁴⁾ ومن السبخات أيضا ما هو مرتبط بمصببات الأودية التي تكونت خلال فترات أكثر رطوبة من عصرنا الحالي، حيث تشير الأدلة إلى أن سطح البحر كان أقل مما هو عليه الآن عن طريق الأجزاء الكبيرة الغاطسة من الأودية الساحلية بالجرف القاري أمام الشاطئ، وينتشر هذا النوع من السبخات عند مصبات معظم الأودية، مثل وادي بوالفرانس والقصبيات والتميمي والمعلق، وأهم السبخات الساحلية من الشرق إلى الغرب كما يلي :

سبخة العلبة جنوب خليج عين الغزالة :

تكونت هذه السبخة في المنخفض الساحلي الممتد جنوب خليج عين الغزالة، ومعظم مكوناتها من الرواسب القارية الهوائية والمائية، من سقيفة السد التي تتصرف مياهها بعد سقوط الأمطار بهذه السبخة، إلى جانب الرواسب البحرية التي تصل إليها بواسطة الرياح، وكذلك ارتفاع منسوب الماء الأرضي بها، وتغمر مياه الأمطار جزءاً كبيراً منها، وسرعان ما تتبخر هذه المياه تاركة قشره ملحية على سطحها، كما تصل إليها أمواج العواصف البحرية أحيانا خلال فصل الشتاء، ويوضح الشكل رقم (4) موقع وشكل السبخة على خليج عين الغزالة .

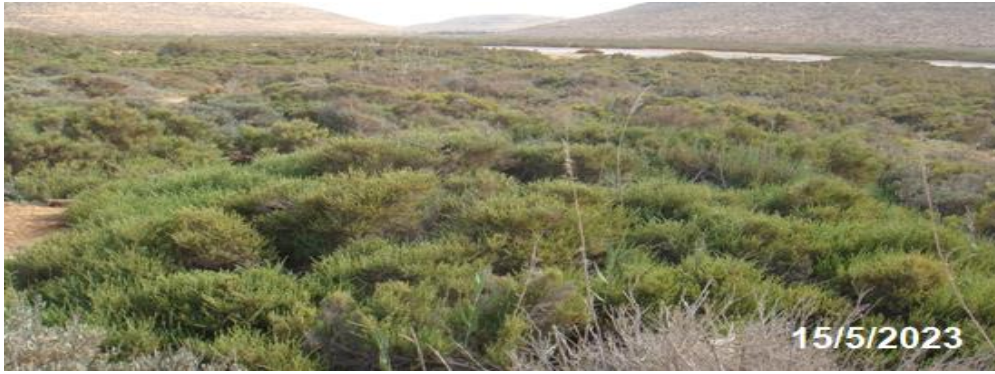


المصدر: من إعداد الباحث بناء على المرئية (Landsat, T.M.) رقم: 81820382015 .

يوضح الشكل رقم(4) موقع وشكل سبخة العلبة

وتبلغ مساحة هذه السبخة: 2.72 كم²، وتأخذ شكل شبه دائري، ومتوسط طولها حوالي: 1.60 كم، وعرضها: 0.68 كم، وسطحها شبه مستوي حيث يصل أعلى منسوب بها إلى: 4م، وبلغت نسبة انحدارها نحو البحر: 0.59%، ويغطي سطح هذه السبخة النباتات الملحية مثل الزويتة والرتم الساحلي والخزام. ويوضح الشكل رقم (5) النباتات الملحية في سبخة العلبة جنوب خليج عين الغزالة خلال فصل الشتاء.

¹⁴ - جودة، حسنين جودة، (1975) أبحاث في جيومورفولوجية الأراضي الليبية، الجزء الثاني، منشورات جامعة بنغازي، مؤسسة عبد الحفيظ البساط، بيروت (ص16).



المصدر: عدسة الباحث خلال الدراسة الميدانية 2023م.

الشكل رقم (5) النباتات الملحية في سبخة العلبة عين الغزالة خلال فصل الشتاء

سبخة الخروبة غرب خليج عين الغزالة :

تكونت هذه السبخة نتيجة التداخلات الساحلية المرتبطة بمناطق الضعف البنوي في خط الساحل، وتأثير الأمواج خاصة الشمالية الشرقية التي تسود في بعض فصول السنة ويكون تأثيرها واضحاً في تآكل الشاطئ، وكذلك انخفاض مستوى سطح اليابس في هذه المنطقة الذي يكاد يكون في مستوى سطح البحر، ووجود الشروم المتداخلة في اليابس، كلها عوامل مجتمعة أدت إلى وجود هذه السبخة التي تأخذ الشكل الطولي، وتبلغ مساحتها: 2.49 كم²، وتمتد غرب خليج عين الغزالة لمسافة: 1.74 كم، ويبلغ عرضها: 0.45 كم، وسطحها شبه مستوي حيث بلغت نسبة الانحدار حوالي: 0.44%، ويوضح الشكل رقم: (6) موقع وشكل هذه السبخة غرب خليج عين الغزالة، ويصب في هذه السبخة وادي الخروبة ووادي أسليلول، ومكونات هذه السبخة مختلطة بين الرواسب القارية الهوائية وكذلك رواسب مياه الأودية، والرواسب البحرية التي تخلفها أمواج العواصف البحرية خلال فصل الشتاء.



المصدر: من إعداد الباحث بناء على المرئية (Landsat, T.M.) رقم: 81820382015 .

الشكل رقم: (6) سبخة الخروبة غرب عين الغزالة

سبخة بوالفرائس :

تمتد هذه السبخة من الجنوب الشرقي إلى الشمال الغربي قرب الشاطئ، ونشأت بسبب التداخلات الساحلية وانخفاض الساحل، وهي قليلة النباتات؛ لارتفاع نسبة الأملاح بطبقتها السطحية، وشدة تصلبها وضيق مسامها، وتُغمر

بالمياه لفترات طويلة عن طريق أمواج العواصف الشتوية، كما تصل إليها المياه الجارية المنصرفة من وادي بوالفرائس خلال سقوط الأمطار، ويوضح الشكل رقم (7) سبخة بوالفرائس.



المصدر: من إعداد الباحث بناء على المرئية (Landsat, T.M.) رقم: 81820382015 .

الشكل رقم (7) سبخة بوالفرائس

ويتميز سطحها بكونه رطبا وذات لون بني داكن؛ لارتفاع منسوب الماء الأرضي، وكثرة المستنقعات الملحية عليها، وتتكون على سطحها قشرة ملحية خلال فترات الجفاف خاصة الصيف، وينتشر على سطحها الرواسب الطينية التي تأتي إليها عبر وادي بوالفرائس والحافة الهضبية المجاورة لها. وتشغل هذه السبخة مساحة قدرها: 2.72 كم²، وتأخذ الشكل الطولي قرب الشاطئ ويبلغ متوسط طولها حوالي: 2.41 كم، ومتوسط عرضها: 0.62 كم، ويغلب الاستواء على سطحها وتبلغ نسبة الانحدار بها نحو البحر حوالي: 0.16%. ويوضح الشكل رقم: (8) المستنقعات الملحية والنباتات التي تنمو على هوامش سبخة بوالفرائس.

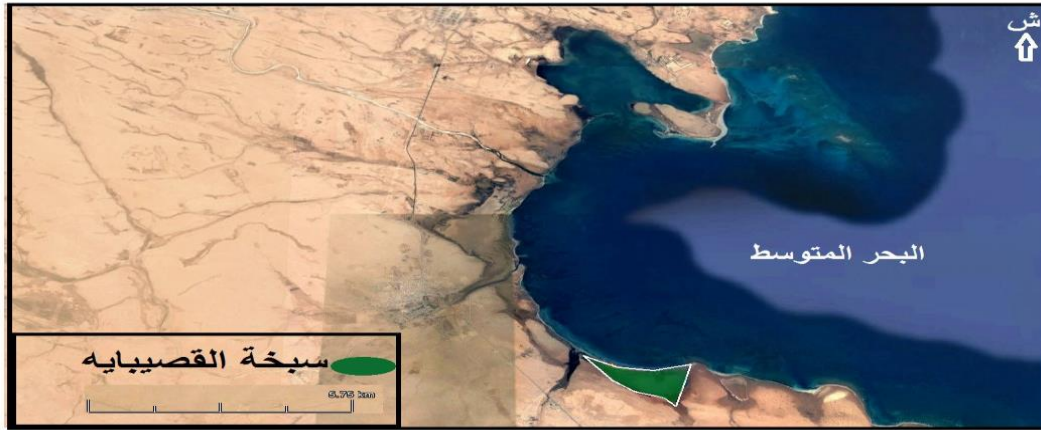


المصدر: عدسة الباحث خلال الدراسة الميدانية 2023م.

الشكل رقم: (8) سبخة بوالفرائس والبرك الملحية والنباتات بها

سبخة القصباية :

توجد هذه السبخة شرق منطقة التميمي، وتأخذ شكلا قريبا من المثلث قاعدته على الشاطئ ورأسه نحو الجنوب، ويوضح الشكل رقم: (9) شكل وموقع سبخة القصباية شرق منطقة التميمي .



المصدر: من إعداد الباحث بناء على المرئية (Landsat, T.M.) رقم: 81820382015 .

الشكل رقم: (9) سبخة القصبية

وترتبط هذه السبخة ارتباطاً وثيقاً بالتغيرات الساحلية؛ لانخفاض سطحها الذي تغطيه الرواسب المكونة من المواد الملحية والطينية وأحجام الرمال ذات الحبيبات المتوسطة والناعمة، وهي رواسب هوائية ومائية، وكذلك الرواسب البحرية عن طريق أمواج العواصف التي تغمرها أحياناً، ولقرب منسوب سطحها من مستوى سطح البحر؛ تتجمع عليها البرك المائية عقب سقوط الأمطار، أو عن طريق طغيان مياه البحر أثناء العواصف البحرية التي تغمر أجزاء كبيرة منها بينما في فترات الجفاف صيفاً تتكون قشرة ملحية بيضاء على أطراف السبخة، والأجزاء الأكثر انخفاضاً منها تظل رطبة؛ لقرب منسوب الماء الأرضي، وتشغل هذه السبخة مساحة قدرها: 2.58 كم²، ويبلغ متوسط طولها حوالي: 1.97 كم، ومتوسط عرضها حوالي: 0.79 كم؛ لقرب الماء الأرضي من السطح خاصة خلال فصل الأمطار والذي يكون أقل أملاحاً مما يؤدي إلى نمو نبات الديس والقصب بكثرة على هذه السبخة. ويوضح الشكل رقم (10) كثافة هذه النباتات على سطح السبخة.



المصدر: عدسة الباحث خلال الدراسة الميدانية 2023م.

الشكل رقم: (10) نباتات سبخة القصبية

سبخة التميمي:

يفصل سبخة التميمي عن الساحل حواجز رملية ذات أحجام وارتفاعات مختلفة تمتد طولياً بموازاة الساحل وتحصر بينها بحيرات ومستنقعات ضحلة مغلقة جزئياً أو كلياً لا يزيد عمقها عن نصف المتر في كثير من اجزائها، وتأخذ

شكل المستطيل، وتبلغ مساحتها 3.38 كم²، ومتوسط طولها 3.15 كم، ويصل متوسط عرضها 0.67 كم، ويبلغ أقصى ارتفاع بها 3م، وبلغت نسبة الانحدار 0.45%، وتنتشر على سطح السبخة رواسب ملحية بيضاء، تبدو هشة في المناطق الجافة منها، أما في اجزائها الرطبة فهي متماسكة، كما يظهر على سطح الاجزاء الداخلية منها طبقة سميكة بيضاء من الملح، وربما يشير وجودها الى شدة ملوحة المياه ونشاط عمليات التبخر خلال فصل الصيف، ومصادر مياه هذه السبخة متنوعة حيث يوجد اتصالا مباشرا بمياه البحر من خلال فتحات بحرية، الى جانب الغمر البحري من خلال الامواج والتيارات البحرية وعمليات المد، علاوة على تسرب الماء تحت السطحي البحري نتيجة لقرب منسوبها من مستوى سطح البحر، بالإضافة الى سقوط كميات كبيرة من الامطار في فصل الشتاء، ويوضح الشكل رقم (11) شكل وموقع سبخة التميمي.



المصدر: من إعداد الباحث بناء على المرئية (Landsat, T.M.) رقم: 81820382015 .

الشكل رقم (11) سبخة التميمي

سبخة العين :

تمتد هذه السبخة إلى الغرب مباشرة من منطقة التميمي، وتعتبر الأكبر من حيث المساحة على ساحل منطقة الدراسة، وتبلغ مساحة هذه السبخة: 7.5 كم²، وتأخذ شكل شبه مستطيل، ومتوسط طولها حوالي: 4.23 كم، ومتوسط عرضها: 1.46 كم، وسطحها شبه مستوي حيث يصل أعلى منسوب بها إلى: 3م، وبلغت نسبة انحدارها نحو البحر: 0.21%، ويوضح الشكل رقم: (12) سبخة العين غرب منطقة التميمي.



المصدر: من إعداد الباحث بناء على المرئية (Landsat, T.M.) رقم: 81820382015 .

الشكل رقم (12) موقع سبخة العين

وترتبط هذه السبخة بالتدخلات الساحلية؛ لانخفاض معظم أجزاء سطحها قرب منسوب سطح البحر، وترتبط مباشرة بالبحر عبر ممرات بحرية، وخلال أمواج العواصف والأمطار تُعمر معظم هذه السبخة بالمياه، ويغطي سطحها رواسب محلية وطينية، والرمال بأحجامها المختلفة، وتجلب مياه الأودية (وادي المعلق وبعض المسيلات المنحدرة من حافة الهضبة الميوسينية نحو السبخة) المواد الناعمة المتراكمة في أرض السبخة من سيلت وطين بالإضافة للأملاح المتراكمة نتيجة التبخر إلى تكوين طبقة صماء تمنع تسرب الماء إلى الأسفل، بحيث يساهم التساقط المباشر وغير المباشر (مياه الأمطار السطحية) في ارتفاع منسوب مياه السبخة شتاءً، واتساع مساحتها، وبمرور الزمن وبتوالي تجمع المياه والرواسب الدقيقة وتراكم الأملاح في هذه المنطقة حولتها إلى سبخة تتجمع بها المياه عقب سقوط الأمطار شتاءً، وتجف تماماً خلال فصل الصيف الجاف، ويبدو ذلك دليل على أن نشأة هذه السبخة هو قاري وليس بحري؛ إذ أنه لو كان مصدر نشأتها بحرياً لما جفت مياهها صيفاً، وبذلك يتبين أن منسوب سطح السبخة أعلى من منسوب سطح البحر، ومع ذلك لا يمكن أن يذكر أن بعض صفات البحيرات الساحلية تكاد تنطبق على سبخة العين، فهناك الكثبان الرملية الساحلية الموازية للشاطئ، والممرات المائية التي تصل البحر بالسبخة. وينتشر في عينات الطبقة السطحية الحصى، وتقل نسبته مع العمق، بينما يقل الطين في الطبقة السطحية ويزداد مع العمق، والرمال المختلفة الأحجام هي السائدة في معظم العينات، وتقل بها النباتات الطبيعية؛ لشدة الملوحة على سطحها، حيث يتراوح سمك الطبقة الملحية عليها خلال فترات الجفاف ما بين: 1-4سم، ويوضح الشكل رقم: (13)، الطبقة الملحية على سطح سبخة العين خلال فصل الصيف.



المصدر: عدسة الباحث خلال الدراسة الميدانية 2023م.

الشكل رقم: (13) الطبقة الملحية خلال فصل الجفاف على سبخة العين قرب الشاطئ

وتغطي سطح السبخة طبقة رقيقة من السلت الجيري بالإضافة إلى الانهيدريت والقليل من بلورات الجبس الدقيقة، ولونها بني ضارب إلى الرمادي، ويتراوح سمك هذه الطبقة ما بين 10-20سم، وتليها طبقة ثانية أسفلها يتراوح سمكها ما بين 12-15سم، وتتكون في الغالب من السلت الرمي البني اللون مع جبس غير منتظم، وقد لوحظ خلال الدراسة الميدانية خلال شهر مايو تباين مستوى الماء الأرضي الذي تراوح منسوبه ما بين 40-90سم، وتأخذ الزيادة في الاتجاه من الشمال الغربي إلى الجنوب الشرقي، ويعزى ذلك إلى طبيعة الانحدار العام لسطح السبخة.

رابعاً : الضوابط المؤثرة في نشأة وتطور سبخات منطقة الدراسة:

نجد تطور السبخات والتغيرات التي تطرأ عليها منذ عصر البليستوسين الأعلى وحتى وقتنا الحالي، تعكس التغير المناخي والهيدرولوجي على رواسب السبخات والمياه الجوفية، وتعد الفترات الرطبة بهذا العصر هي المسؤولة عن تشكيل وتطور السبخات، وأشكال السطح بها، وترتبط رواسب السبخات بمنسوب الماء الأرضي في نطاق الخاصية الشعرية الذي لا يتجاوز المتر الواحد⁽¹⁵⁾، ويساعد على تكون الكثبان الرملية الساحلية بأشكالها المختلفة، وتجنح السبخ إلى التشكل في مناطق الكثبان الرملية وتشتق معادنها التبخرية من تركيز الماء الباطني، أو عن طريق المياه الجوفية المالحة التي تتدفق خلال الطبقات العميقة المنفذة إلى التكوينات التي تقع عليها السبخ، ثم ترتفع هذه المياه إلى السطح لتحل محل المياه المتبخرة ويسود في السبخ الرمال المنقولة بواسطة الرياح، وتعد العوامل

15 - - كايو، عبد الحميد أحمد، (2006) سبخات الساحل الشمالي في دولة الكويت، الجمعية الجغرافية الكويتية، العدد 318، نوفمبر (ص 59-60).

الريحية المسؤولة عن نقل حبيبات المعادن من السبخة وإليها⁽¹⁶⁾ وصعود الماء الأرضي المشبع بالأملاح إلى السطح أسفل الغطاءات الرملية الشاطئية بمصببات الأودية، وكذلك تسرب مياه البحر من خلال المد اليومي أو من خلال أمواج العواصف التي يتعرض لها الساحل في فصل الشتاء، فهذه المياه بأنواعها المختلفة تجعل رواسب السبخات دائمة الرطوبة، وتحافظ عليها من عمليات التعرية المائية والتذرية الهوائية، كما تساعد على نمو بعض النباتات التي تعمل على تماسك الرواسب ونموها المستمر⁽¹⁷⁾، ويمكن أرجاع نشأة السبخات وتطورها إلى مجموعة عوامل تضافرة مجتمعة وساهمت في تكون السبخات وتطورها بمنطقة الدراسة، وتمثلت تلك العوامل في العوامل الجيولوجية والتضاريسية والمناخية والمياه البحرية ومياه الأمطار الموسمية وجيومورفولوجيا الساحل.

1- العوامل الجيولوجية والجيومورفولوجية:

تنتمي التكوينات الجيولوجية بمنطقة الدراسة للزمنين الثالث والرابع، وشكلت تكوينات الزمن الثالث المتمثلة في تكوين الفايديّة والأبرق 85% من مساحة منطقة الدراسة، بينما شكلت تكوينات الزمن الرابع والمتمثلة في الرواسب النهرية، والرواسب الشاطئية، وترسيبات السبخة 15% من مساحة منطقة الدراسة كما ذكر سابقاً. وتتكون رواسب السبخات الساحلية من رواسب رملية، طينية، ملحية، بالإضافة إلى الرواسب الرملية القارية التي نقلت إليها بواسطة الرياح والمياه الجارية الموسمية مشكلة أحد الملامح المورفولوجية التي تميز السبخات الساحلية، وقد أثرت على طبيعة رواسب السبخات بشكل مباشر وغير مباشر فيما يتعلق بسكمتها وخصائصها الطبيعية والكيميائية والتي سوف يتم تناولها بالتفصيل لاحقاً عند دراسة خصائص السبخات الطبيعية والكيميائية.

يتمثل تأثير البنية الجيولوجية على سبخات منطقة الدراسة في ظاهرة الكويستا المايونيسينية التي تمتد جنوب السهل الساحلي وموازية له، وتأخذ اتجاه شرق - شمال غرب جنوب خليج عين الغزالة وحتى منطقة التميمي و يبلغ ارتفاع هذه الحافة جنوب خليج عين الغزالة 125م، وغرب الخليج 89م، وتأخذ بالانخفاض التدريجي حتى يصل ارتفاعها جنوب منطقة التميمي 23م، وإلى الغرب من منطقة التميمي تأخذ اتجاه جنوب - شمال حتى خليج البمبا، و يبلغ ارتفاع الحافة في هذا النطاق 62م⁽¹⁸⁾، ويتضح تأثير حافة الكويستا على نظام تصريف الأودية التي تأخذ اتجاهات متعددة، وتأخذ كل من وادي الخروبة أسليول وبوالفرائس والقصيبيات ووادي التميمي اتجاه جنوب شرق - شمال غرب لتصب في السبخات الساحلية، اما وادي المعلق فيأخذ اتجاه شمال غرب - جنوب شرق حيث سبخة العين.

¹⁶ - Akili, W, and Torrance, J, K., (1981) The Development and geotechnical Problems of Sebkhah, with preliminary experiments on the static Penetration resistance of cemented sands Q.J Eng. Geol., London, Vol. 14, (p.63).

¹⁷ - Hotzl, H., Kramer, F., and Maurin, V., (1978), Quaternary sediments, In Asayari, S., and Zotl, J., (eds), Quaternary period in Saudi Arabia. Springer-Verlag, New York. (P.291).

¹⁸ - من قياسات الباحث باستخدام جهاز (GPS) خلال الدراسة الميدانية مايو 2023م.

تتكون رواسب السبخات في مجملها من رواسب رملية حصوية طينية ملحية⁽¹⁹⁾ وهي ناتج الرواسب البحرية التي نقلت بواسطة الرياح الشمالية الشرقية والشمالية الغربية السائدة على الساحل في معظم فصول السنة، والتي نتجة عنها الغطاءات الرملية والنباك الساحلي على هوامش تلك السبخات، وكان لحافة الكويستا تأثير كبير على نشأة وتطور السبخات بمنطقة الدراسة متمثلة في الرواسب التي تجلبها الأودية الساحلية المذكورة والمنحدرة منها باتجاه السهل الساحلي. وتغمر مياه هذه الأودية خلال فصل الشتاء أجزاء كبيرة من السبخات الساحلية مكونة بركا مائية على أكثر أسطح السبخات انخفاضاً، والرواسب التي تجلبها مياه الأودية، وكذلك المياه البحرية خلال المد العالي وعواصف الشتاء التي يتعرض لها ساحل منطقة الدراسة، وما تأتي به العوامل الريحية من رواسب؛ تجعل أسطح السبخات قليلة النفاذية وتمنع تسرب المياه إلى الطبقات تحت السطحية، مما يساعد على بقاء هذه البرك المائية لفترة ما إلى أن تتبخر مع فصل الصيف الحار مخلقة قشرة ملحية رقيقة على أسطح هذه السبخات.

وتشمل العوامل الجيومورفولوجية طبوغرافيا السطح التي تكونت عليه السبخات، حيث تتحكم درجة انحدار السطح في شكل السبخات ومساحة التبخر السطحية، فكلما قلت درجة انحدار السطح، كلما كبرت المساحة الأفقية للتبخر وبالتالي زادت معدلات التبخر. وغالباً ما يكون سطح السبخات الساحلية أكثر انحداراً منه في السبخة القارية، ويساعد قرب منسوب الماء الأرضي من سطح السبخة على ترسيب المزيد من الأملاح الناتجة من عملية التبخر. إن قرب السبخات من الشواطئ أو بعدها عنها يؤثر في أنواع الأملاح المترسبة بالتبخر حيث تحتوي السبخات المتاخمة للشواطئ البحرية على معدن الدولومايت، بينما يكون الجبس وملح الطعام من المعادن المكونة للسبخات التي تفصلها الكثبان الرملية عن مناطق المياه البحرية⁽²⁰⁾. ونجد السهل الساحلي في منطقة الدراسة انحداره هين صوب البحر، ويكون الانحدار من خليج عين الغزالة إلى منطقة التميمي نحو الشمال والشمال الغربي، بينما من منطقة التميمي وحتى خليج البمبا يكون الانحدار نحو الشرق والشمال الشرقي حيث الشاطئ البحري.

يتضح مما سبق أن المظهر الجيومورفولوجي لمنطقة الدراسة من أودية، وتشكيلات رملية ما هو إلا نتاج عمليات التعرية ونشاط عوامل التجوية والرياح، وقامت هذه العوامل مجتمعة بترسيب ما حملته من مفتتات حصوية ورواسب دقيقة في أكثر أجزاء السهل الساحلي انخفاضاً، والتي تحولت فيما بعد إلى السبخات، ونشأة وتطور هذه السبخات والتغيرات التي تطرأ عليها منذ عصر البلايستوسين وحتى عصرنا الحالي تعكس التغير المناخي

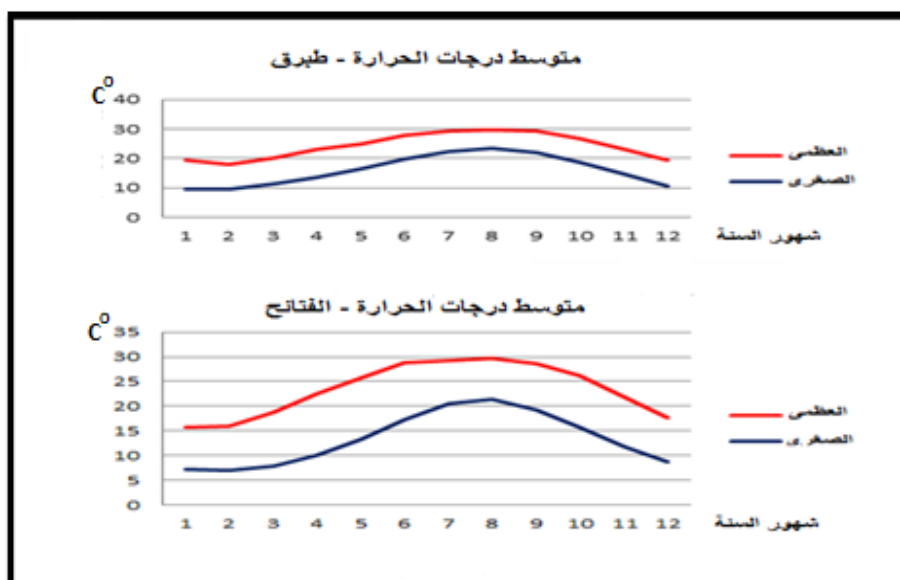
¹⁹ – Johnson, D.; Kamal, M.; Pierson, G.; and Ramsay, J., (1978) , Sabkhas of Eastern Saudi Arabia, in S. Al – Sayari and J. Zotl, (eds.), Quaternary Period in Saudi Arabia, (Vol.1) , PP.84 – 93, Spring – Verlag, New York,(P.50).

– Levy, Y. (1977), "The Origin and Evolution of Brine in Coastal Sabkhas, Northern Sin" [17] ²⁰ Journal of Sedimentary Petrology, 47(1), (P.454).

المتوسط الفصلي		الشتاء 14.4				الربيع 18.2				الصيف 25.3				الخريف 22.3							
المتوسط السنوي		19.8 درجة سيلسيوس																			
الفتاح 1980 - 2220	العظمى	21.8	26.1	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	7.6	8.7	2.4	5.7	8.8	9.3	9.6	8.5
	الصغرى	11.8	15.7	1	2	2	1	1	1	7.	7	7.	8.	7	8.	0.1	3.3	7.3	0.5	1.5	9.2
	المتوسط الشهري	16.8	20.9	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1	3.2	3.3	6.3	9.5	3.1	4.9	5.6	3.5
	المتوسط الفصلي	الشتاء 12				الربيع 16.4				الصيف 24.5				الخريف 20.5							
المتوسط السنوي		18.3 درجة سيلسيوس																			

المصدر: تم الإعداد بناء على بيانات المركز الوطني الليبي للأرصاد الجوية، طرابلس، ليبيا، 1980-2009م

<https://en.climate-data.org/africa/libya/butnan/tobruk-3459/climate-graph>. (2010-2022)



المصدر: تم الإعداد بناء على البيانات المناخية الصادرة عن المركز الوطني للأرصاد الجوية، طرابلس، ليبيا .

الشكل رقم (14) متوسطات الحرارة العظمى والصغرى على منطقة الدراسة

2.2 التبخر:

يعد التبخر عنصراً هاماً من عناصر المناخ وتعتمد عليه جميع مظاهر التكاثف، يقصد به عملية انتقال جزيئات الماء إلى الهواء، ولا تحدث هذه العملية إلا في حالة اختلاف في ضغط بخار الماء بين سطح التبخر والهواء، وأن عملية التبخر تتوقف تماماً عند وصول قيمة الرطوبة النسبية في الهواء 100%⁽²¹⁾، وتتأثر معدلات التبخر بدرجة الحرارة السائدة، وسرعة الرياح، ما ينعكس سلباً على معدلات الرطوبة النسبية، فهي علاقة عكسية؛ كلما ارتفعت معدلات الرطوبة في الهواء تنخفض معدلات التبخر، وتختلف معدلات التبخر من حيث الوقت والمكان على ساحل منطقة الدراسة، فهناك تباين في معدلات التبخر بين الليل والنهار حيث ترتفع قيم التبخر نهاراً وتقل ليلاً لتأثير الحرارة، وأن معدلات التبخر ترتفع فوق الأسطح المائية الساكنة وتقل فوق الأسطح المتحركة، وكذلك ترتفع قيم التبخر في المنخفضات، وتقل على المرتفعات والمنحدرات، وتتوقف كمية بخار الماء بالجو وفق كمية المياه والطاقة المتاحة وسرعة الرياح والقرب والبعد من المسطحات المائية⁽²²⁾ وتقل معدلات التبخر بشكل ملحوظ في فصل الشتاء لانخفاض درجات الحرارة، وبلغ متوسط معدلات التبخر خلال شهر يناير في محطة طبرق 3.9 ملم/يوم، وفي محطة الفتاح 3.7 ملم/يوم، ثم تبدأ في الزيادة التدريجية في الربيع نتيجة تزايد ارتفاع درجات الحرارة لتصل الذروة خلال أشهر الصيف خلال شهري أغسطس وسبتمبر. ويعد أن الصيف بمثابة فترة الازدهار للسبخات نتيجة ارتفاع معدلات التبخر فيه. ويوضح الجدول رقم (4) متوسط معدلات التبخر الشهرية على منطقة الدراسة. يوضح الشكل رقم (15) متوسطات التبخر الشهرية في منطقة الدراسة.

الجدول رقم: (4) متوسط معدلات التبخر على منطقة الدراسة (مقاسه بأنبوب ببش ملم/يوم)

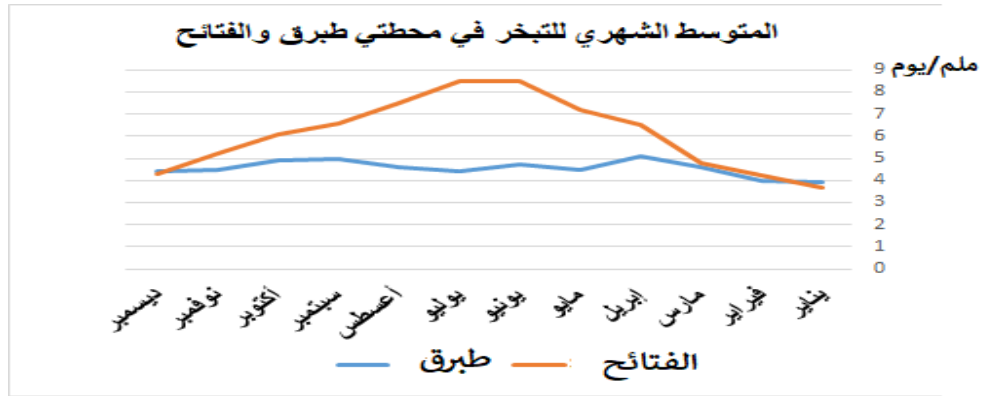
المحطة	الفترة	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
طبرق	-84 م2022	3.9	4.0	4.6	5.1	4.5	4.7	4.4	4.6	5.0	4.9	4.5	4.4
الفتاح	-80 م2022	3.7	4.2	4.8	6.5	7.2	8.5	8.5	7.5	6.6	6.1	5.2	4.3

المصدر: تم الإعداد بناء على بيانات المركز الوطني للأرصاد الجوية، طرابلس، ليبيا، خلال الفترة 80-2009.

<https://en.climate-data.org/africa/libya/butnan/tobruk-3459/climate-graph>. (2010-2022)

²¹ - Barry, R.G. (1969): Evaporation and Transpiration, in Chorley water, Earth and Man: A synthesis of Hydrology, Geomorphology, and socio- Economic Geography, Methuen & Co. Ltd, Bristol, Great Britain, (P.169).

²² - شرف، محمد ابراهيم محمد (2008) جغرافيا المناخ والبيئة، دار المعرفة الجامعية، الإسكندرية، (ص 152).



الشكل رقم (15) المتوسطات الشهرية للتبخر

2-3 الرطوبة النسبية:

تلعب الرطوبة النسبية دوراً فعالاً ومؤثراً وبخاصة على طاقة تبخر المحاليل المحملة بالأملاح، ويظهر ذلك الأثر جلياً على ترسيب رواسب المتبخرات على أسطح السبخات بمنطقة الدراسة، وتتكون الرطوبة بفعل ارتفاع درجات الحرارة ولا سيما أن المنطقة تنتمي أساساً إلى نطاق المناخ شبه الجاف الذي تنتمي إليه معظم أراضي الساحل الليبي الشمالي الشرقي؛ مما يعمل على تبخر كميات كبيرة من المياه التي تؤدي إلى تشبع الهواء ببخار الماء، وتزداد قدرة الهواء على حمل كميات كبيرة من بخار الماء كلما زادت درجة حرارته⁽²³⁾ ومن هنا يسهم الإلمام بمعدلات الرطوبة النسبية والتبخر على التعرف على مراحل بناء وتوزيع وتطور الرواسب بمنطقة الدراسة. وتختلف الرطوبة بصفة عامة من منطقة إلى أخرى وكذلك من وقت إلى آخر وترتبط ارتباطاً وثيقاً بدرجات الحرارة والرياح، ويوضح الجدول رقم (5) المتوسطات الشهرية والفصلية للرطوبة النسبية لمنطقة الدراسة.

يوضح الجدول رقم (5) المتوسط الشهري والفصلي للرطوبة النسبية على منطقة الدراسة

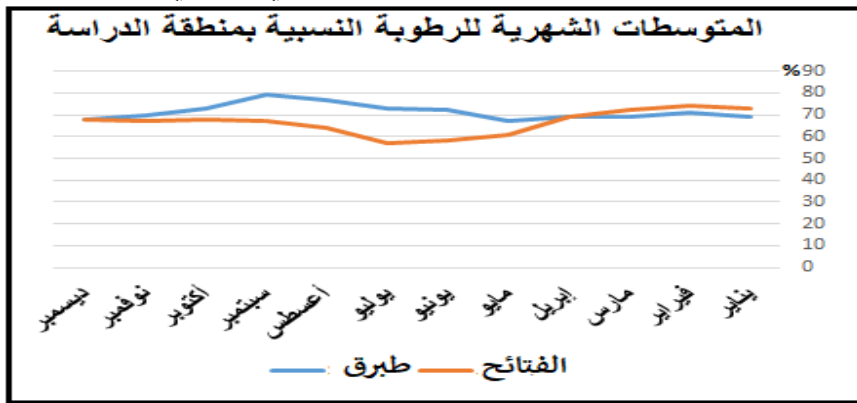
المحطة	المتوسط	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
طبرق	الشهري	69	71	69	67	72	73	77	79	73	70	68
-84م	الفصلي	70	69	76	70	70	70	70	70	70	70	70
الفتاح	الشهري	73	74	72	69	61	58	57	64	67	68	68
-80م	الفصلي	73	73	63	63	63	63	63	63	63	63	63

المصدر: تم الإعداد بناء على البيانات المناخية الصادرة عن المركز الوطني الليبي للأرصاد الجوية، طرابلس، ليبيا 80-2009م.

<https://en.climate-data.org/africa/libya/butnan/tobruk-3459/climate-graph>. (2010-2022)

23 -- أبو راضى، فتحي عبدالعزيز، (2008) المناخ والبيئة ومشكلاتهما المعاصرة، دار المعرفة الجامعية، الإسكندرية، (ص46).

ففي فصل الشتاء تتراوح نسبة الرطوبة في منطقة الدراسة بين 70% في محطة طبرق شرقاً، إلى 73% في محطة الفتائح غرباً ويعود ذلك الى انخفاض درجات الحرارة في هذا الفصل، ويعود ارتفاع درجة الرطوبة في المنطقة الساحلية عنها في المنطقة الداخلية الى وجود مصدر للمياه ألا وهو البحر المتوسط، أما في الربيع تتراوح نسبة الرطوبة بين 69% في محطة طبرق، إلى 63% في محطة الفتائح، وفي الصيف تتراوح نسبة الرطوبة في منطقة الدراسة بين 76% في محطة طبرق، 63% في محطة الفتائح، نلاحظ الانخفاض النسبي للرطوبة غرباً ويعزى ذلك خلال فصل الصيف لعامل الارتفاع، وكذلك طبيعة سطح المنطقة محل الدراسة، وسرعة الرياح الشمالية الشرقية عند هبوبها والانخفاض في درجات الحرارة، فكلها عوامل مجتمعة تساعد على انخفاض الرطوبة النسبية في غرب منطقة الدراسة صيفاً. ويوضح الشكل رقم (16) المتوسطات الشهرية للرطوبة النسبية في محطتي طبرق والفتائح.



الشكل رقم (16) الرطوبة النسبية في منطقة الدراسة

2-4 الضغط الجوي والرياح :

للتعرف على أنظمة الضغط الجوي والرياح السائدة على منطقة الدراسة سوف نتناولها خلال فصول السنة في ضوء المؤثرات الإقليمية من نظم الضغط الجوي.

في فصل الشتاء: تطل منطقة الدراسة بساحل كثير التعرج يبلغ طوله 72 كم، ويبلغ طوله كخط مستقيم 47 كم، والذي يتأثر بنطاق الضغط الأزوري المرتفع المتمركز على المحيط الأطلسي، وكذلك نطاق الضغط المنخفض نسبياً الذي يتشكل في هذا الفصل على حوض البحر المتوسط؛ لدفع مياهه نسبياً عن اليابسة المجاورة له، وهذان النطاقان لنظم الضغط الجوي يتأثران بحركة الشمس الظاهرية؛ لذلك يتحرك نحو الجنوب ليصبح امتداداً ظاهرياً لنطاق الضغط المرتفع الذي يتكون فوق الصحراء الكبرى شمال أفريقيا لذلك تندفع الرياح العكسية فوق البحر دافعة الانخفاضات الجوية الممطرة معها على شمال أفريقيا بما فيها منطقة الدراسة، ويؤدي هبوب هذه الرياح إلى سقوط الأمطار شتاءً بالفترات التي يضعف فيها تأثير الرياح الشمالية والشمالية الشرقية، وتكون منطقة الدراسة خلال شهر يناير تحت تأثير الضغط المرتفع الذي يتراوح بين

1018 - 1020 مليون (24) ويمتد على الصحراء الكبرى ليتصل بنطاق الضغط المرتفع على القارة الآسيوية شرقاً (25) وهذا الوضع لتوزيع الضغط الجوي يؤثر على حركة الرياح وسرعتها واتجاهاتها، وتكون اتجاهات الرياح على منطقة الدراسة خلال شهر ديسمبر جنوبية شرقية - جنوبية غربية، وخلال شهر يناير وفبراير تسود الرياح الشمالية الغربية من خلال محطتي أرصاد طبرق والفتاح، ويوضح الجدول رقم (6) سرعة الرياح واتجاهاتها خلال فصل الشتاء على منطقة الدراسة.

الجدول رقم (6) سرعة الرياح السائدة (عقدة) واتجاهاتها خلال فصل الشتاء

المحطة	ديسمبر		يناير		فبراير		المحصلة
	الاتجاه	السرعة	الاتجاه	السرعة	الاتجاه	السرعة	
طبرق	-170	9.5	-330	9.3	-330	10.1	9.6
-84	190		340		340		-277
2022م							290
الفتاح	-170	9.5	-290	9.3	-290	10.4	9.7
-80	190		300		300		-250
2022م							263

المصدر: تم إعداد الجدول بناء على البيانات المناخية الصادرة عن المركز الوطني للأرصاد الجوية، طرابلس، ليبيا 80-2009م
<https://en.climate-data.org/africa/libya/butnan/tobruk-3459/climate-graph>. (2010-2022)

وبصفة عامة: فإن الرياح السائدة خلال فصل الشتاء تأتي من الاتجاهات الشمالية الغربية بالإضافة إلى الرياح الشمالية الشرقية، وكذلك الانخفاضات الجوية التي تدفعها الرياح الشمالية الغربية من الغرب إلى الشرق، والتي يتباين تأثيرها من حيث العمق وشدة حركة الرياح حول المنخفض، والتي ترتبط بانحدار الضغط حول المركز، وتأثير هذه المنخفضات الجوية يكون أكثر وضوحاً خلال فصل الشتاء على عنصري الأمطار والحرارة.

في فصل الربيع والخريف: تبدأ الحرارة في الارتفاع التدريجي على منطقة الدراسة، مع بدء رحلة الشمس في اتجاه مدار السرطان ومن ثم تتحرك نطاقات الضغط الجوي الأيسلندي المنخفض نحو الشمال، وكذلك الضغط الأزوري المرتفع نحو الشمال الغربي، ويؤدي ذلك إلى ضعف تأثير الرياح الشمالية الشرقية على منطقة الدراسة، وأن الحرارة التي ترتفع تدريجياً تؤثر على اليابسة المجاورة للبحر المتوسط، فتكون اليابسة أكثر حرارة من مياه البحر، ما يؤدي إلى تباين الضغط الجوي المنخفض نسبياً على اليابسة، ويتكون نطاق ضغط مرتفع نسبياً على البحر أمام الساحل الليبي بما يشمل منطقة الدراسة، ما يضعف تأثير الانخفاضات

24 - المركز الوطني الليبي للأرصاد الجوية، بيانات الضغط الجوي محطة طبرق.

25 - علي، مرجع منكور، 2002م، (ص 65).

الجوية الرطبة وتحركها نحو الشمال بعيدا عن الساحل، وذلك يساعد على هبوب الرياح الجنوبية الجافة والحارة في هذا الفصل من الصحراء الكبرى على منطقة الدراسة والساحل الليبي، وهذه الرياح تعرف محليا برياح القبلي، ويزداد التباين بين خصائص الكتل المرتحلة ما يؤدي إلى توالد الانخفاضات الجوية العابرة على البحر المتوسط من الغرب إلى الشرق التي تجذب الرياح الجنوبية وفي مقدمتها رياح القبلي، والانخفاضات الجوية الربيعية تختلف عن الانخفاضات الجوية الشتوية من حيث إقليم المنشأ، لذلك يختلف تأثيرها، فالانخفاضات الربيعية تتكون فوق الصحراء الكبرى وتساعد على هبوب الرياح الحارة والجافة خلال فصل الربيع بين الحين والآخر على منطقة الدراسة، ما يساعد على ارتفاع درجة الحرارة على المناطق التي تهب عليها وهي في الغالب تكون محملة بالأتربة. وهذه الرياح تنشأ نتيجة تكون منخفض جوي حراري فوق الصحراء الكبرى جنوب جبال أطلس في الجزائر، ويتحرك نحو الشرق ببطء شديد، ما يؤدي إلى ارتفاع حرارة رياح القبلي على المناطق التي تهب عليها، وتوجد أيضا حركة للهواء الهابط المرتبط بخلية هادلي، ما يزيد من درجة حرارة رياح القبلي حيث تفوق أحيانا 40°C على المناطق التي تهب عليها، ويكون معدل التسخين الذاتي الجاف (1 درجة سيلسيوس لكل 100 متر) ⁽²⁶⁾، وعادة تهب هذه الرياح في فصل الربيع والخريف. وتعمل رياح القبلي على إثارة الأتربة من وسط الصحراء الليبية الداخلية إلى منطقة الدراسة، ونقلها في اتجاه حوض البحر المتوسط من خلال العواصف الترابية. ويوضح الجدول رقم (7) سرعة الرياح واتجاهاتها خلال فصل الربيع على منطقة الدراسة.

الجدول رقم (7) سرعة الرياح (عقدة) واتجاهاتها خلال فصل الربيع

المحصول	مايو		أبريل		مارس		المحطة
	الاتجاه	السرعة	الاتجاه	السرعة	الاتجاه	السرعة	
340-330 /7.7	-330	7.0	-330	6.7	-330	9.5	طبرق -84 م2022
300-290 /9.7	-290	8.9	-290	10.5	-290	9.8	الفتاح -80 م2022

المصدر: تم الإعداد بناء على البيانات المناخية الصادرة عن المركز الوطني الليبي للأرصاد الجوية، طرابلس ليبيا، 80-2009م. <https://en.climate-data.org/africa/libya/butnan/tobruk-3459/climate-graph>. (2010-2022)

26 - مقيلي، محمد عياد، (1995) المناخ، الجماهيرية دراسة في الجغرافيا، تحرير الهادي مصطفى بولقمة وآخر، الدار الجماهيرية للنشر والتوزيع والإعلان، سرت، ط 1، (ص 187).

في فصل الصيف : تبدأ درجة الحرارة في الارتفاع على منطقة الدراسة لتصل ذروتها خلال شهر أغسطس، ويترتب على ذلك انخفاض الضغط الجوي السائد عليها خلال أشهر الصيف، وتراجع منطقة الضغط الأزوري المرتفع إلى الشمال، ويصبح حوض البحر المتوسط منطقة ضغط مرتفع تندفع منه الرياح الشمالية والشمالية الشرقية الجافة نحو الجنوب إلى الضغط الاستوائي المنخفض في هذا الفصل⁽²⁷⁾ مروراً على منطقة الدراسة، وهذه الرياح تساعد على تلطيف درجة الحرارة صيفاً، كما تؤدي إلى زيادة نسبة الرطوبة بالهواء على سواحل منطقة الدراسة خلال أشهر الصيف، كلها عوامل مجتمعة تساعد على عدم تكاثف السحب الممطرة صيفاً على منطقة الدراسة،

الجدول رقم (8) سرعة الرياح (عقدة) واتجاهاتها خلال فصل الصيف

المحطة	أغسطس		يوليو		يونيو		المحطة
	الاتجاه	السرعة	الاتجاه	السرعة	الاتجاه	السرعة	
343-010 /9.9	-330	10.3	-330	10.6	-010	8.8	طبرق -84 م2022
	340		340		350		
333-323/12.2	-330	12.4	-310	13.0	-330	11.3	الفتاح -80 م2022
	340		320		340		

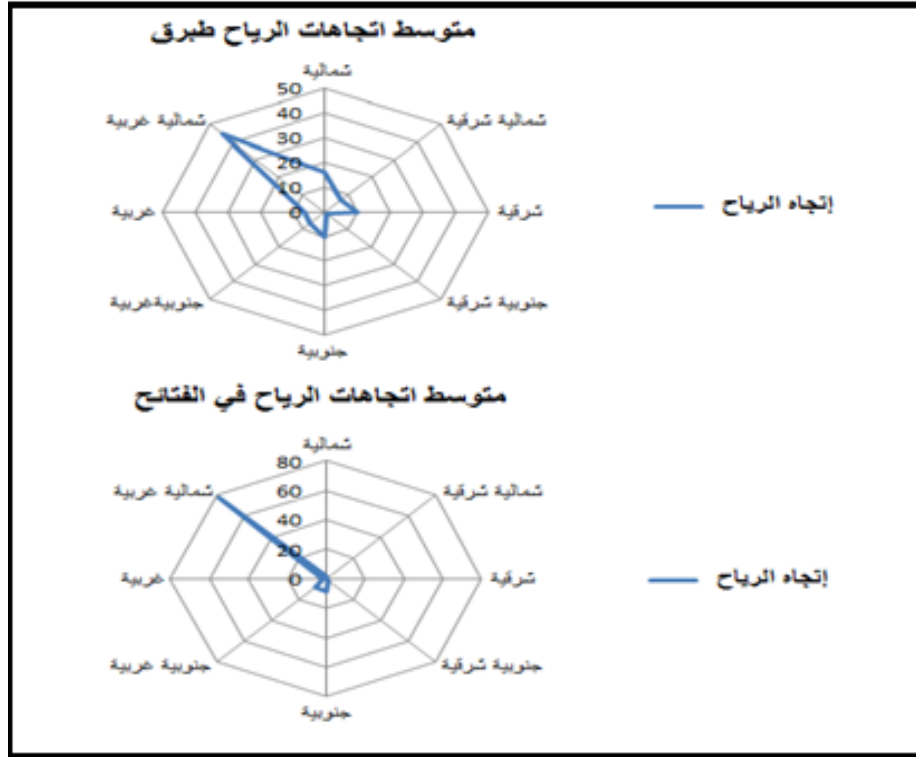
المصدر: تم الإعداد بناء على البيانات المناخية الصادرة عن المركز الوطني الليبي للأرصاد الجوية، طرابلس ليبيا، 80-2009م. <https://en.climate-data.org/africa/libya/butnan/tobruk-3459/climate-graph>. (2010-2022)

وبناء على البيانات المناخية التي توضح تكرار اتجاهات الرياح خلال أشهر السنة في محطة طبرق تأتي الرياح الشمالية الغربية أكثر تكراراً، ثم تليها الرياح الشمالية، ثم الرياح الجنوبية، ونجد في محطة الفتاح الرياح الشمالية الغربية هي الأكثر تكراراً، وتأتي بعدها الرياح الجنوبية الغربية، ويوضح الشكل رقم (17) متوسط تكرار اتجاهات الرياح السائد على منطقة الدراسة من خلال محطات الرصد الجوي المتاحة، ومن خلال الشكل يتضح لنا أن الرياح الشمالية الغربية هي الأكثر تكراراً على مدار السنة بمنطقة الدراسة.

وتعد الرياح من العوامل المؤثرة في تشكيل أسطح السبخات وتطورها لما تقوم به من عمليات نقل وإرساب للرواسب الرملية الساحلية المفككة من خط الشاطئ ودفعها على أسطح السبخات مما يعمل على رفع مناسيبها وطمرها، كما تعمل الرياح على تدرية رواسب أسطح السبخات الغنية بالأملاح؛ مما يساعد على تنشيط عمليات التجوية الكيميائية

27 - **الجوهري، يسري، (1981) الجغرافيا المناخية، الهيئة العامة للكتاب، الإسكندرية، (ص 137).**

في المناطق المجاورة للسبخات بالإضافة الى سرعة الرياح وتأثيرها على ارتفاع الأمواج وطغيانها على الأراضي الشاطئية المنخفضة (28).



المصدر من إعداد الباحث بناء على بيانات الأرصاد الجوية طرابلس ليبيا.
الشكل رقم: (17) اتجاهات الرياح السائدة على منطقة الدراسة

2. 5 الأمطار:

تعد الأمطار من العوامل المناخية المؤثرة بصورة مباشرة وغير مباشرة في تكون السبخات بمنطقة الدراسة، وتسقط الأمطار شتاءً بسبب المنخفضات المتوسطة، والجبهات الباردة التي ترافقها، ومعظم الأمطار التي تسقط على منطقة الدراسة هي من النوع الإعصاري، وتتسم بالفجائية والتركيز معاً. ويوضح الجدول رقم (9) المعدلات السنوية للأمطار على منطقة الدراسة.

28 - التهامي ، محمد أحمد (2012) السبخات غرب ميناء دمياط حتى مدينة جمصة - دراسة جيومورفولوجية باستخدام نظم المعلومات الجغرافية والاستشعار عن بعد، المجلة العلمية لكلية الآداب - جامعة دمياط ، المجلد الثاني، (ص 843).

الجدول رقم (9) المعدلات السنوية للأمطار على منطقة الدراسة

الخطة	مجموع الأمطار السنوي ملم	عدد الأيام الممطرة	كثافة الأمطار (ملم/يوم)
طبرق 2022-84	176.3	31	5.7
التميمي 1990-58	87.3	13	6.7
الفتاح 2022-80	343.4	57	6.0

المصدر: تم الإعداد بناء على البيانات المناخية الصادرة عن المركز الوطني الليبي للأرصاد الجوية، طرابلس، ليبيا، 2009-84
<https://en.climate-data.org/africa/libya/butnan/tobruk-3459/climate-graph>. (2010-2022)

يمكن التوصل من خلال الجدول إلى المعدل السنوي العام للأمطار على منطقة الدراسة، والذي يبلغ 197.5 ملم /سنة، وهذه الكمية متباينة من سنة إلى أخرى، ومن مكان إلى آخر وفقا لنشاط الانخفاضات الجوية مصدر معظم الأمطار التي تسقط على منطقة الدراسة، وهذا المعدل يقل عن الحد الفاصل بين الأقاليم الجافة والرطبة (250ملم/سنة). وغالبا هذه الأمطار تصاحبها عواصف رعدية وبرق، لكنها لا تستمر كثيرا فقد تكون عدة دقائق خلال اليوم، وتتراوح عدد الأيام الممطرة على منطقة الدراسة بين: 13-57 يوماً ممطراً، وعند تقسيم كمية الأمطار السنوية على عدد الأيام الممطرة نحصل على متوسط كمية الأمطار خلال اليوم (ملم/يوم)، وهي نسب مرتفعة وفق الجدول أعلاه، وقد تسبب بعض المشاكل الطبيعية كعامل هدم ونقل وبناء، وتتعرض الأمطار إلى تبدلات فصلية وسنوية، وليس غريبا أن يسقط أكثر من 50% من معدل الأمطار السنوية خلال يوم أو يومين من عاصفة واحدة، فقد بلغت كمية الأمطار الساقطة على مدينة طبرق عام 2008م سجلت أكبر كمية سقطت خلال يوم واحد 36ملم /يوم خلال شهر أكتوبر، وهذه الكمية تعادل 25.68% من مجموع أمطار تلك السنة، وسجلت محطة التميمي عام 1933م خلال شهر فبراير 40 ملم/يوم، وهذه الكمية تعادل 50% من إجمالي الأمطار التي سقطت في تلك السنة والبالغة 80 ملم /سنة، وسجلت محطة الفتاح خلال شهر يناير 1990م خلال يوم واحد 196ملم، وهذه الكمية تعادل 50.42% من مجموع الأمطار في تلك السنة والبالغ 388.7 ملم /سنة، ومن هنا تبرز أهمية دراسة تركيز الأمطار وأثرها كعامل جيومورفولوجي مؤثر على نشأة وتكون السبخات.

فاعلية الأمطار :

إن تحديد القيمة الفعلية لمعدلات سقوط الأمطار له أهمية كبيرة؛ لتحقيق الاستفادة القصوى من الأمطار الساقطة على سطح الأرض، حيث يفقد منها الكثير عن طريق التبخر والجريان السطحي والتسرب إلى طبقات الأرض، وقد حاول الكثير من علماء المناخ إيجاد طرق رياضية لتقدير القيمة الفعلية للأمطار ومنهم ديمارتون الفرنسي،

وفلاديمير كين الألماني، وعبد العزيز طريح شرف وغيرهم، ويمكن تطبيق المعادلة الآتية لمعرفة فاعلية الأمطار ومدى الاستفادة منها (29).

القيمة الفعلية للأمطار = كمية الأمطار السنوية ملم/المتوسط السنوي للحرارة + 9

وعند تطبيق هذه المعادلة على هضبة البطنان تكون النتيجة كما يلي :

القيمة الفعلية للأمطار = $9 + 10.6 = 9 + 19.05 \div 202.3 = 19.6$

ويعني ذلك فقدان ما قيمته: 80.4 % من مجموع الأمطار التي تسقط على منطقة الدراسة عن طريق التبخر بالدرجة الأولى.

تصنيف المناخ السائد على منطقة الدراسة :

اهتم العديد من الجغرافيين بمعرفة القيمة الفعلية للأمطار، وكيفية حسابها؛ لأهميتها في التصنيفات المناخية، وقد قام إيمانويل دي مارتون الفرنسي عند تقسيمه للأقاليم المناخية والنباتية في العالم بالاعتماد على عنصري الحرارة والأمطار، للتمييز بين المناخ الرطب والجاف، حيث قام بصياغة المعادلة الآتية :

$$\text{معامل الجفاف} = \frac{\text{معدل الأمطار السنوي ملم}}{\text{متوسط الحرارة السنوي مئوي} + 10} + \frac{12 \times \text{متوسط كمية الأمطار الشهري}}{\text{متوسط حرارة أجف الشهور} + 10}$$

والناتج يقسم على (2). ووفقاً لتصنيف دي مارتون لتصنيف الأقاليم المناخية والنباتية المناخ الجاف يكون أقل من القيمة (5) وشبه الجاف تتراوح القيمة بين (5-10) وشبه الرطب تتراوح القيمة بين (10-20) (30). ويمكن من خلال ما سبق تصنيف المناخ السائد على منطقة الدراسة كما بالجدول رقم (10).

الجدول رقم (10) تصنيف المناخ على منطقة الدراسة وفق تصنيف دي مارتون

المحطة	معدل الأمطار السنوي ملم	متوسط الحرارة السنوي سيلسيوس	معامل الجفاف	نوع المناخ	الغطاء النباتي الطبيعي
طبرق	176.3	20.1	5.8	شبه جاف	أعشاب فقيرة
التميمي	87.3	19.1	7.9	شبه جاف	أعشاب فقيرة
الفتاح	343.4	18.3	12.1	شبه رطب	استبس
المتوسط	202.3	19.2	8.6	شبه جاف	أعشاب فقيرة

المصدر: تم الإعداد بناء على البيانات الصادرة من المركز الوطني الليبي للأرصاد الجوية، طرابلس، ليبيا.

29 - شرف، عبدالعزيز طريح، (1963) جغرافية ليبيا، مؤسسة الثقافة الجامعية، الإسكندرية، (ص224).

30 - أبوراضى، فتحي عبدالعزيز (2004) أسس الجغرافية المناخية والنباتية، ط1، دار النهضة العربية، بيروت، (ص352).

يتبين من خلال الجدول إلى أن منطقة الدراسة يسود عليها مناخ شبه جاف وفق محطة طبرق والتميمي، في حين شمال غرب منطقة الدراسة يسود عليها مناخ شبه رطب من خلال محطة الفتائح، والجفاف هو محصلة العلاقة بين الأمطار والحرارة والتبخر، وتذبذب الأمطار من سنة إلى أخرى إلى جانب طول فترة الجفاف خلال السنة يؤدي ذلك إلى ارتفاع معدلات التبخر، والذي بدوره يؤثر في نشأة والسبخات وتطورها.

ويمكن القول إن العوامل المناخية من مياه الأمطار، ودرجات الحرارة، ونسبة الرطوبة، والرياح السائدة، تعتبر من أهم العوامل المؤثرة في تكوين السبخات من حيث الفرق بين كمية المياه المرتفعة إلى سطحها بفعل الخاصية الشعرية و بين كمية المياه المتبخرة من هذا السطح حيث يعتمد ذلك على الظروف المناخية لمنطقة السبخة. وتعد مياه الأمطار أحد المصادر الرئيسية الثلاثة التي تمد السبخات بالمياه إلى جانب المياه

الجوفية ومياه البحار المتحركة إلى مناطق السبخات الساحلية. وتؤثر مياه الأمطار على السبخات عن طريق إذابة بعض الأملاح المترسبة على السطح بفعل التبخر، كما تعمل على تخفيض تركيز ملوحة مياه السبخة المركزة، بالإضافة إلى رفعها لمستوى المياه الجوفية⁽³¹⁾، وتلعب درجة الحرارة دوراً مهماً في عملية تبخر المياه من السبخات وترسيب مختلف أنواع الأملاح الموجودة بها. وتتحكم نسبة الرطوبة في عملية ترسيب المعادن في مياه السبخات العالية الملوحة. ويتضح مما سبق أن مجموعة من الخصائص الطبيعية تعاونت وأعطت للسبخات خصائص مميزة أثرت في خصائصها المورفومترية بشكل كبير لكون منطقة الدراسة شبه جافة مما أثر في ظاهراتها الجيومورفولوجية، وخاصة المرتبطة بالسبخات وخط الشاطئ.

3- العوامل البحرية:

تعد العوامل البحرية من حركة الأمواج وعمليات المد والجزر والتيارات البحرية من العوامل الهامة المؤثرة في تكوين السبخات، لتأثيرها على نقل الرواسب وإعادة توزيعها وتشكيل طبقاتها خاصة وأن منطقة الدراسة يبلغ طول سواحلها المتعرجة 72 كم، وتتراوح درجة ملوحة المياه في البحر المتوسط ما بين 37 في الألف إلى 39 في الألف (بين الصيف والشتاء) لكونه مسطح مائي شبه مغلق، وتعد هذه النسبة متوسط عام يراوح بين الزيادة والنقصان؛ وفق العوامل التي تؤثر في تركيز الأملاح في الطبقة السطحية من مياه البحر⁽³²⁾، وأهمها معدلات التبخر والتساقط، والتدفق النهري، والتيارات البحرية. ومن خلال معرفة اتجاهات الرياح السائدة خلال فصول السنة على سواحل منطقة الدراسة يمكن تحديد اتجاهات الأمواج على خط الساحل والتي بدورها تؤثر على اتجاهات الأمواج التي ترتطم بساحل

³¹ - المهديب، عبدالله بن إبراهيم (2002) تربة السبخة في المملكة السعودية خواصها وطرف معالجتها، مجلة جامعة الملك عبدالعزيز للعلوم الهندسية، المجلد الرابع، العدد الثاني، (ص 37).

³² - وكالة البيئة الأوروبية، الأمم المتحدة، (2006) القضايا البيئية ذات الأولوية في منطقة البحر المتوسط، تقرير رقم 4، كوبنهاجن، الدنمارك (ص 10).

منطقة الدراسة خلال فصول السنة، وتتوقف سرعة الأمواج وأحجامها على عدة عوامل أهمها: سرعة الرياح واتجاهاتها، وطول فترة هبوبها، واتساع المسطح المائي، والعمق، ودرجة حرارة المياه، ومعدل الملوحة المائية. ومن خلال اتجاهات الرياح يمكن تحديد اتجاهات الأمواج السائدة خلال فصول السنة المختلفة، وكما ذكر سابقاً عند دراسة الرياح وتسود الاتجاهات الشمالية الغربية والشمالية الشرقية على الساحل في أغلب فصول السنة، وهي أكثر تأثيراً على الساحل، ومع الاقتراب من الشاطئ، ونقص عمق المياه، تقل سرعة الأمواج وتتكرر بسبب احتكاك جزئيات مياهها بقاع الشاطئ، وهنا يتضح دور رياح العواصف في زيادة سرعة الأمواج بالقرب من الشاطئ، ويتعرض ساحل منطقة الدراسة للعديد من العواصف البحرية على مدار السنة، وتتراوح سرعة العواصف التي يتعرض لها الساحل ما بين: 25-46 ميلاً/ساعة وهي في معظمها ذات اتجاه شمالي غربي خلال فصل الشتاء والربيع، وشمالي شرقي في فصل الصيف، وتعمل هذه العواصف على زيادة سرعة الأمواج وطاقتها على خط الساحل في أثناء فترات هبوبها⁽³³⁾ خاصة المنطقة الممتدة من خليج عين الغزالة وحتى خليج البمبا. والاتجاهات الشمالية الشرقية خلال فصل الصيف تكون عمودية على خط ساحل منطقة الدراسة، بينما الأمواج الشمالية الغربية الأكثر تكراراً على مدار السنة تكون موازية لخط الساحل، وتأثير الأمواج على السبخات يكون ذو أثر فعال خلال ظروف الطقس المضطربة والإنخفاضات الجوية العنيفة التي يتعرض لها ساحل منطقة الدراسة مما يؤدي إلى المد العالي.

تتحرك التيارات البحرية القادمة من المحيط الأطلسي أمام السواحل البحرية الليبية، وتمثل الحركة التبادلية بين مياه المحيط الأطلسي والبحر المتوسط نموذجاً لتبادل المياه بين المحيطات والبحار شبه المغلقة في نطاق الأقاليم الجافة وشبه الجافة، حيث تزداد نسبة الفاقد المائي والتبخر، ما يؤدي إلى ارتفاع درجة الملوحة، فتكون الحركة التبادلية للمياه بين المسطحين المائيين لتعويض الفاقد الذي ينتج عن طريق التبخر الشديد، وندرة المياه المكتسبة بفعل التساقط، فضلاً عن قلة الأنهار التي تصب في البحر المتوسط، فتأتي التيارات أمام السواحل الليبية بسبب تباين درجة الملوحة والحرارة والتي تزداد في البحر المتوسط؛ لصغر هذا المسطح المائي والمؤثرات المناخية السائدة، وندرة المياه المكتسبة من المجاري المائية الدائمة الجريان لتعويض الفاقد المائي الناتج عن ارتفاع معدلات التبخر؛ لذلك تسير التيارات المائية أمام الساحل الجنوبي للبحر المتوسط والتي تمثل منطقة الدراسة جزءاً منه بعمق يتراوح ما بين: 50-100م، من الغرب إلى الشرق وبسرعة: 5كم/ساعة⁽³⁴⁾ حتى تصل إلى سواحل آسيا، مروراً بساحل منطقة الدراسة ويكون موازي للساحل، وتأثير التيارات البحرية على ساحل منطقة الدراسة محدود، وتكون محملة بالرواسب التي نقلت من

33 - الضراط، علاء جابر فتح الله (2023) تأثير حركة المياه الساحلية على ساحل منطقة طبرق شمال شرق ليبيا، دراسة في الجيومورفولوجيا، مجلة ليبيا للدراسات الجغرافية، تصدر عن الجمعية الجغرافية الليبية المنطقة الوسطى، العدد الرابع يناير، (ص 51-54).

34 -- فايد، يوسف عبد المجيد، محسوب، محمد صبري، (1993) جغرافية البحار والمحيطات، دار الثقافة للنشر والتوزيع، القاهرة، (ص 143).

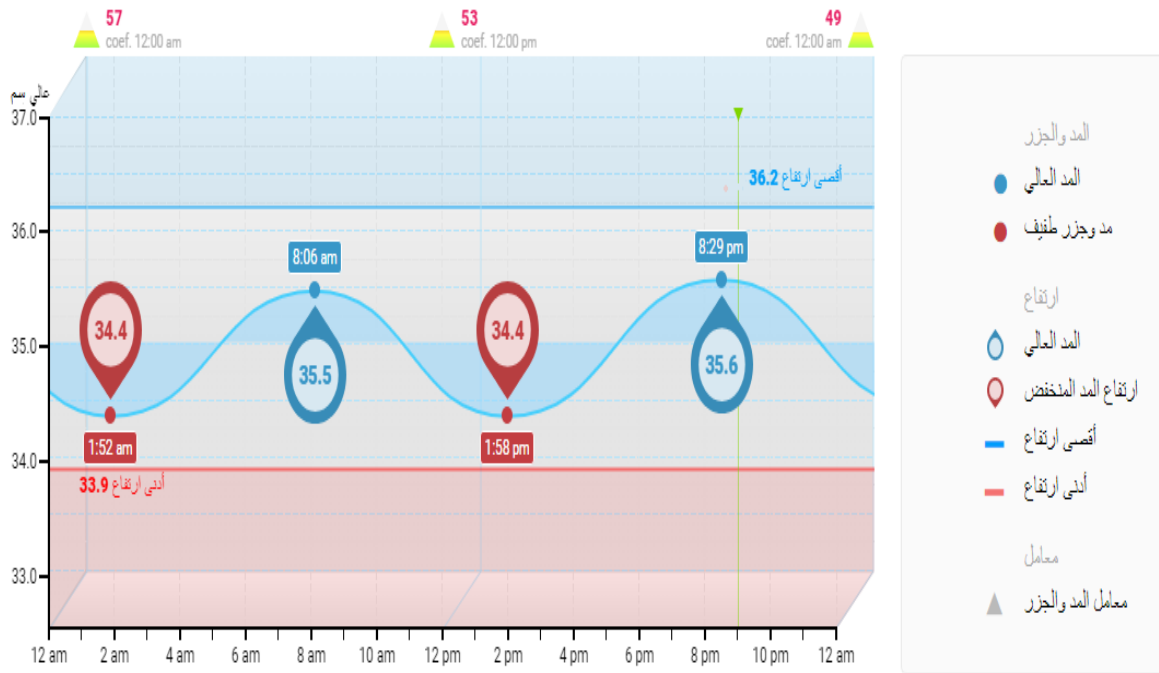
سواحل الجبل الأخضر الواقع إلى الغرب من منطقة الدراسة، وتتخلص التيارات البحرية من جزء كبير من حملتها على سواحل منطقة الدراسة وخاصة عند خليج البمبا وخليج عين الغزالة ومناطق التداخلات البحرية في اليابس عند مصبات الأودية الساحلية؛ ويعزى هذا الإرساب إلى بطء التيارات البحرية بصفة عامة، وضحولة السواحل، وتكون حركة الأمواج صيفاً عمودية على خط الساحل.

ويعد المدّ والجزر النصف يومي أكثر الأنواع حدوثاً، ويتأثر نظام المدّ والجزر بالإضافة إلى تأثير القمر بعدة عوامل أخرى أهمها: مورفولوجية السواحل، واتساع المسطحات المائية، وعمق المياه بها، وتوزيع اليابسة والماء، وسرعة الرياح واتجاهاتها، وتباين خصائص المياه البحرية⁽³⁵⁾. فكلها عوامل مجتمعة تؤثر على عملية المدّ والجزر واختلافها من مسطح مائي إلى آخر، ونجد البحر المتوسط أقل تأثراً بعمليات المدّ والجزر؛ حيث يعد من البحار القارية، ويسوده نظام المدّ والجزر النصف يومي، ولا يكاد يصل ارتفاع المدّ به: 40سم في المتوسط⁽³⁶⁾ يتأثر ساحل منطقة الدراسة بنظام المدّ والجزر النصف يومي ويبلغ في المتوسط: 30سم⁽³⁷⁾، ويختلف تأثير عملية المدّ والجزر من موضع لآخر وفق طبيعة خط الساحل وتكويناته، وتباينة من وقت لآخر خلال اليوم الواحد. ويوضح الشكل رقم (18) المدّ والجزر على ساحل منطقة الدراسة.

35 - أبولقمة، الهادي، الأور، محمد علي، (1993) الجغرافيا البحرية، ط 1، الدار الجماهيرية للنشر والتوزيع والإعلان، مصراته، ليبيا، (ص 87-88).

36 - أبوالغنين، حسن سيد أحمد، (1989) جغرافية البحار والمحيطات، ط 8، مؤسسة الثقافة الجامعية، الإسكندرية (ص 232).

37 - الضراط، مرجع مذكور، 2023، (ص 65).



المصدر تم الإعداد بناء على: https://almdawaaljazer.com/ly/libya/tubruq#_weather

الشكل رقم (18) المدّ والجزر بمنطقة الدراسة

ويتضح من خلال متوسطات المدّ والجزر على ساحل منطقة الدراسة، يكون المدّ العالي عند الساعة 8:30 صباحاً، وكذلك 8:30 مساءً، وأقصى جزر يكون عند الساعة الثانية صباحاً والثانية بعد الظهر، وتأتي هذه الظاهرة الطبيعية نتيجة طبيعية لثلاثة عوامل رئيسية وهي جاذبية القمر الأكثر تأثيراً وجاذبية الشمس وأيضاً حركة دوران الأرض حول محورها. وينتج عن عمليتي المدّ والجزر عدة فوائد، تغذية السبخات الساحلية أحياناً بمياه البحر خلال المدّ العالي، وتنظيف الشواطئ من الشوائب في حالة الجزر.

خامساً الخصائص الطبيعية والكيميائية لرواسب السبخات:

1- الخصائص الطبيعية:

تتكون رواسب السبخات في العادة من الرواسب البحرية التي تجلبها أمواج العواصف البحرية التي يتعرض لها خط الساحل في فصل الشتاء، وكذلك الرواسب القارية عن طريق الرياح والمياه الجارية المحملة بالمفتتات المختلفة من الطين والطيني عن طريق الأمطار الفصلية، والتي تنحدر من المنحدرات والأودية الساحلية ويتم إرسابها بهذه السبخات. بهدف بيان توزيع أحجام الحبيبات وتصنيفها؛ للوصول إلى إظهار خصائصها والتعرف على مصدرها ووسائل نقلها وطبيعة إرسابها. ويوضح الجدول رقم (11) نسب التحليل الحجمي لرواسب السبخات الساحلية.

الجدول رقم (11) نسب الحصى والرمل والطين في رواسب السبخات الساحلية

م	السبخة	الحصى %	الرمل %	الطين %
1	العلبة/ عين الغزالة	2.57	91.87	5.56
2	الخروبة/ عين الغزالة	2.13	92.06	5.81
3	بوالفرائس	1.77	90.19	8.04
4	القصباية	-	92.80	7.20
5	التميمي	4.07	90.67	5.26
6	العين	2.87	93.10	4.03
	المجموع	13.41	550.69	35.9
	المتوسط	2.24	91.78	5.98

المصدر: من إعداد الباحث بناء على نتائج التحليل الميكانيكي لرواسب السبخات 2023م.

و يتضح من خلال الجدول رقم (11) أن نسبة رواسب السبخات على ساحل منطقة الدراسة، وقد تبين من خلال نتائج التحليل الحجمي للرواسب التي أخذت من أعماق مختلفة، سطحية وحتى منسوب الماء الأرضي، تتكون الرواسب من ثلاث فئات رئيسية وهي: الحصى، والرمل بأحجامه المختلفة، والطين بنسب متفاوتة، وكانت نسبة الرمل الأعلى في جميع العينات؛ ويرجع ذلك لقرب السبخات من الكثبان الرملية الشاطئية وبعض الغطاءات الرملية الخشنة نسبياً حول تلك السبخات، أما عن نسبة الحصى فهي متباينة أيضاً من حيث العينات والأعماق، وفي الغالب تقل نسبة الحصى في معظم العينات مع العمق، وهي مفتتات تحملها المياه الجارية أثناء سقوط الأمطار بمجري الأودية الساحلية التي تصب في هذه السبخات، وهي رواسب قارية، بينما نسبة الطين تقل في الطبقات السطحية وتزداد مع العمق، وهي أيضاً رواسب مائية من مجاري الأودية التي تصب في هذه السبخات. و يوضح الجدول رقم (12) التحليل الحجمي لرواسب السبخات الساحلية في منطقة الدراسة .

الجدول رقم (12) التحليل الحجمي لرواسب السبخات الساحلية

م	أسم السبخة	العمق سم	النسب المئوية للحجم (ملم)					
			حصى	رمل خشن جدا	رمل خشن	رمل متوسط		
			4-2					
				2-1	1-0.5	-0.25	0.125	-0.125
						0.5	0.062	0.062
1	العلبة	3-0	4.30	10.40	16.30	46.50	12.60	7.40
	عين الغزالة	-3 30	1.20	6.30	19.00	29.50	25.00	13.00

8.2	15.00	21.40	27.60	16.50	9.10	2.20	-30 60		
5.56	11.80	19.67	34.53	17.27	8.60	2.57	المتوسط		
4.50	7.00	8.00	47.30	24.20	7.50	1.50	0-9	الخروية عين الغزالة	2
8.90	18.60	11.20	16.20	19.40	22.40	3.30	9- 27		
4.00	19.20	17.10	31.60	23.40	3.10	1.6	27- 63		
5.81	14.93	12.10	31.70	22.33	11.00	2.13	المتوسط		
5.40	7.50	6.40	46.30	23.20	9.40	1.80	8-0	بوالفرانس	3
10.5	16.50	9.60	17.70	20.00	22.20	3.50	-8 32		
8.20	15.40	16.30	33.00	23.50	3.60	-	-32 64		
8.04	13.13	10.77	32.33	22.23	11.73	1.77	المتوسط		
2.20	11.10	22.70	24.30	26.20	13.50	-	-0 10	القصبائية	4
5.40	13.50	26.00	24.50	17.60	13.00	-	-10 20		
14.00	13.30	14.80	20.40	18.50	19.00	-	20- 50		
7.20	12.63	21.17	23.06	20.77	15.17	-	المتوسط		
2.5	6.00	45.20	32.90	9.10	1.60	2.70	6-0	التميمي	5
3.00	5.10	14.20	19.80	23.90	25.60	8.40	-6 30		
3.00	7.00	11.7	18.70	19.90	27.60	12.10	-30 60		
2.83	6.03	23.7	23.81	17.63	18.27	7.73	المتوسط		
1.30	2.30	38.90	21.20	14.00	13.00	9.30	2-0	العين	6
6.00	42.70	27.20	13.50	6.60	2.30	1.70	-2 20		
8.50	43.6	25.30	8.30	5.70	7.40	1.20	-20 50		

5.26	29.53	30.47	14.33	8.77	7.57	4.07	المتوسط
34.7	88.05	117.88	159.76	109	72.34	18.27	المجموع
5.78	14.68	19.65	26.63	18.17	12.05	3.04	المتوسط

المصدر: تم إجراء التحليل الميكانيكي بمعرفة الباحث بالمعمل المركزي للتحاليل بجامعة عين شمس/ كلية العلوم/ القاهرة، فبراير 2023

ومن خلال الجدول نلاحظ ما يلي :

- أن نسبة الحصى والرمل والطين متباينة من حيث العينات والعمق، ونلاحظ على سبيل المثال أختفاء الحصى في سبخة القصبائية، بينما تزداد نسبة الطين بها مع العمق؛ لأن معظم رواسب هذه السبخة محلية، وتتكون في الغالب إما عن طريق أمواج العواصف، أو عن طريق رواسب الأودية الدقيقة التي تترسب بها؛ لانخفاض طبوغرافية سطحها، والذي يؤدي بدوره إلى انخفاض سرعة جريان المياه، ويترتب عليه إرساب الرواسب الدقيقة بها .
- بلغت نسبة الرواسب الناعمة والناعمة جدا والطين في إجمالي العينات: 40.11%، بينما بلغت الرواسب المتوسطة: 26.63%، وبلغت الرواسب الخشنة والخشنة جدا: 30.22%، والحصى حوالي: 3.04%، ونسبة الرواسب الناعمة هي الأعلى في معظم السبخات؛ لاستواء سطحها الذي بدوره يساعد على عمليات الإرساب بها.

يشير التباين في تنوع حجم المواد المكونة لطبقات رواسب السبخات الى عدة أسباب أهمها التكوينات الجيولوجية القريبة والتي اشتقت منها، بالإضافة الى اختلاف طاقة الترسيب واختلاف العوامل والعمليات ما بين الارساب البحرية وحركة الرياح على السطح والاختلاف في البيئة المحلية التي تم فيها الترسيب.

2- الخصائص الكيميائية:

يعد التركيب الكيميائي لمياه السبخات العالية الملوحة عاملاً أساسياً في تكوينها. فنسبة ملوحة مياه البحر المتوسط تتراوح بين 37 في الألف - 39 في الألف بينما تتراوح نسبة الأملاح في مياه السبخات الممتدة على طول ساحل منطقة الدراسة بين 37% و 60% علماً بأن مياه البحر المتوسط تعتبر من المصادر الأساسية لمياه هذه السبخات، ووجد أن تركيز أملاح الصوديوم والكلوريد في مياه السبخات الساحلية على شاطئ منطقة الدراسة حوالي أضعاف تركيزها في مياه البحر المتوسط.

وتهدف دراسة الخصائص الكيميائية للسبخات إلى إمكانية تقييم نسب المكونات الرئيسية للرواسب من خلال معرفة خصائصها الكيميائية والتعرف على أصل مصادرها. ويتحكم التركيب الكيميائي للتربة نفسها في خصائص وصفات

السبخات عموماً، حيث تتكون السبخة من الرواسب البحرية بواسطة عمليات المد والجزر وحركة الرياح، أو تتكون السبخات من الرمل الجيري بفعل الرياح القارية، ويمكن تقسيم المعادن المكونة للتربة للسبخات إلى قسمين (38) هما: أ- المعادن الناشئة من التبخر كمعدن الأراجونايت (CaCO_3) الذي يترسب في بدايات تركيز المياه المالحة في رسوبيات السبخة وكذلك على سطحها؛ ومعدن الجبس ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) الذي يعتبر أكثر معادن التبخر شيوعاً في السبخات ويتكون كبلورات متغيرة الحجم والشكل في رسوبياتها ونادراً ما يتكون على السطح؛ ومعدن الإنهيدرايت (CaSO_4) الذي يترسب تحت سطح السبخات كبلورات مختلفة الحجم والشكل؛ ومعدن الهاليت (NaCl) الذي يترسب على السطح وتبلغ سماكته عدة سنتيمترات؛ ومعدن

السليستات (SrSO_4) الذي يعتبر معدناً ثانوياً يرتبط بمعدن الجبس وكذلك بعض المعادن الثانوية الأخرى (39). ب- المعادن الناشئة من التفاعل بين مياه السبخة والرسوبيات : كمعدن الدولومايت ($\text{Ca Mg}(\text{CO}_3)_2$) والذي يتكون في الرسوبيات التي تحتوي على بلورات كثيرة من الجبس، فعندما تترسب معادن الجبس والأراجونايت والإنهيدرايت فإن نسبة الماغنسيوم إلى الكالسيوم في مياه السبخة تزداد وعندما تصل هذه النسبة إلى 10 يتكون معدن الدولومايت من معدن الأراجونايت (40) وكذلك معدن المغنيسيت (MgCO_3) يتكون من كربونات المغنيسيوم MgCO_3 وهو معدن واسع الانتشار وينتمي إلى فصيلة معادن الكربونات الذي يتكون في الرسوبيات التي يكون تركيز المغنيسيوم في مياه السبخة عالياً حيث يتكون من تفاعل الماغنسيوم مع الدولومايت (41). يوضح الجدول رقم (13) نتائج التحليل الكيميائي لعينات السبخات.

38 - **Bush, P.(1973)** " Some Aspects of the Digenetic History of the Sebkhah in Abu Dhabi, Persian Gulf" in: Purser, B.H., The Persian Gulf, Springer-Verlag, Austria,(P.402).

39 - المهيدب، 2002، مرجع مذكور (ص 39).

40 - **Aiban, S.A, AL-Abdul Wahhab, H.I. And AL-Amoudi, O.S.B., (1999)** "Identification Evaluation and Improvement of Eastern Saudi Soils for constructional purposes", Final report project No. AR-14-61, King Abdul-Aziz City for Science and Technology, Riyadh, Saudi Arabia,(P.23).

41 - المهيدب، 2002، مرجع مذكور (ص 39).

الجدول رقم (13) نتائج التحليل الكيميائي لمياه السبخات بمنطقة الدراسة

تم تحليل العينات بالمعمل المركزي للتحاليل بجامعة عين شمس/ كلية العلوم/ القاهرة، فبراير 2023

يتضح من خلال الجدول ما يلي:

- 1- ارتفاع نسبة الصوديوم في معظم العينات بمتوسط عام 94.23 ملي مكافئ/لتر، ويرجع ذلك لتأثير المياه البحرية، والماء الأرضي بالسبخات، إلى جانب ارتفاع الحرارة صيفاً؛ كلها عوامل مجتمعة تؤدي إلى اتحاد عنصر الصوديوم مع عنصر الكلوريد.
- 2- ترتفع نسبة عنصر الكالسيوم في عينات السبخات وبلغ متوسطها 13.65 ملي مكافئ/لتر، ويرجع ذلك لتأثير البنية الجيولوجية لمنطقة السبخات والتي في مجملها صخور جيرية؛ ما أدى إلى بيئة ترسيب غنية بعنصر الكالسيوم.
- 3- أما عن باقي الأملاح فكانت بسبب ضئيلة متفاوتة بين العينات مثل الكبريتات ويرجع ذلك لتوفر عنصر الكبريت بصخور منطقة الدراسة بنسب قليلة ويزوب بالمياه الجارية عقب سقوط الأمطار، وبعد تبخر المياه الغنية بالكبريت تترسب الكبريتات على سطح السبخات.

الرقم	العينه	الكاتيونات ملليمكافئ / لتر			الأنيونات ملليمكافئ / لتر			التوصيل الكهربائي ملي سيمنز m S	الأس الهيدروجيني PH
		بوتاسيوم	صوديوم	ماغنسيوم	كالسيوم	كبريتات	كلوريدات		
1	العليه	3.06	78.8	10.2	1.45	5.45	157.2	0.078	7.9
2	الخروية	-	58	2.58	1.12	3.78	38.55	0.23	7.6
3	بوالفرانس	0.14	135	7.12	26.2	3.61	63.3	0.08	8.1
4	القصباية	0.2	97.2	1.72	14.7	4.62	97.88	0.31	8.3
5	التميمي	0.08	129	1.44	17.2	4.37	89.23	0.04	8.8
6	العين	0.43	67.4	4.38	21.24	2.39	65.56	0.09	7.8
	المتوسط	0.65	94.23	4.57	13.65	4.04	85.29	0.14	8.1
									9

ونجد بصفة عامة المحتوى الكيميائي لعينات مياه السبخات سيادة الكاتيون من صوديوم ثم الكالسيوم والماغنسيوم واخيراً البوتاسيوم، ويسود الأنيونات الكلوريدات ثم الكبريتات ثم البيكربونات، ويعكس هذا التركيب الكيميائي لمياه السبخات بمنطقة الدراسة زيادة الكلوريدات وعنصر الصوديوم حيث بلغ متوسط الأس الهيدروجيني (PH) 8.1 ووفقاً لمقياس الأس الهيدروجيني للعينات (يعني أنه عند قياس تركيز أيونات الهيدروجين يمكن معرفة مقدار الحموضة والتعادل والقلوية، وكذلك درجة كل منها. ولقيمة pH مقياس من 0 إلى 14، حيث القيمة 7 هي المستوى المتعادل وأي قيمة أقل من 7 تزيد مستوى الحمضية مع انخفاض القيمة، وأي قيمة أعلى من 7 قلوية

وتزداد القلوية مع تزايد القيمة) (42) وتراوح قيمة (PH) في عينات السبخات ما بين 7.6 في سبخة الخروبة إلى 8.8 في سبخة التميمي ويعني ذلك أن مياه السبخات قلوية؛ ويرجع مصدر الأملاح إلى التكوينات الصخرية للحافة الهضبية التي تتبع منها الأودية الساحلية موسمية الجريان مثل الطفل والجبس والانهيدريت، وتحتوي هذه المكونات على المعادن التي يمكن أن تذوب في المياه السطحية الجارية عقب سقوط الأمطار وتنقل عبر الأودية إلى السبخات وتدخل في مكونات مياهها وتجعلها قلوية.

⁴² – **Boron, Walter, F..(2004)**, Medical Physiology; A cellular and Molecular Approach. Elsevier/Saunders. ISBN 1-4160-2328-3. Unknown parameter,(P.9).

الخاتمة:

أولاً النتائج:

توصل الدراسة إلى النتائج الآتية:

- 1- تبين من خلال دراسة الخصائص الجيولوجية لمنطقة الدراسة أن التكوينات الجيولوجية تنتمي للزمنين الثالث والرابع، وتشغل تكوينات الزمن الثالث 85% من مساحة منطقة الدراسة. وهي صخور جيرية طينية دولوميتية ضعيفة إلى طبقات دولوميتية ثانوية التبلور، وهي في مجملها غنية بالحفريات.
- 2- اتضح من خلال دراسة الخصائص المورفومترية، تعدد أشكالها ويغلب عليها الشكل الطولي الموازي للشواطئ، وبلغ متوسط مساحتها 3.7 كم²، ومتوسط طولها 2.52 كم، ومتوسط عرضها 0.78 كم، ومتوسط ارتفاع سطحها 2.8 م، وبلغ متوسط انحدار سطحها 0.39% وهو انحدار هين جداً.
- 3- تكشف بدراسة الضوابط المؤثرة في نشأة وتطور السبخات بمنطقة الدراسة، أنه لا يمكن إرجاع الضوابط المؤثرة في نشأتها وتطورها إلى عامل أو عملية جيومورفولوجية واحدة، بل تضافرت مجموعة من العوامل والعمليات في نشأة وتطور سبخات منطقة الدراسة أهمها العوامل الجيولوجية والجيومورفولوجية والمناخية والعوامل البحرية ما يرتبط بها من حركة الأمواج والتيارات البحرية وعملية المدّ والجزر، وتذبذب مستوى سطح البحر خلال عصر البلايستوسين، كلها عوامل وعمليات كان لها دوراً فعالاً في نشأة السبخات وتطورها بمنطقة الدراسة.
- 4- لقد برز من خلال دراسة الخصائص الطبيعية لرواسب السبخات أنها تتكون في الغالب من رواسب رملية بلغ متوسطها (91.78%) من حجم العينات، ونسبة قليلة من الطين بلغ متوسطها (5.98%)، وبلغ متوسط الحصى (2.24%). وقوام تربتها رملي، ويعد ذلك مؤشراً على أن أغلب هذه الرواسب نقلت بواسطة المياه الجارية السطحية (مياه الأمطار) أو بواسطة المياه البحرية من أمواج وحركة المد والجزر، والبعض الآخر نقل بواسطة الرياح، أي توجد أكثر من مادة أصل مسؤولة عن تكوين رواسب السبخات بمنطقة الدراسة. و تجلى من دراسة الخصائص الكيميائية لمياه السبخات بمنطقة الدراسة ارتفاع نسبة الملوحة، وسيادة عناصر كل من الصوديوم البالغ متوسطه (94.23) مللي مكافئ/ لتر) وعنصر الكالسيوم البالغ متوسطه (13.65 مللي مكافئ/ لتر) والماغنسيوم البالغ متوسطه (4.57 مللي مكافئ/ لتر) وأخيراً عنصر البوتاسيوم (0.65 مللي مكافئ/ لتر) كما سجلت قيم الكلوريدات ارتفاعاً كبيراً في معظم العينات وبلغ متوسطها (85.29 مللي مكافئ/ لتر)، وربما يرجع ذلك إلى تأثير الماء الأرضي المرتفع الملوحة، وتحتوي على عدة معادن أهمها كلوريد الصوديوم والكواتز وكبريتات الكالسيوم (الجبس) والانهيدريت. كما تجلى من دراسة الأس الهيدروجيني لعينات المياه أنها مياه قلووية، ويُرجح سبب مصدر الأملاح إلى التكوينات الصخرية لحافة

الهضبة، وتحتوي هذه المكونات على المعادن التي يمكن أن تذوب في المياه وتنقل عبر الأودية إلى السبخات وتدخل في مكونات مياهها وتجعلها قلوية.

ثانياً التوصيات:

نوصي بالتوسع في دراسة السبخات التي تعد من الظواهر الجيومورفولوجية المميزة للساحل الشمالي الشرقي الليبي، الممتد من مرسى الرملة عند الحدود الليبية المصرية شرقاً وحتى رأس التين غرباً لمسافة تتجاوز 300 كم، لندرة الدراسات الجيومورفولوجية والجغرافية التي تتناولها كهدف جغرافي أو جيومورفولوجي متخصص. التي تعد منطقة الدراسة جزءاً منه.

المراجع

- 1- أبولقمة، الهادي، الأور، محمد علي، (1993) الجغرافيا البحرية، ط 1، الدار الجماهيرية للنشر والتوزيع والإعلان، مصراتة، ليبيا.
- 2- أبوالعنين، حسن سيد أحمد، (1989) جغرافية البحار والمحيطات، ط8، مؤسسة الثقافة الجامعية، الإسكندرية.
- 3- أبوراضى، فتحي عبدالعزيز (2004) أسس الجغرافية المناخية والنباتية، ط1، دار النهضة العربية، بيروت.
- 4- أبو راضى ، فتحي عبدالعزيز، (2008) المناخ والبيئة ومشكلاتهما المعاصرة، دار المعرفة الجامعية، الإسكندرية.
- 5- النهامى ، محمد أحمد (2012) السبخات غرب ميناء دمياط حتى مدينة جمصة - دراسة جيومورفولوجية باستخدام نظم المعلومات الجغرافية والاستشعار من بعد، المجلة العلمية لكلية الآداب - جامعة دمياط ، المجلد الثانى.
- 6- الجوهري، يسري، (1981) الجغرافيا المناخية، الهيئة العامة للكتاب، الإسكندرية.
- 7 - الضراط، علاء جابر فتح الله (2023) تأثير حركة المياه الساحلية على ساحل منطقة طبرق شمال شرق ليبيا، دراسة في الجيومورفولوجيا، مجلة ليبيا للدراسات الجغرافية، تصدر عن الجمعية الجغرافية الليبية المنطقة الوسطى، العدد الرابع يناير.
- 8 - المهديب، عبدالله بن إبراهيم (2002) تربة السبخة في المملكة السعودية خواصها وطرف معالجتها، مجلة جامعة الملك عبدالعزيز للعلوم الهندسية، المجلد الرابع، العدد الثاني.
- 9- الهرام، فتحي أحمد (1997) جيومورفولوجية الساحل، في الساحل الليبي، تحرير الهادي مصطفى بولقمة وآخر، منشورات مركز البحوث والأستشارات، جامعة قاريونس، ليبيا.
- 10- جودة، حسنين جودة، (1975) أبحاث في جيومورفولوجية الأراضي الليبية، الجزء الثاني، منشورات جامعة بنغازي، مؤسسة عبد الحفيظ البساط، بيروت.
- 11- جودة حسنين جودة (1999) الأراضي الجافة وشبه الجافة، دار المعرفة الجامعية، الإسكندرية.
- 12- شرف، عبدالعزيز طريح، (1963) جغرافية ليبيا، مؤسسة الثقافة الجامعية، الإسكندرية.
- 13- شرف، محمد ابراهيم محمد (2008) جغرافيا المناخ والبيئة، دار المعرفة الجامعية ، الاسكندرية.
- 14- عاشور، محمود محمد (1989) سطح قطر بين الماضي والحاضر، دراسة تغير السطح، الجمعية الجغرافية الكويتية، العدد: 126، لسنة: 1989م.
- 15- علي، عبدالقادر عبدالعزيز، (2002) الطقس والمناخ، مطبعة جامعة طنطا، طنطا، مصر.

- 16- فايد، يوسف عبد المجيد، محسوب، محمد صبري، (1993) جغرافية البحار والمحيطات، دار الثقافة للنشر والتوزيع، القاهرة.
- 17- كليو، عبد الحميد أحمد، (2006) سبخات الساحل الشمالي في دولة الكويت، الجمعية الجغرافية الكويتية، العدد 318، نوفمبر.
- 18- مصباح، عبدالله خليفة ضو، (2013) الكتبان الرملية الساحلية شمال غرب صبراتة دراسة جيومورفولوجية، المجلة الليبية للدراسات، العدد الرابع.
- 19- مقيلي، محمد عياد، (1995) المناخ، الجماهيرية دراسة في الجغرافيا، تحرير الهادي مصطفى بولقمة وآخر، دار الجماهيرية للنشر والتوزيع والإعلان، سرت، ط 1.
- 20- وكالة البيئة الأوروبية، الأمم المتحدة، (2006) القضايا البيئية ذات الأولوية في منطقة البحر المتوسط، تقرير رقم 4، كوبنهاجن، الدنمارك.

ثانياً المراجع الأجنبية:

- 1-Aiban, S.A, AL-Abdul Wahhab, H.I. And AL-Amoudi, O.S.B., (1999) "Identification Evaluation and Improvement of Eastern Saudi Soils for constructional purposes", Final report project No. AR-14- 61, King Abdul-Aziz City for Science and Technology, Riyadh, Saudi Arabia.
- 2- Akili, W, and Torrance, J, K., (1981) The Development and geotechnical Problems of Sebkhah, with preliminary experiments on the static Penetration resistance of cemented sands Q.J Eng. Geol., London, Vol. 14, pp. 59 - 73.
- 3- Barry, R.G. (1969): Evaporation and Transpiration, in Chorley water, Earth and Man: A synthesis of Hydrology, Geomorphology, and socio- Economic Geography, Methuen & Co. Ltd, Bristol, Great Britain.
- 4-Belal, A. B.A. and K. M.A. Al-Ashri (2011):" GIS Based Land Evaluation in Bahariya Oasis, Western Desert, Egypt". J. Soil. Sci. and Agric. Eng., Mansoura Univ., Vol.2 (1).pp11-24.

- 5- **Bush, P.(1973)** " Some Aspects of the Digenetic History of the Sebkhah in Abu Dhabi, Persian Gulf" in: Purser, B.H., *The Persian Gulf*, Springer-Verlag, Austria, 395- 407.
- 6- **Boron, Walter,F..(2004)**, *Medical Physiology; A cellular and Molecular Approach*. Elsevier/ Saunders. ISBN 1-4160-2328-3. Unknown parameter.
- 7- **Hotzl,H.,Kramer,F.,and maurin.V.,(1978)**, Quaternary sediments, In Asayari, S., and Zotl, J. ,(eds), *Quaternary period in Saudi Arabia*. Springer-Verlag, New Yourk. Pp.264-295.
- 8- **Horta, J. C.(1988)** "Characterization of Calcrete and Gypcrete as Pavement Materials" *Proceedings of the International Conference on Roads and Road Transport Problems, ICORT-88, New Delhi, India,p.p. 781-788.*
- 9- **Industrial Research Centre, (1974)**: Darnah sheet, Explanatory Booklet, Tripoli, Jamahiriya, Libya.
- 10- **Johnson, D.; Kamal, M.; Pierson, G.; and Ramsay, J., (1978)** , *Sabkhas of Eastern Saudi Arabia*, in S. Al - Sayari and J. Zotl, (eds.), *Quaternary Period in Saudi Arabia, (Vol.1)* , PP.84 - 93, Spring - Verlag, New York.
- 11-**Kinsman, D.J. (1969)** modes of formation, sedimentary assoctions and diagnostic feature of shallow water and supratidal evaporation .*Amer.Am. Assoc petrol Geologists* vol.53 p. p 830-890.
- 12- **Levy, Y. (1977)**,"The Origin and Evolution of Brine in Coastal Sabkhas, Northern Sin" [17] *Journal of Sedimentary Petrology*, **47(1)** : 451-462.
- 13- **Paul A. S., & Rob G. B., (2011)**: *Pans, playas and salt lakes*. In *Arid Zone Geomorphology: Process, Form and Change in Dry lands*, Third Edition. Edited by David S. G. Thomas, Published by John Wiley & Sons, Ltd. ISBN: 978-0-470-51908-0. Ch.15 pp., 374 - 410.

- 14- **Pietersz, C.R. (1968)**: Proposed nomenclature for rock units in northern Cyrenaica
.In Geology and Archaeology of northern Cyrenaica, Libya, p.125–130.Tripoli.
- 15 –**Schuermans, C.j.E. (1995)** "The world Heat Budget: Expected Changes, in Doeke Eisma, ed., Climate Change – Impact on Coastal Habitation", CRC press. Inc, Boca Raton, Florida, pp.1–15.
- 16- **Zaghloul, Z.M., El-Khoriby, E.M., El-Faraash, A.M. and Hussien H.A. (1999)**"On the Composition and Origin of Quaternary Sabkhas, in Zaki M.Zaghloul and Moharem Megamall, ed.,"Deltas, Modern and Ancient", is a selection of chosen papers in Mansoura University, First International Symposium on the Deltas, Cairo, Egypt, pp.113–125.

