



**Nile Valley University**  
**Deanship of Scientific**  
**Research**



# **NILE JOURNAL FOR SCIENCE AND ENGINEERING**



(ISSN: 1858 – 7059)  
Volume 01, No. 01  
[www.nilevalley.edu.sd](http://www.nilevalley.edu.sd)

# **NILE JOURNAL FOR SCIENCE AND ENGINEERING**

**Refereed Scientific Journal**

**Vol. 1, No. 01, 2022**

**ISSN: 1585 – 5507**

**Published by the Deanship of Scientific Research  
Nile Valley University, Sudan**

**<http://www.nilevalley.edu.sd>**

## **Preface to first issue**

As we declare the onset of our peer-reviewed journal, we believe on undertaking the great goal of supplying the critical scientific, technical and engineering knowledge that help to build our future. In our country, we have our own unique needs and aspirations. We shall adopt a boundless potential to develop our tools to keep our identity and fight for a healthier forthcoming.

The role of the journal is to publish original researches in the fields of science and engineering. All manuscript accepted for publication should be in compliance with the technical specifications of the journal.

Launching the journal's website will provide direct access to the journal's articles for a wider community. We hope the Nile Journal of Science and Engineering will soon become one of the primary platforms for researchers to share their research interests and discuss the development of future innovations that will succor the science and engineering community.

***Editorials***

## **About the journal:**

*The Nile Journal for Science and Engineering* (NJSE) is a bi-annual research journal aimed to publish original high quality research articles in the fields of Science and Engineering that are not published or not being considered for publication elsewhere. The journal is devoted to provide an appropriate forum for the dissemination of high-quality and high-impact original balanced credible academic writings in all disciplines of Science and Engineering. The work for publication (research papers, review articles, technical reports and short communications) will be accepted either in English or in Arabic.

## **Scopes**

- ✓ Mathematics
- ✓ Physics
- ✓ Chemistry
- ✓ Zoology
- ✓ Botany
- ✓ Microbiology and Biotechnology
- ✓ Environmental Sciences
- ✓ Chemical Engineering
- ✓ Mechanical Engineering
- ✓ Civil Engineering and Architecture
- ✓ Electrical Engineering
- ✓ Electronics Engineering

## **Editorial policies**

### **Ethics**

The statements and opinions expressed in the articles herein are those of the author(s) and not necessarily of NJSE editorial board. All biological experimental works (such as genetic engineering) should be ethically acceptable and be in accordance with the local and international guidelines provided for both animal and human. Authors must guarantee that the manuscript parts were not being considered for publication elsewhere.

### **Peer review policy and criteria of manuscript acceptance**

Manuscript acceptability is based principally on the importance, objectives, originality, topicality, and appropriateness of the methodology and outcomes. All submitted manuscripts are screened by the editorial board to assure their satisfying the above criteria, and subsequently peer reviewed by two or more reviewers. Manuscripts accepted for publication are copy edited for grammar, punctuation, print style, and format.

Reviewers selection is based on reputation and experience. However, the identity of reviewers is confidential and manuscripts are considered private information. The editorial board will be certain of not allowing authors to realize reviewers identities. Similarly, author(s) identities will not be unveiled to the referees.

### **Copyright**

Any article published in the Nile Journal for Science and Engineering will be the copyright of the journal. Though the journal is an open access, reproducing for resale or distribution, compilations and translations of any of the published articles or parts including abstracts, tables, figures require permission of the Nile Valley University.

## Editorial board

*Dr. Fethelrahman Mohammed Adam ... Editor-in-Chief*

*Dr. Mohammed Ibrahim Omer... Editorial Secretary*

*Dr. Mohammed Salah Eldin Abdella ... Member*

*Prof. Elham Sherief Dawood ... Member*

## Advisors to editorial board

*Prof. Abdelrahman Elzubair Mohammed- Sudan University of Science and Technology*

*Prof. Salih Elhadi Mohammed- Sudan University of Science and Technology*

*Prof. Husam Eldin Mohammed Sallam- Zagazig University*

## Instructions to authors

The work for publication will be accepted either in English (American or British flair is accepted, but not a mixture of both) with an extra abstract in Arabic language or, in Arabic with an extra abstract in English. The manuscript should be written in clear, concise and grammatically correct language. Latin scientific names at all taxonomic levels are *italicized*. All scientific manuscripts will be reviewed by at least two reviewers. While submitting a revised manuscript, authors are requested to include a point to point response to reviewer's comments. The final decision relative to acceptance will be made by the editorial board. The corresponding author is considered the guarantor for the legitimacy and correctness of the manuscript as a whole.

## Manuscripts submission:

The submission of the manuscript and all correspondence, including notification of the Editor's decision and requests for revision, takes place electronically through the website: [njse@nilevalley.edu.sd](mailto:njse@nilevalley.edu.sd), or by post.

**The following items should be handled in as printout hard copies and in electronically readable form or via e-mail:**

### 1. Cover letter:

The cover letter, as a supplement file should include: article title, type of article (full research, review, etc.), scope, author(s) name(s), higher qualification/academic degree(s), affiliations, and e-mail addresses. The name of the corresponding author with contact address, phonenummer, e-mail and fax number (if available) must be clearly listed. Acknowledgement, if any, could also be represented. Beside any special consideration regarding your submission.

### 2. Manuscript:

The manuscripts submitted to the journal must conform to all style requirements stated by the Editorial Board.

### Types of articles:

**Full length original scientific papers:** regular scientific papers, should report the results of original research that have not being considered for publication elsewhere. A full research paper should have, in proper order, a Title, Abstract, Introduction, Materials and Methods, Results, Discussion, Conclusion and References.

**Review papers:** in which authors should review the up-to-date developments in relevant field

of an active current interest. They have to be contemporary and comprehensive. Methods used for locating, selecting, extracting, and synthesizing data should be described. The abstract (250 words) should represent an accurate summary of the article.

**Short communication:** is a concise, but completely documented, description of a limited research article. The contents should be exceptionally exciting, novel or timely. The maximum length should not exceed 7 pages. These short communications will be peer-reviewed in the same way as full papers.

## **Regular scientific manuscript formatting**

Manuscripts should be kept to a minimum length (the whole article length should not exceed 25 pages). The language of manuscript must be simple and explicit. Times New Roman font style with 12 font size should be used. The whole manuscript should be typed double spaced (except tables), with all margins fixed at 2.5cm. Do not leave lines between paragraphs, but instead, indent the first line of each paragraph with one tab space. All pages should be numbered consecutively in the bottom center. Each heading should appear on its own separate line, aligned to the left and bold. The use of footnotes should be avoided.

**Title and author information:** The title and author information should be centered across the top of the first page. The title should give a concise designation of the paper topic, typed in 16 font style. Capitalize the first letter of all main words (Latin names in *italics*). Abbreviations should not be used. This should be followed by the name(s) of the author(s) displayed as first name, middle and last name (with no commas in between). Numbered and listed author's affiliations will be provided immediately after the authors line flush left. The name of the corresponding author should be underlined.

**Abstract:** The abstract, for reviews and research articles, as one paragraph, should be rational, informative and succinctly and clearly state the basic contents of the article with special focus on the scope, objectives, methods, and major findings. The abstract must be precisely and consistently briefed, not exceeding 250 words. References and citations to other works should not be included in the abstract.

**Keywords:** Key words (3-7 non generic words or phrases) should be provided directly below the abstract to express the article content. They should be written left aligned, arranged alphabetically, separated with commas, capitalize only the first letters of proper nouns, and do not end the list with a full stop.

**Abstract translation:** An abstract translation is to be prepared and assembled below the keywords, or at the beginning of the succeeding page. It should be precise and presents word by word translation.

**The main text:** The main text should be structured into paragraphs in the following order: **Introduction** including objectives, **Materials and Methods**, **Results**, **Discussion**, **Conclusion**, **Acknowledgement** (if any) and **References**. Results and discussion could be combined in one paragraph. Each heading should be flush with the left margin and have the first letter of all main words capitalized. All major headings should be separated from the text by 1 line space above.

**Introduction:** The introduction is a brief review of literature which should supply sufficient background information on the importance of the topic, the research area of the study and the hypotheses tested in the study. The specific aims of the project should be identified along with rationale for the specific experiments and other work performed. All sub-headings, if any, should be left justified, bold and title case. Objectives of the research should be clearly stated.

**Materials and Methods:** This section must be concise and include sufficient details of the materials, equipment and techniques used. The sources of laboratory procedures should be cited and information on the equipment model, manufacturers name and address should be



provided (if recommended). Measurements should be described precisely (all in SI units) and errors of measurements (if any) should also be included. While, previously published experimental procedures may be indicated by a reference, new procedures should be described in details. The statistical procedure used should be stated in this section.

**Results –Discussion:** They can be presented together (**Results and Discussion**) or in 2 different sections (**Results** followed by **Discussion**). All results obtained should be simply and concisely presented in a logical order in figures, tables, or text. Tables and figures, whether integrated into the main text, or alternatively, printed on separate pages before the reference section, each should be sequentially numbered and titled (above for tables and below for figures). Do not present the same information in both a table and a figure. All printed tables and figures must be referred to in the text. Tabular data, were recommended, could be accompanied by either standard deviation values or standard errors of the means. The number of replicate determinations used for making such calculations must also be included. Sufficient statistical verification should be provided to identify differences in significance.

The results at hand should be concisely discussed in relation to hypotheses advanced in the introduction section and interpreted to previously published works. It must not contain extensive reiteration of the Introduction and Results sections.

**Conclusion:** The main conclusions of how did the results compare with the expected outcomes and what further predictions can be gleaned from the results should be presented in a short Conclusions section, which may stand alone or form a sub-section of the Discussion section.

**Acknowledgments:** The source of any financial or technical assistance received for the work being published must be indicated in the Acknowledgments section.

## Citations and References

**In-text citation:** References should be included within the body of the text as they appear.

Please ensure that every reference cited in the text is also present in the reference list (and vice versa). Unpublished results and personal communications are not recommended in the reference list, but may be mentioned in the text. The NJAS in-text citation format is the familiar “author, date” format, e. g. Davis (1999) or (Davis, 1999). If the article has two authors, their last names are used, separated by the word “and”, e.g. Gates and Dobraszczyk (2004) or (Gates and Dobraszczyk, 2004). When there are more than two authors, only the first author’s last name should be mentioned, followed by “*et al.*”, e.g. Cao *et al.* (2015) or (Cao *et al.*, 2006).

Multiple references at a single point in the text are separated by semicolons (Kent and Evers, 1994; McLeish, 2003; Morris *et al.*, 2007 and Singh *et al.*, 2011). In a case where two or more sources cited at a given place shared the last name and date use first author’s last name plus initial(s) (e. g. Zhang, Y., 2001 and Zhang, W., 2001). If the author(s) has had more than one published works cited within the same year, they are then identified by letters 'a', 'b', 'c', etc. placed after the year of publication (e. g. Caballero *et al.*, 2007a and Smith, 1987a, b).

**References list:** All articles cited in the text should be listed at the end of the manuscript, unnumbered, alphabetized by first author’s last name. Author(s) name(s) are arranged as “lastname, initials.”. Individual author’s names should be separated by semicolons. Followed by the year of publication (in brackets), a full stop, title of article, journal name, name of publisher, volume number, a semi colon, specific page numbers (Vol: Start page–End page). If more than one publication by the same author(s) were cited in the list, arrange publications by date, early to late. If more than one publication by the same author(s) published in the same year were listed, use a, b, c, ... to distinguish the articles cited. Type references flush left as separate paragraphs. The second and successive lines of a reference are indented by 1 cm. For books include: name of editor(s), edition and publisher. For articles from

conference proceedings include: conference proceedings, publisher (if any) date (between brackets), pp. For citation from a thesis include: Thesis title. Degree level, Department, University. For electronic citations: Websites are referenced with their URL and access date, and as much other information as is available.

### **Examples:**

#### **Article in a Journal:**

Suliman, A.M.B; Warda, E.A.M. and Abdelgadir, S. (2015). Isolation and identification of yeasts from the different stages of *Hulu-mur* fermentation. *Journal of Microbiology Research*, 5(2): 71-76.

#### **Book:**

Allen, James P. (2008). *Biophysical Chemistry*. (1<sup>st</sup> Edition), Blackwell Publishing, Chichester, West Sussex, UK.

#### **Book chapter:**

Hardy, Jeffrey (2004). *Green Chemistry and Sustainability*; Stevens, Christian V. and Verhe Roland, Eds.; *Renewable Bioresources (Scope and Modification for Non-food Applications)*. John Wiley and Sons Ltd. Chichester, Sussex, England. pp. 1-29.

#### **Conference proceedings:**

Trossero, M.A. (2000). Food and Biofuel Production. In: *New Challenges Ahead. First World Conference on Biomass for Energy and Industry*. Eds. Kyritsis, S.; Beenackers, A.A.; Helm, P.; Grassi, A. and Chiaramonti, D., pp.17-21. James and James Ltd., London.

**Tables and Figures:** **Tables** should be self-explanatory and the data they contain must not be duplicated in the text or figures. Tables should be submitted in “Word” format (not in excel file) and should be printed single spaced in the main text (appear where should be cited) in numerical order, or otherwise at the end of the manuscript. Place a descriptive, comprehensive, but precise caption at the top of each table begins with the word “Table” followed by a number and a colon (:). Sufficient experimental details could be added in a legend below the table, if required. If a table is taken from other publication, then the reference is to be given below it.

**Figures** should be properly sized and cropped so that no unnecessary white space is left bordering the figure. Figures should be cited in the main text (appear where should be cited) in numerical order, or otherwise at the end of the manuscript. Figures should have titles set below the figure begins with the word “Figure or Fig.” followed by a number and a colon (:). Legends with sufficient details could be added. Multipanel figures (figures with parts labeled a, b, c, d, etc.) should be assembled into a composite as their final form. For an illustration taken from other publication, the source is to be cited.

**Abbreviations and Units:** SI units (metre, kilogram, etc.) should be used. Consistency must be maintained throughout the text in the use of abbreviations and units. Use standard abbreviations, that are accepted and recognized as common scientific terminology (hr, min, sec, etc.) instead of writing complete words. Define all non-standard abbreviations the first time they are used, then subsequently use the abbreviation.

Examples of some common abbreviations: Time: min, hr, sec; Length: km, m, cm, mm; Mass: kg, g, mg,  $\mu$ g; Concentration: g/cm<sup>3</sup>, g/L, mg/L,  $\mu$ g/L, ppm; Volume: cm<sup>3</sup>, L, mL,  $\mu$ L



# TABLE OF CONTENTS

<b>Preface</b>	ii
<b>Instructions to Authors</b>	iv
<b>Axial Capacity of Lightweight Aggregate Concrete Filled Circular Steel Tubes Columns Subjected to Eccentric Loading</b>	1-14
<i>Abdelgadir Elzien Abdelgadir and Mohammed Gamar Eldin Seleman</i>	
<b>Analysis of Tow-Way Slab Using Yield Line Method</b>	15-27
<i>Fathelrahman M. Adam, HythamMakawiS., Mohamed GamarS</i>	
<b>Estimation of Irrigation Demand Using GIS and Remote Sensing as Assisting Tools in River Nile State, Sudan</b>	28-41
<i>Hassan E. Alsayim1, Salah Ahmed Ali2, Aboubaker A. Osman2 and Abdelazim M. Ali1</i>	
<b>مدي قدرة استخدام نظم المعلومات الجغرافية في تطوير قطاع التعدين في السودان</b>	42-63
<i>عماد الدين محمد احمد محمد، السمانى عبدالمطلب، ادم احمد عبدالله حسين</i>	
<b>دراسة تحليلية لمعوقات صناعة التشييد في ولاية نهر النيل</b>	64-78
<i>ممدوح جعفر حسن حبيب، فتح الرحمن محمد آدم، محمد يسري مصطفى</i>	
<b>Isolation and Characterization of Ethanol and Thermotolerant Yeast Isolates from Different Sources in Atbara Town – River Nile State - Sudan</b>	79-89
<i>Elham S. Dawood and El Amin H.B</i>	



# Axial Capacity of Lightweight Aggregate Concrete Filled Circular Steel Tubes Columns Subjected to Eccentric Loading

Abdelgadir Elzien Abdelgadir and Mohammed Gamar Eldin Seleman

Department of Civil Engineering, Faculty of Engineering and Technology, Nile Valley University

**Corresponding Author:** [drsha82@nilevalley.edu.sd](mailto:drsha82@nilevalley.edu.sd)  
[drsha82@hotmail.com](mailto:drsha82@hotmail.com)

## ABSTRACT

This paper presents an experimental study on the behavior of lightweight aggregate concrete-filled steel tubes (LACFT) under eccentric loading. 54 circular specimens with different load eccentricity distances (10, 20 and 35mm); thickness to width ratio ( $t/D=11.4$  and  $13.5$ ); and length to width ratio ( $L/D = 3, 7$ , and  $14$ ) tested to examine the bearing capacity. Significant parameters influencing LACFT column's bearing capacity, failure mechanism and failure mode all studied and analyzed. Comparison between the predicted results by AISC-LRFD and CHN DBJ 13-51-2003 codes showed lower and applicable bearing capacities with slightly overestimated values for  $L/D \geq 14$  than that measured during the experiments respectively, while the results gained by CHN CECS 28:90 showed a good agreement with the experimental results and slightly overestimated the values for  $L/D \geq 14$  too. The study showed that bearing capacity of LACFT steel columns subjected to eccentric loading is conservative.

**Keywords:** *Lightweight aggregate concrete filled steel tube, eccentricity ratio, ultimate bearing capacity, composite members*

## السعة المحورية للأعمدة الدائرية الفولاذية المملوءة بخرسانة خفيفة الوزن المعرضة لتحميل لامركزي

عبد القادر الزين عبد القادر و محمد قمر الدين سليمان

قسم الهندسة المدنية، كلية الهندسة، جامعة وادي النيل

المؤلف المرسل: [drsha82@hotmail.com](mailto:drsha82@hotmail.com)

### مُسْتَخْلَص

هدفت هذه الورقة إلى دراسة سلوك الأعمدة الفولاذية المجوفة رقيقة الجدار والمملوءة بالخرسانة خفيفة الوزن تحت تأثير حمل لا مركزي. تم إجراء الاختبار على 54 عينة دائرية مع أخذ كلاً من: (1) مسافات لا مركز مختلفة (10 ، 20 و 35 مم) ، (2) نسبة الفولاذ (11% و 13.51%) (3) و نسبة نحافة تراوحت بين (3-14) كمتغيرات رئيسية في هذه التجربة. أظهرت المقارنة بين نتائج الحسابات المتحصل عليها من المدونتين (AISC-LRFD) و (CHN DBJ 13-51-2003) قدرة تحمل منخفضة حيث جاءت النتائج في حدود المقبول عدا الأعمدة ذات النحافة ( $L/D \geq 14$ ) فكان تقديرها أكبر قليلاً من تلك التي تم قياسها أثناء التجارب على التوالي، في حين أن النتائج التي حققتها المدونة (CHN CECS 28:90) أظهرت اتفاقاً جيداً مع النتائج التجريبية مع زيادة قليلة في حالة الأعمدة ذات النحافة ( $L/D \geq 14$ ) أيضاً أوضحت هذه الدراسة أن قدرة تحمل الأعمدة الفولاذية LACFT الخاضعة لتحميل لامركزي هي قدرة معتدلة.

**كلمات مفتاحية:** الأنابيب الفولاذية المملوءة بالخرسانة خفيفة الوزن، نسبة اللامركزية، القدرة التحميلية القصوى، الأعضاء المركبة.

## **Introduction**

The use of concrete filled steel tubular (CFT) columns for the construction of high-rise buildings, bridges, barriers, etc. has become increasingly popular in recent years. These columns have demonstrated higher axial load capacity, better ductility performance, larger energy absorption capacity and lower strength degradation than conventional reinforced concrete and steel hollow section column (Shams and Saadeghvaziri, 1997). The enhancement of structural properties of CFT columns is mainly due to the composite action of steel hollow section and core concrete. The confining effect by steel hollow section causes the core concrete to behave in tri-axial stress state while the core concrete prevents the wall of the steel hollow section from buckling inward (Dalin *et al.*, 2003).

In concrete construction, self-weight represents a very large proportion of the total load on the structure, and there are clearly considerable advantages in reducing the density of concrete. One of the ways to reduce the mass or self-weight of a structure is the use of lightweight aggregate in concrete to get lightweight aggregate concrete (LAC). The benefit of lightweight aggregate in concrete as structural material has been recognized as far back as Roman days. Although there is few published data available on the researches of the LACFT but several authors in their investigations reported that LAC has its obvious advantages of higher strength/weight ratio, lightweight, good ductility, convenience of construction, lower coefficient of thermal expansion, and superior heat and sound insulation characteristic due to air voids in the lightweight aggregate (Wei and Liu, 1993; Bohai, 2006; Mouli and Khelafi, 2007). Lightweight aggregate concrete filled steel tube (LACFT) as a new form of composite structures, under the same conditions, not only has the same strength and durability as the CFT, but also reduces the self-weight of the structure by about 20%. Nowadays, with the trend towards large span bridges and towering direction of building structures, the LACFT with its distinguished characteristics, will have broad applications prospects. However, structural studies on LACFT are still in the initial step all over the world therefore; more researches are needed. Because of CFT component's advantages of high compression strength and good plastic deformation, often used as a compression member, nevertheless, in the practice of actual engineering the influence of the initial defects, material in homogeneity, manufacturing deviations and other factors, on the ideal axial compression is very difficult to avoid. At the same time, multistory and high-rise buildings

under the act of the vertical load, lateral horizontal wind or seismic forces, will also be bore by the moment, hence the component tends to the state of eccentric compression (Linhai, and Youfu, 2004). Consequently, the study of eccentric compression of LACFT will have important and significance role in the theoretical researches and engineering applications.

This paper attempts to study the structural performance of thin-walled steel columns filled with LAC as a construction material. Based on eccentricity tests, 44 specimens with different L/D ratios (3, 7 and 14) were tested. The main parameters varied in the tests are: (1) load eccentricity ratio; (2) thickness to width ratio ( $t/D$ ); and (3) length to width ratio. The standard load-strain curves of LACFT columns under eccentric loading were summarized and significant parameters affecting their bearing capacity, failure mechanism and failure pattern were studied and analyzed through the comparison with calculated strength of CFT columns using the existing codes: AISC-LRFD (AISC, 1999), CHN DBJ 13-51-2003 (DBJ, 2003) and CHN CECS 28:90 (CECS, 1990).

## **Test Arrangement and Procedure**

### **Specimens and Material**

In this study; LACFTs columns with a diameter ( $D$ ) of 114 mm and two different wall thicknesses (3 and 3.5 mm) are selected. The mix was prepared using ordinary Portland cement (OPC), fly ash - shale ceramic with Bulk density 814 kg/m<sup>3</sup>, cylindrical compressive strength 8.5MPa and water absorption ratio 6% an hour as coarse aggregate and river sand. The concrete mix design was made based on the guidelines of the relevant Chinese standards. The adopted mix parameters are shown in Table 1. In order to ensure proper compaction, a high degree of workability i.e. 80–100 mm slump is adopted for the concrete mixes and is achieved by using silica fume and super plasticizer as admixtures. Three standard concrete cubes (150 mm size) and three prisms (150x150x300 mm) were cast and warped in polyethylene sheets, then stored at room temperature, without wet curing to simulate conditions similar to that of concrete in the columns. The concrete cubes and prisms tested when the corresponding specimens tested to find out the concrete grade, compressive strength and Young's modulus of the unconfined concrete at 28 days, respectively.

The steel tubes were made up of mild steel plates, with yield strength of (274.7) MPa and three different lengths ( $L= 342, 798$  and  $1596$  mm). All tubes are seam welded and its edges are finished. After the fabricating of the steel tube, a 10 mm thick circular flat plate (with a diameter

slightly larger than that of the steel tube) welded to its base to support the wet concrete during casting. The concrete was then vertically cast into the steel tube in about four equal layers, where each layer compacted by using a poker vibrator. Surface hollow due to concrete shrinkage was filled up with grout to confirm the specimen side smoothness and ensure both steel and concrete being loaded together. After 24-hours of treatment; another 10 mm thick circular plate was welded on the other side. Finally, the columns were stored at room temperature for 28 days.

**Table 1: The Concrete Mix Design Component and Parameters**

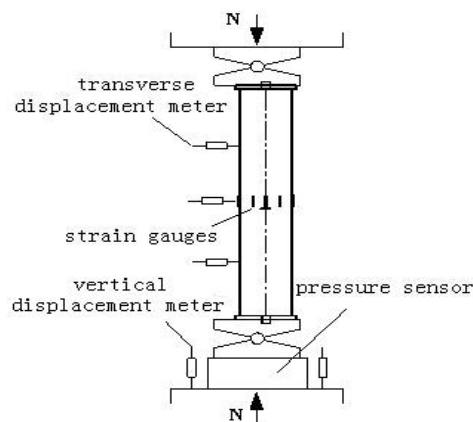
Component	Mix Parameters
Cement content	460 kg/m <sup>3</sup>
Ceramisite	670 kg/m <sup>3</sup>
Sand	650 kg/m <sup>3</sup>
Water	150 kg/m <sup>3</sup>
Silica fume	43kg/m <sup>3</sup>
Super-plasticizer	3.8 kg/m <sup>3</sup>
Concrete bulk density	1810 kg/m <sup>3</sup>
Characteristic 28-days concrete cube strength	44.7 MPa
Characteristic 28-days concrete prism strength $f_{ck}$	35.2 MPa
the Young's Modulus of concrete $E_c$	26.2 GPa

Bohaiet *al.* (2006) defined stub column as the one with medium length(as in this experiment). To study the mechanical properties of LACFT columns; specimens with two different t/D ratios (11 and 13.5%) three different L/D ratios (3, 7 and 14) were chosen in this test. The geometric and material properties of the specimens and the test results are summarized in Table 2.

### **Test Setup and Procedure**

The tests are conducted on LACFTs, in a 3000 kN capacity column testing machine at 28 days of age. At the two ends of the specimen utilized column joint to simulate the hinged boundary conditions. For the safety and accuracy of the specimen tests, three round holes of 20 mm diameter and 15 mm depth were set according to the 10 mm, 20 mm, 35 mm eccentric distances far from the center of the bottom column roller. During the test a steel rabbet with a diameter of 20mm and 25mm length was used to connect specimen's plate with the column joint. For the deformation measurements, eight strain gauges were setup up at the mid-length of the column to record strains values. In the bending plane three displacements gauges were installed; the top and the bottom ones were at distance of one fourth the height of each column from the top and the bottom respectively and the third displacement gauge was positioned at the mid-height of each

column to measure the lateral deformation. In order to measure the vertical deformation two displacements gauges were setup. All these gauges were connected to a computer data acquisition system to record their values in the whole test phases. Before the tests, a preload of about 2–5 kN applied, so the platens of the testing machine firmly attached to both ends of the specimen as shown in Figure (1).



**Figure 1: Testing Machine**

The load applied at rate of 1/10 and 1/15 of the predicted ultimate load in the elastic phase and in the column yielding phase, respectively. Every load preserved 2-3 min to enable the full deformation.

When approaching the ultimate load, slow loading mode was applied. Any one of these two conditions noticed conclude the test: (1) the maximum deformation reached, (2) or obvious features of failure occurred in the specimens.

**Table 2: Details of the Test Specimens**

columns	Size $D \times t \times L$ (mm)	Eccentricity distances $e_o$ (mm)	$t/D$ (%)	$L/D$	$f_y$ (MPa)	$f_{ck}$ (MPa)	Mean Ultimate strength $N_u$ (kN)
A1-3-a,b,c	114×3×342	10	11.4	3	274.7	35.2	649.63
A2-3-a,b,c	114×3×342	20	11.4	3	274.7	35.2	531.73
A3-3-a,b,c	114×3×342	35	11.4	3	274.7	35.2	400.90
B1-3-a,b,c	114×3.5×342	10	13.5	3	274.7	35.2	706.30
B2-3-a,b,c	114×3.5×342	20	13.5	3	274.7	35.2	582.16
B3-3-a,b,c	114×3.5×342	35	13.5	3	274.7	35.2	423.56
A1-7-a,b,c	114×3×798	10	11.4	7	274.7	35.2	559.48
A2-7-a,b,c	114×3×798	20	11.4	7	274.7	35.2	428.81
A3-7-a,b,c	114×3×798	35	11.4	7	274.7	35.2	314.12
A1-14-a,b,c	114×3×1596	10	11.4	14	274.7	35.2	503.79



columns	Size $D \times t \times L$ (mm)	Eccentricity distances $e_o$ (mm)	$t/D$ (%)	$L/D$	$f_y$ (MPa)	$f_{ck}$ (MPa)	Mean Ultimate strength $N_u$ (kN)
A2-14-a,b,c	114×3×1596	20	11.4	14	274.7	35.2	390.74
A3-14-a,b,c	114×3×1596	35	11.4	14	274.7	35.2	295.75
B1-7-a,b,c	114×3.5×798	10	13.5	7	274.7	35.2	591.83
B2-7-a,b,c	114×3.5×798	20	13.5	7	274.7	35.2	437.44
B3-7-a,b,c	114×3.5×798	35	13.5	7	274.7	35.2	354.45
B1-14-a,b,c	114×3.5×1596	10	13.5	14	274.7	35.2	524.34
B2-14-a,b,c	114×3.5×1596	20	13.5	14	274.7	35.2	434.43
B3-14-a,b,c	114×3.5×1596	35	13.5	14	274.7	35.2	330.65

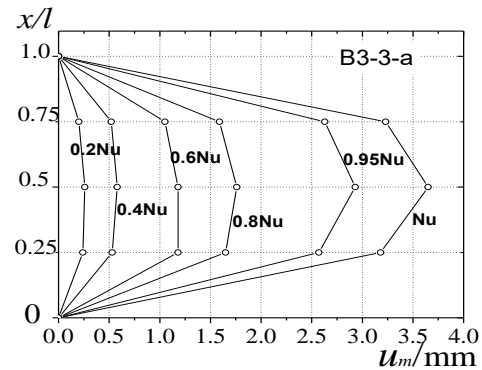
## Results and Discussion

### The Failure Modes

Specimens have shown different failure modes illustrated in Figure (2). The Experimental characteristics were observed in the course of columns test: bow-shaped appeared on the surface of steel tube also the surface showed different degrees of drum bending. Besides, large lateral deflection with instability and unobvious circumferential deformation except the lateral one was also observed in the columns having  $L/D > 3$ . Figure (3) is a typical specimen's displacements distribution picture showing the lateral deflection degrees along the length of the component. From the figure, it can be seen that the deflection of specimens gradually increased with the load growing and the form of deflection curves accord with the sinusoidal half wave. Strain distribution Curves of the specimen's middle section for three different eccentric ratios are shown in figure 4, where "+" and "-" signs represents compressive and tensile strains respectively.

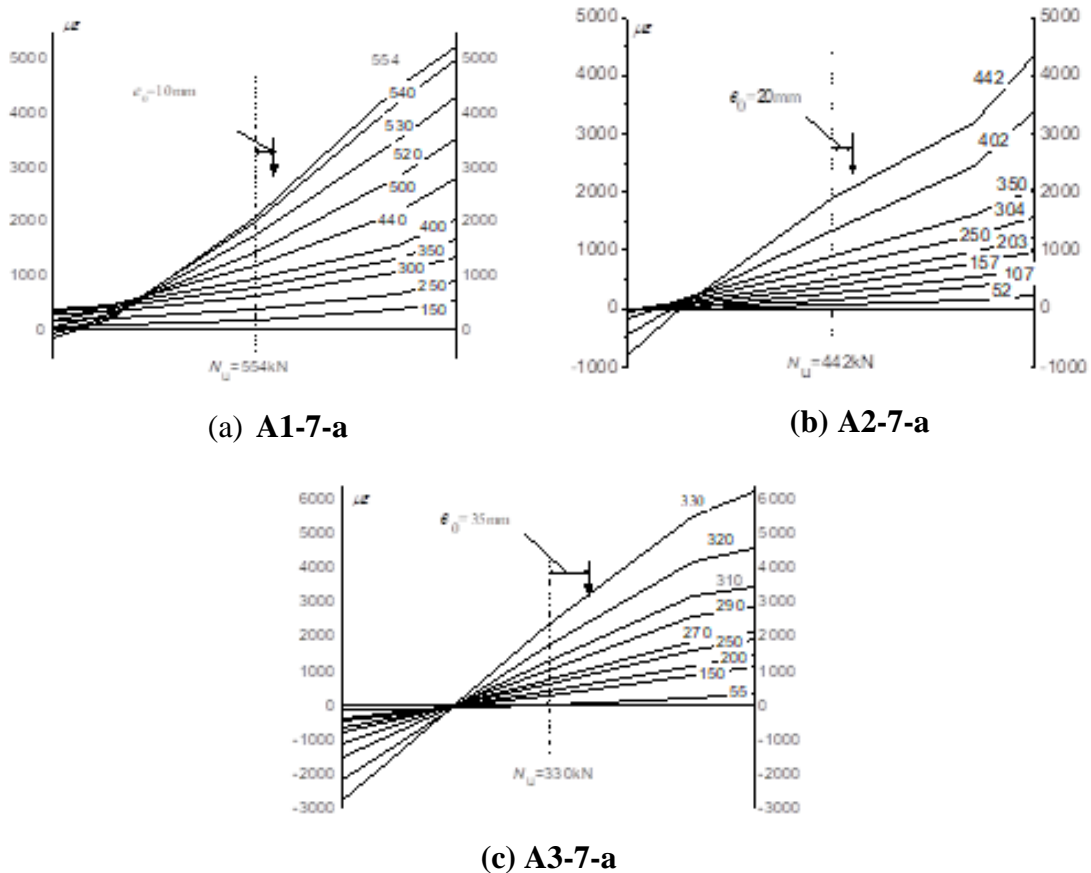


**Figure 2: Typical failure modes of specimens**



**Figure 3: Deflection along the length measured with the displacement meters**

From Figure 4 it is observed, the section deformation of specimen's agrees with the plane section assumption in each loading stage. Level of correspondence for plane section at initial loading stage was better than later loading stages. For small eccentric ratios, neutral axis location moved gradually to the load location along with load increasing, but it was unobvious for large eccentric ratios.

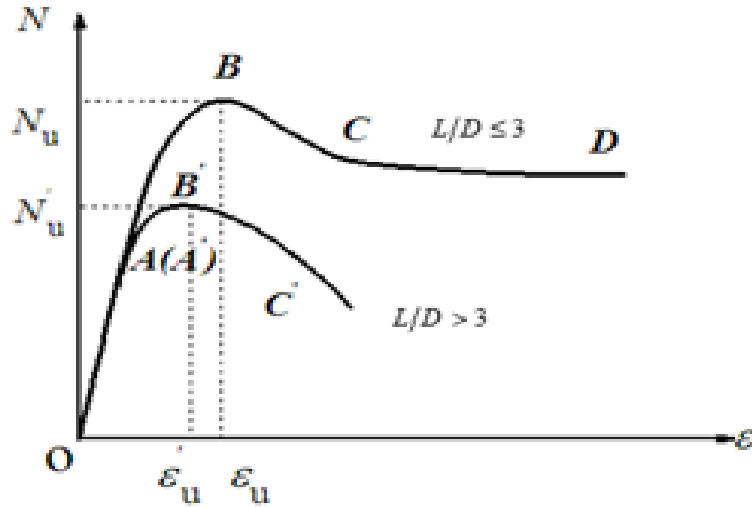


**Figure 4: Distribution of Strain Due to Different Eccentric Ratios**

### Analysis of Failure Course

The load–strain curves of LACFT are shown in Figure 5. At elastic phase the curves (OA and O'A') of the columns with  $L/D \leq 3$  and  $L/D > 3$  are similar and approximated linearly. It is clear that all the curves of various samples are almost coincidence at this phase. The proportional limit load (A and A') is 60% to 70% of the ultimate load. As the load increases, the curves gradually deviate from straight line and enters into the elastic-plastic stage (AB and A'B'), concurrently the compression zone of steel tube begins to yield, and the lateral deflection of all specimens became larger. At the ultimate load, the curves enter into the descending stage (BC and B'C'), where the

bearing capacity decreased with the increment of the lateral deflection, and the curve declined more tardily. It is observed that the LACFT columns have been able to maintain greater capacity, and good ductility performance, simultaneous with various degrees of partial bending drum appeared on the surface of the steel tube; hence filled with lightweight aggregate concrete can effectively delay the deflection of steel tube. The curves of columns ( $L/D > 3$ ) have showed that the larger eccentricity ratio is the larger longitudinal strain would be. Therefore, large overall deformation and lateral buckling were occurred in specimens.

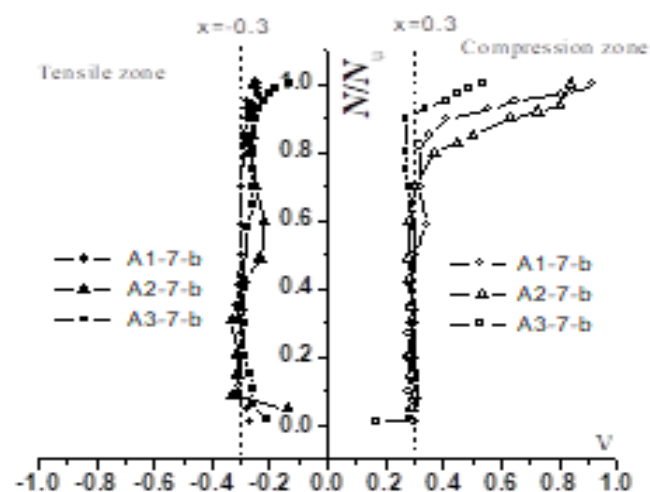


**Figure 5: Sketch map of  $N - \varepsilon$  curves**

### **Analysis of Failure Mechanism**

Figure 6 illustrates Poisson's ratio ( $\nu$ ) of the composite materials versus bearing capacity in different regions of the cross-section. This ratio is usually 0.25 to 0.3, and the average one is 0.283. However, as Poisson's ratio of the concrete is lower than that of steel; steel tube breeds a constraint effect on the concrete (Linhai and Youfu, 2004). From figure 6, in the initial stage of loading, Poisson's ratio in the regional cross-section of steel tube mainly maintain about 0.2 to 0.3, therefore, the constraint effect of steel tube on the concrete is smaller. In the elastic-plastic phase, at the edge of the compression zone the Poisson's ratio significantly increased close to the ultimate load, at the same time gradual increase occurred at the symmetry axis, but at the edge of the tension section the ratio preserves unchanged or with a little change. Hence, circular steel tubes under eccentric load are able to generate the constraint effect on the core concrete. Also, it

was noticed, the larger Poisson's ratio of the steel tube is the stronger confinement effect on the LAC core.



**Figure 6:  $N/N_u$  Versus Poisson's ratio ( $\nu$ ) of the Composite Material in the Cross-section of Mid-span**

## The Influencing Parameters of the Columns

### Influence of Eccentricity Ratio

To analyze the relation of eccentricity ratio versus bearing capacity of the columns under eccentric axial compression load, stress-strain curves of different specimens which have similar steel and concrete characteristic properties but with various eccentric ratios were visualized in figure 7. The figure has shown that as a result of the influence of large eccentricity; the bearing capacity and rigidity decreased, while the ductility performance effectively improved. As a conclusion could be argued that; the greater the eccentricity ratio, the less the ultimate bearing capacity, therefore the constraint effects in this case has less impact on the improvement of bearing capacity of the LACFT columns.

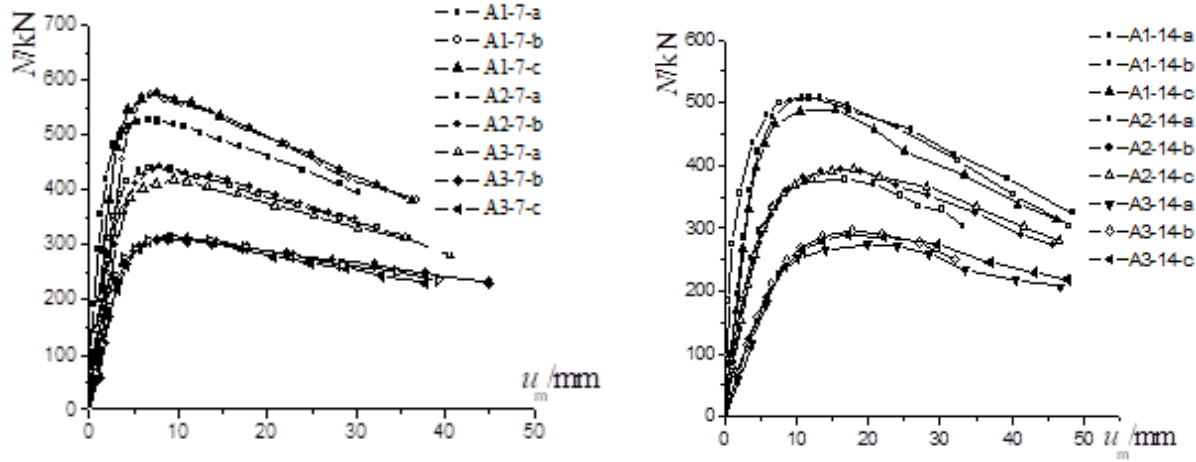
### Influence of Thickness to Width ratio

In the early stage of loading and by using different  $t/D$  ratios, the load versus deformation curves in the middle of columns have shown almost similar slope (figure 8 (a)). But in a later stage of loading, these curves showed a clear separation (figure 8 (b)). Thus; as the  $t/D$  increases, the slopes of the curves increase, as well as the ultimate bearing capacity of the columns. This

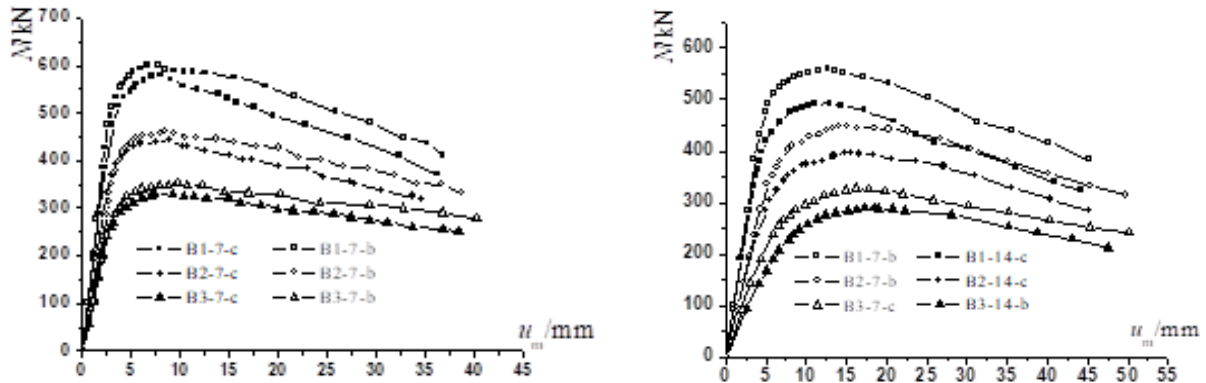
behavior certifies the growth of the confinement effect achieved by increasing  $t/D$  ratio on LAC core, has improved specimen's strength by developing extra moment of resistance in the compression zone, with the progress of Poisson's ratio.

### **Influence of Length to Width Ratio**

Figure 9 shows the influence of length to width ratio on the columns with  $L/D > 3$ . At the initial loading stage, specimen's materials have displayed elastic behavior concurrent with small lateral deformation, and small additional moment caused by the lateral deformation under eccentric load. In elastic-plastic stage additional moment occurred, due to the growing of the specimen's longitudinal deformation as a result of  $L/D$  ratio increasing, hence, smaller ascending slope and lower bearing capacity were achieved.



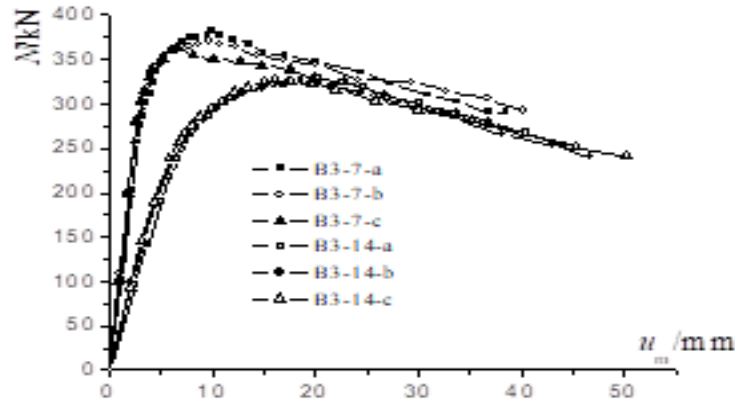
**Figure 7: N- $\varepsilon$  for different eccentricity ratios**



(a)

(b)

**Figure 8: N- $u_m$  for different  $t/D$  ratios**



**Figure 9: N-um for Different L/D Ratios**

### Comparison and Analysis of Ultimate Bearing Capacity of Columns

The feasibility of currently available design codes in predicting the bearing capacity of LACFT columns subjected to eccentric compression load, evaluated by comparing the calculated values according to the references 7, 8 and 9 with the ones gained from experiment. Table 3 shows, the calculated bearing capacities of LACFT columns which calculated according to the references 7, 8 and 9 are underestimated, applicable and have a good agreement in compare with the test results ones respectively. Therefore, it is possible to say the formulas of the references: 7, 8 and 9 capable to estimate the bearing capacity of the LACFTs columns.

### Conclusion

The following observations and conclusions are made based on the limited test results described in this paper.

1. The greater the eccentricity ratio, the less the ultimate bearing capacity, therefore the influence of large eccentricity; the bearing capacity and rigidity decreased, while the ductility performance effectively improved.
2. The greater the thickness to width ratio, the greater the ascending slope of the curves, as well as increased the ultimate bearing capacity.
3. Length to width ratio has great effect on the columns with  $L/D > 3$  but has no or has negligible effect on the columns with  $L/D \leq 3$ . Moreover, load versus deformation curves by different L/D ratio have smaller ascending slope hence lower bearing capacity achieved.

4. Comparisons are made with the predicted column strength using the existing codes such as AISC-LRFD (1999), CHN DBJ 13-51-2003 (2003) and CHN CECS 28:90, the calculated bearing capacities of LACFT by AISC-LRFD are underestimated in compare to that of the test results due to the neglect of steel tube confinement effect, while the calculated value of CHN DBJ 13-51-2003 (2003) are applicable with slightly overestimated values for  $L/D \geq 14$ , but the values predicted by CHN CECS 28:90 have a good agreement with the experimental results with slightly overestimated values for  $L/D \geq 14$  too.
5. In present it has not yet been launched a calculation formula for the LACFT bearing capacity; therefore, the formulas of the references (AISC-LRFD 1999), (DBJ13-51 2003) and (CECS 28:90 1990) can be adopted to estimate the eccentricity bearing capacity of the LACFT columns.
6. More experimental investigations are needed to setup new formulas which are able to figure out the problem of the design of composite columns fabricated from lightweight aggregate concrete filled in steel tube.

**Table 3: The Calculated Bearing Capacities of LACFT**

Columns	Test mean	AISC-LRFD 1999		DBJ13-51 2003		CECS 28:90 1990	
	$N_u(kN)$	$N(kN)$	$N/N_u$	$N(kN)$	$N/N_u$	$N(kN)$	$N/N_u$
A1-3-a,b,c	649.63	306.16	0.471	522.47	0.804	628.23	0.967
A2-3-a,b,c	531.73	232.51	0.437	421.09	0.792	500.06	0.94
A3-3-a,b,c	400.90	170.86	0.426	326.03	0.814	383.69	0.957
B1-3-a,b,c	706.30	326.23	0.476	563.97	0.797	687.06	0.973
B2-3-a,b,c	582.16	258.47	0.444	452.87	0.778	546.51	0.939
B3-3-a,b,c	423.56	191.90	0.453	350.23	0.827	417.05	0.985
A1-7-a,b,c	559.48	304.04	0.543	464.97	0.831	502.80	0.899
A2-7-a,b,c	428.81	231.30	0.539	370.50	0.864	400.58	0.934
A3-7-a,b,c	314.12	170.21	0.542	284.38	0.905	306.98	0.977
B1-7-a,b,c	591.83	296.36	0.501	382.26	0.646	399.53	0.675
B2-7-a,b,c	437.44	226.82	0.519	302.66	0.692	318.30	0.728
B3-7-a,b,c	354.45	167.77	0.473	231.75	0.654	243.92	0.688
A1-14-a,b,c	503.79	333.62	0.662	504.99	1.002	550.14	1.092
A2-14-a,b,c	390.74	256.93	0.658	402.96	1.031	437.68	1.120
A3-14-a,b,c	295.75	191.06	0.646	309.69	1.047	334.97	1.133
B1-14-a,b,c	524.34	324.18	0.618	418.85	0.799	437.16	0.834
B2-14-a,b,c	434.43	251.29	0.578	333.07	0.767	347.79	0.801
B3-14-a,b,c	330.65	187.92	0.568	256.10	0.774	266.17	0.805
<b>Average</b>			<b>0.531</b>		<b>0.824</b>		<b>0.914</b>
<b>S.D</b>			<b>0.078</b>		<b>0.114</b>		<b>0.136</b>



## **References:**

- AISC (1999), American Institute of Steel Construction, "Load and Resistance Factor Design (LRFD) Specification for Structural Steel Buildings. Chicago (IL)".
- Bohai, Ji; Ming, Yang; Jiashu, Chen (2006). Confinement effect and strength criterion of lightweight aggregate concrete confined by steel tube, *Bridge Constr.*, (4), 11 – 14.
- CECS (1990), Construction Standard Committee of China, "Chinese Specification for the Design and Construction of Concrete-Filled Steel Tubular Structures" CECS 28:90, Planning Publishing House of China Beijing. (In Chinese).
- Dalin, Liu; Gho, Wie-Min; Jie, Yuan (2003). Ultimate capacity of high-strength rectangular concrete-filled steel hollow section stub columns, *J. Constr Steel Res*, 59:1499–515, 2003.
- DBJ (2003). Fuzhou University, "Technical Specification for Concrete-Filled Steel Tubular Structures" DBJ13-51-2003, Fujian Province. (In Chinese).
- Linhai, Han and Youfu, Yang (2004). *Modern Concrete filled steel tubular structures*, 1st edition, China building industry Press, Beijing China. (In Chinese)
- Mouli, M.; Khelafi, H. (2007). Strength of short composite rectangular hollow section columns filled with lightweight aggregate concrete, *J. Eng. Struct.*, (29), 1791-1797.
- Shams, M.; Saadeghvaziri, M.A. (1997). State of the art of concrete-filled steel tubular columns, *ACI Struct J*, 94(5), 558–71.
- Wei, Zuobin; Liu, Xiliang(1993). The fundamental function studies of steel tube cover hoop ceramicist concrete, *Proceedings of '93 China Steel's, steel - concrete composite structure Association 4th Annual Meeting*, Guangzhou.



## Analysis of Tow-Way Slab Using Yield Line Method

**Fathelrahman M. Adam, HythamMakawiS., Mohamed GamarS.**

Department of civil Engineering, Faculty of Engineering and Technology, Nile Valley University

**Corresponding Author:** [fatah@nilevalley.edu.sd](mailto:fatah@nilevalley.edu.sd)

[fat470@yahoo.com](mailto:fat470@yahoo.com)

### ABSTRACT

This paper deal with the yield line analysis of orthotropic reinforced concrete two-way slab under the effect of uniformly distributed pressure load. The analysis was based on the method developed by Johansson, in which a general formula was derived to calculate the ultimate positive bending moment for the long span. The general formula depends mainly on the geometric dimensions resulting from the yield lines pattern as well as the moment's coefficients that have been used to relate the calculated moments with other moments. The moment's coefficients have been derived numerically using STAAD-Pro Software by adopting nine cases of boundary conditions with using different spans ratios range from 1.0 to 2.0. For the nine cases and with using different spans ratios, the ultimate bending moments have been calculated using yield line method. The results obtained were compared by one that extracted from the BS8110 Code as well as those obtained using STAAD-Pro Software.

***Keywords:*** *Yield line method, two-way slab, analysis of slab, slab moment's coefficients.*

## تحليل البلاطات ثنائية الاتجاه بطريقة خط الخضوع

فتح الرحمن محمد ادم، هيثم مكاوي سيدو محمد قمر الدين سليمان

قسم الهندسة المدنية، كلية الهندسة والتقنية، جامعة وادي النيل

المؤلف المرسل: fat470@yahoo.com

### مُسْتَخْلَص

تعنى هذه الورقة بتحليل خط الخضوع للبلاطة اتجاهين من الخرسانة المسلحة تقع تحت تأثير الحمل الموزع بانتظام على مساحة البلاطة. اعتمد التحليل على الطريقة التي تبناها يوهانسون، والتي استنتجت فيها صيغة عامة لحساب أقصى عزم انحناء موجب بالبحر الطويل. تعتمد الصيغة العامة بشكل أساسي على الأبعاد الهندسية الناتجة عن نمط الانهيار لخطوط الخضوع بالإضافة إلى معاملات العزوم التي استخدمت للربط بين العزم المحسوب والعزوم الأخرى. تم اشتقاق معاملات العزوم رقميًا باستخدام برنامج STAAD-Pro من خلال تبني تسع حالات من الحالات الحدودية باستخدام نسب أطوال بحور مختلفة تراوحت من 1.0 إلى 2.0. بالنسبة للحالات التسعة ومع استخدام نسب البحور المختلفة، تم حساب عزوم الانحناء الحدية باستخدام طريقة خط الخضوع. وتمت مقارنة النتائج التي تم الحصول عليها مع نتائج استخرجت من المدونة BS8110 بالإضافة إلى تلك التي تم الحصول عليها باستخدام برنامج STAAD-Pro.

**كلمات مفتاحية:** طريقة خط الخضوع، البلاطات ثنائية الاتجاه، تحليل البلاطات، معاملات العزوم للبلاطات

## **Introduction**

The reinforced concrete slabs are important structural members because they carry the transverse loads of the buildings directly and in turn, it resists these loads by bending action either in one direction or in two directions. Slabs are classified according to the supporting conditions and according to their composition to many different types. The analysis of slabs is somewhat complex and there are many methods used in the analysis of slabs, including analytical methods and numerical methods, based on the properties of concrete in terms of elasticity and/or plasticity. The ACI, BS8110 and European Standards, established coefficients for calculating bending moments and shear forces for various slab cases according to the supporting conditions. But using these coefficients is subject to conditions that must be met prior to use. One method that has recently been used and found acceptable in the British, European and American Standards is the Yield Line Method, which is the method classified as ultimate limit state method. The yield line is economically advantageous because the moment calculated by it is less than the calculated by any other methods.

Yield-line analysis for slabs was initiated by Ingerslev (1923) and was extended greatly by Johansen (1943, 1949) (Gong *et al.*, 2011). Its main application to reinforced concrete slabs whose structural characteristics are dominated by yielding of the steel reinforcement (Thavalingamet *et al.*, 1998). The guidance document produced by the U.K. Concrete Centre (Kennedy and Goodchild 2004) discusses the many benefits of yield-line design, in particular highlighting the highly economic reinforcement layouts that can result from its application (Kennedy and Goodchild, 2004) though it should be noted that the method considers flexural failure only, and serviceability considerations, which will sometimes govern the design, are not considered (He *et al.*, 2017). Due to the upper-bound behaviors of the yield-line method, a yield-line patterns will often need to be explored, which can be time-consuming. Furthermore, there is often the concern that the critical pattern may have been missed, and consequently that an unsafe load carrying capacity has been computed (Gilbert *et al.*, 2015). The basic assumption of the yield-line theory, first developed by Johansen, is that a reinforced concrete slab, similar to a continuous beam or frame of a perfectly plastic material, will develop yield hinges under overload, but will not collapse until a mechanism is formed (Johansen, 1962 and Hsueh, 1966).

To get yield line solution, there may be several possible valid yield line patterns that could apply to a particular configuration of a slab and loading. However, there is one yield line pattern that gives the highest moments or least load at failure (Kennedy and Goodchild, 2004). The solution can be carried out by the equilibrium method, in which equilibrium equations are written for each plate segment, or by the virtual-work method, in which some part of the slab is given a virtual displacement and the resulting work is considered.

In yield line the slab can be described as isotropic slab if the same amount of bottom reinforcement both ways, or orthotropic slabs which have different amounts of reinforcement in the two directions (Kennedy and Goodchild, 2004).

A 10% margin on the ultimate moments should be added to two-way slabs to allow for the effects of corner levers (Kennedy and Goodchild, 2004; Adilet *et al.*, 2016).

STAAD Pro is a general-purpose program for performing the analysis and design of a wide variety of types of structures. The modeling and analysis of a slab and other surface entities like walls are modeled using plate elements which are using generation method for generating the finite element model.

In this work, an analysis of two-way reinforced concrete slab has been done and the solution was carried out using virtual work method by adopting general case of slab probable different cases of slabs according to the supporting conditions as reported by the BSI (1997) BS8110.

### **Aims and Objectives**

This paper aims to analyze two-way reinforced concrete slab using yield line theory in order to:

1. Express a general formula for bending moment through following the procedure of yield line method.
2. Deduce the moment's coefficients through studying the relation between the two-way slab bending moments using STAAD-Pro Software.
3. Calculate the ultimate bending moments for the two-way slabs using the general formula and compared the results obtained with those obtained using STAAD-Pro and BS8110 Code.

### **The Yield Line Theory**

At failure, the yield lines divide the slab into several segments and all rotations take place in yield lines. By choosing some convenient point as point of maximum deflection  $\delta$  and normally is assumed as unit value and according to the principle of virtual load, external work done by applied loads is equated to the internal work done along yield-lines as shown in Equation 1.

$$\sum w \delta = \sum m l \theta \quad (1)$$

where:

$w$  is the Load acting within a particular segment

$\delta$  is the vertical displacement of the load  $w$  on each segment expressed as a fraction of unity

$m$  is the moment or moment of resistance of the slab per meter run represented by the reinforcement crossing the yield line

$l$  is the length of yield line or its projected length onto the axis of rotation for that segment

$\theta$  is the rotation of the segment about its axis of rotation

The moment across the yield lines being a maximum value, the correct yield pattern, corresponding to a load  $w$  will give a maximum value of  $m$  from Equation 1 as compared to other patterns. If a type of pattern is assumed in accord with the support conditions and characterized by a number of unknown parameters  $x_1, x_2, \dots, x_n$  Equation 1 can be written by:

$$m = f(x_1, x_2, \dots, x_n) \quad (2)$$

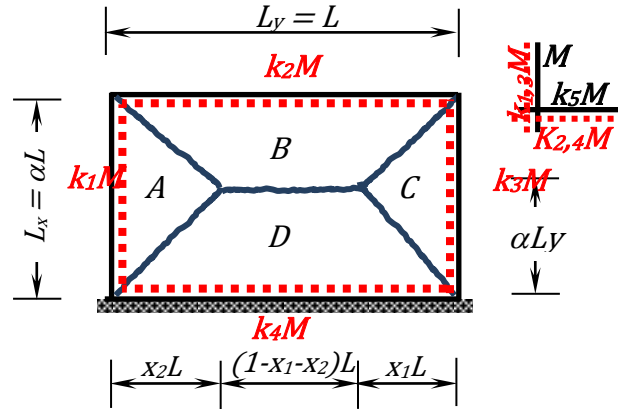
The correct yield pattern then is formed by the maximum criteria:

$$\frac{\partial f}{\partial x_1} = 0, \quad \frac{\partial f}{\partial x_2} = 0, \dots, \quad \frac{\partial f}{\partial x_n} = 0 \quad (3)$$

The final yield moment  $m$  is determined by substituting the corresponding parameter values into Equation 2.

### **General Cases for Uniformly Loaded Two-Way Slabs:**

The general cases of uniformly loaded two-way slabs will be considered. The slabs will be considered to be orthotropically reinforced. The slab and the yield line pattern are shown in Figure 1. All edges of slab are assumed to be fixed and the ultimate negative moments and ultimate positive moment for short span are defined in terms of positive moment for long span.



**Figure 1: Yield Line Pattern for the General Case of Two-Way Slab**

where:

$\alpha$  is the ratio between 0.5 – 1.0 used to calculate short span as a ratio of long span.

$L$  and  $\alpha L$  are the dimensions of slab, long span ( $L_y$ ) and short span ( $L_x$ ) respectively.

$x_1L$ ,  $x_2L$ , and  $\alpha L_y$  are unknown dimensions define the location of yield lines.

$k_1$ ,  $k_2$ ,  $k_3$ , and  $k_4$  are the fixity ratios for the four edges also can be defined as the negative moment coefficients.

$k_5$  is the positive moment coefficient for short span

$M$  is the ultimate positive bending moment per unit length for the long span.

$A$ ,  $B$ ,  $C$ , and  $D$  are the slab segments due to yield line pattern.

— is the axis of rotation for the positive moment.

..... is the axis of rotation for the negative moment.

In order to generate the nine cases as stated by BS8110 code, the four edges can be altered between fixed and simply supported. The case of a simply supported edge can be obtained by putting the fixity ratio equal to zero. A fixed edge means continuous edge with a negative moment. And a simply supported edge means discontinuous edge with zero negative moment.

### Moment's Coefficients:

According to Kennedy and Goodchild (2004) and Johansen (1962), the moment's coefficients are assumed to be chosen by the designer firstly. In this paper, the fixity coefficients at edges as well as the moment's coefficient for the short span are estimated by studying results obtained using finite element method through using STAAD-Pro software. Nine cases were adopted attempting different edges conditions, as well as different ratios between the two spans of the slab using



parameter ( $\alpha$ ), ranged between 0.5 and 1.0. The positive moment for the long span is the lowest moment among others, so is taken as the base for obtaining the moment's coefficients which are calculated according to Equation (4).

$$\begin{aligned} k_1 = k_3 &= \frac{M_y(Neg)}{M_y(Pos)} ; \quad k_2 = k_4 = \frac{M_x(Neg)}{M_y(Pos)} ; \\ k_5 &= \frac{M_x(Pos)}{M_y(Pos)} \end{aligned} \quad (4)$$

where:

$k_1$  to  $k_5$  as shown in Figure (1).

$M_x$  is the moment for the short span.

$M_y$  is the moment for the long span.

In order to express the values of the moment's coefficients in an easy and practical way, a link was obtained between them and spans ratios using a specialized program CurveExpert, and the best model that has been found to relate them is a quadratic formula as shown in Equation (5).

$$\left. \begin{aligned} k_1 = k_3 &= 0.21 + 1.68R - 0.48R^2 \\ k_2 = k_4 &= -2.74 + 5.41R - 1.09R^2 \\ k_5 &= -1.53 + 3.0R - 0.47R^2 \end{aligned} \right\} \quad (5)$$

where  $R$  is span ratio for slab

$$R = \frac{L_y}{L_x} = \frac{L}{\alpha L} = \frac{1}{\alpha}$$

### General Formula for Bending Moment:

According to the yield line pattern shown in Figure 1, the bending moment can be derived by applying the concepts of virtual work and substituting in Equation 1. The internal and external work done can be obtained by follow the same procedure stated in most of the References listed, at final the following expressions were obtained.

$$Total\ Internal\ Work\ Done = \frac{\alpha M(1 + k_1)}{x_2} + \frac{\alpha M(1 + k_3)}{x_1} + \frac{M(k_2 + k_5)}{\alpha(1 - y)} + \frac{M(k_4 + k_5)}{\alpha y} \quad (6)$$

$$Total\ External\ Work\ Done = \frac{1}{6} \alpha \omega L^2 (3 - x_1 - x_2) \quad (7)$$

By applying Equations (6) and (7) in Equation (1), the bending moment is found as shown in Equation (8).

$$M = \frac{w(\alpha L)^2}{6} \left( \frac{(3 - x_1 - x_2)}{t_1 + t_2 + t_3 + t_4} \right) \quad (8)$$

where:

$$t_1 = \frac{\alpha^2(1 + k_1)}{x_2} ; t_2 = \frac{\alpha^2(1 + k_3)}{x_1}$$

$$t_3 = \frac{(k_2 + k_5)}{(1 - y)} ; t_4 = \frac{(k_4 + k_5)}{y}$$

The ultimate bending moment can be calculated according to the values of parameters  $x_1$ ,  $x_2$  and  $y$  which have been estimated using the concept explained in Equation (3).  $y$  is given by Equation (9) and totally is dependent on moment's coefficients.  $x_1$  and  $x_2$  are calculated simultaneously using Equation (10) and using excessive calculation aided by spreadsheets in order to give ultimate value of  $M$ .

$$y = \frac{-b - \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a} \quad (9)$$

where:

$$a = k_4 - k_2 ; b = -(2k_4 + 2k_5) ;$$

$$c = (k_4 + k_5)$$

$$x_1 = \frac{-b - \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a} \quad (10)$$

where

$$a = (-s(1 + k_1) - x_2 y(k_2 + k_5) - x_2(1 - y)(k_4 + k_5))$$

$$b = -2(sx_2(1 + k_3)) ; c = sx_2(1 + k_3)(3 - x_2)$$










### Calculation of the Ultimate Bending Moments for the Different Cases of the Slab:

The cases taken here were the nine cases listed in BS8110, these cases are shown in Table 1. For the different values of the span's ratios (R) which ranged between 1.0 and 2.0, the moment's coefficients have been determined covering the nine cases of the slab using Equation (5). Again, the Curvexpert program was used to relate the yield line dimensions  $x_1$ ,  $x_2$  and  $y$  with R and the










Equations obtained were listed in Table 2. The positive bending moments for the long span can be calculated using Equations (8), (9) and (10) and for simplification, quadratic equations dependent on R have been derived and listed in Table 2. The values of bending moments obtained were used to calculate the other bending moments using Equation (11).

$$\begin{aligned} M_x(Pos) &= k_5 M_y(Pos); \\ M_x(Neg) &= k_{2.4} M_y(Pos); \\ M_y(Neg) &= k_{1.3} M_y(Pos) \end{aligned} \quad (11)$$

**Table 1: The Nine Cases of Slab According to BS8110**

Case No.	Description	Figure
1	Interior panels (4-Edges Continues)	
2	One short edge discontinuous	
3	One long edge discontinuous	
4	Two adjacent edges discontinuous (Corner)	
5	Two short edges discontinuous	
6	Two long edges discontinuous	
7	Three edges discontinuous (one long edge continuous)	
8	Three edges discontinuous (one short edge continuous)	
9	Four edges discontinuous	

**Table 2: Equations for Calculating Yield Line Dimensions and the Ultimate Positive Moment for Long Span for the Nine Cases**

Case	y	$x_1$	$x_2$	M
	0.5	$x_1 = 1.050 - 0.717R + 0.153R^2$	$x_2 = x_1$	$M = 0.024 - 0.007R + 0.001R^2$
	0.5	$x_1 = 0.874 - 0.692R + 0.165R^2$	$x_2 = 1.230 - 0.900R + 0.202R^2$	$M = 0.035 - 0.017R + 0.004R^2$
	0.62	$x_1 = 1.070 - 0.663R + 0.133R^2$	$x_2 = x_1$	$M = 0.020 + 0.003R - 0.001R^2$
	0.62	$x_1 = 0.852 - 0.612R + 0.136R^2$	$x_2 = 1.260 - 0.840R + 0.175R^2$	$M = 0.036 - 0.009R + 0.001R^2$
	0.5	$x_1 = 0.954 - 0.760R + 0.179R^2$	$x_2 = x_1$	$M = 0.048 - 0.028R + 0.006R^2$
	0.5	$x_1 = 1.080 - 0.581R + 0.103R^2$	$x_2 = x_1$	$M = 0.010 - 0.024R + 0.007R^2$
	0.62	$x_1 = 1.05 - 0.813R + 0.190R^2$	$x_2 = x_1$	$M = 0.053 - 0.023R + 0.004R^2$
	0.5	$x_1 = 0.884 - 0.572R + 0.118R^2$	$x_2 = 1.31 - 0.776R + 0.149R^2$	$M = 0.041 - 0.004R$
	0.5	$x_1 = 1.15 - 0.84R + 0.19R^2$	$x_2 = x_1$	$M = 0.053 - 0.007R$

### Verification of the Ultimate Bending Moments produced by Yield Line Method:

The ultimate bending moments obtained by using yield line theory were compared with those obtained by using STAAD-Pro Software and with those extracted from the BS8110. The comparison has been done using graphs include all nine cases and samples of these graphs were illustrated as shown in Figures (2-7).

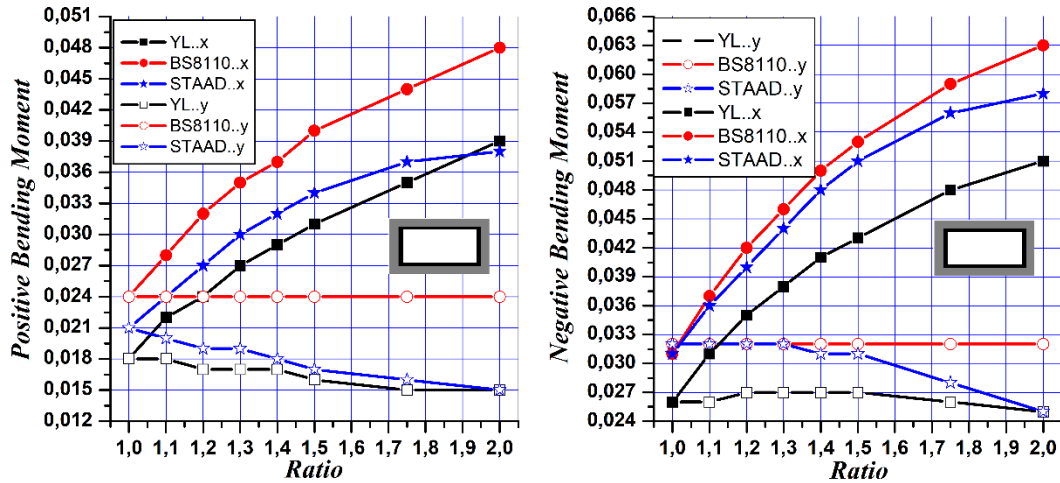


Figure 2: Bending Moment for Interior Slab

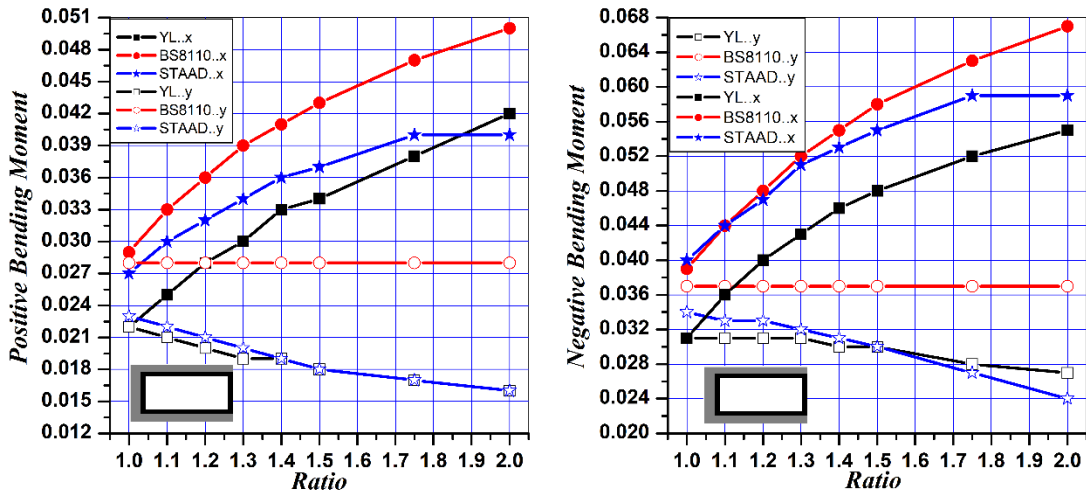


Figure 3: Bending Moment for One Short Edge Discontinuous Slab

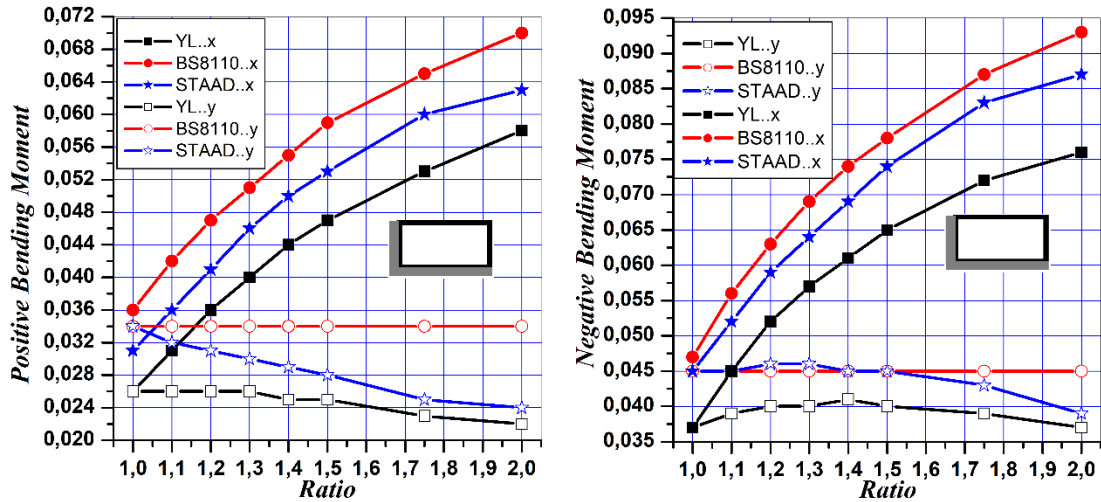


Figure 4: Bending Moment for Two Adjacent Edges Slab

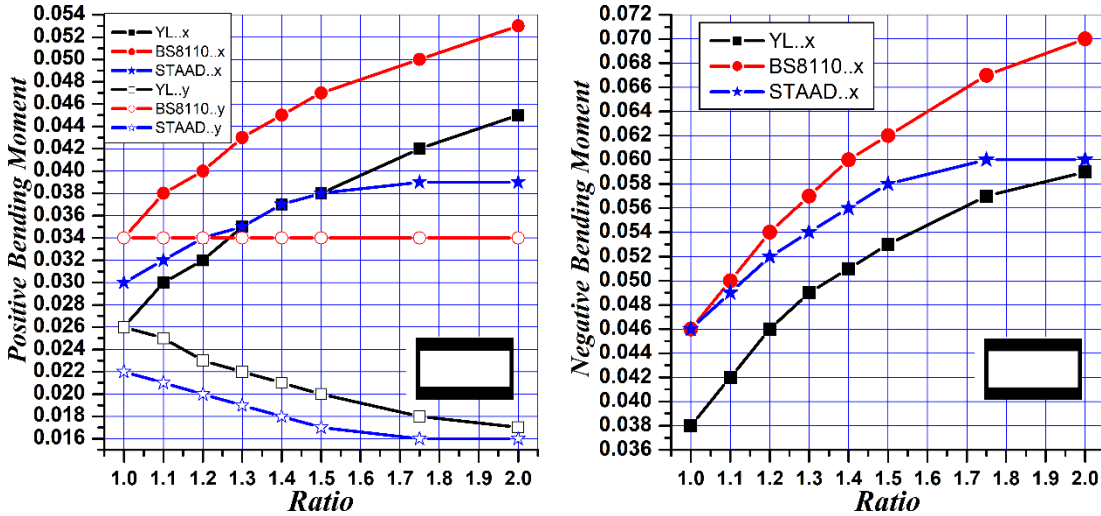


Figure 5: Bending Moment for Two Short Edges Discontinuous Slab

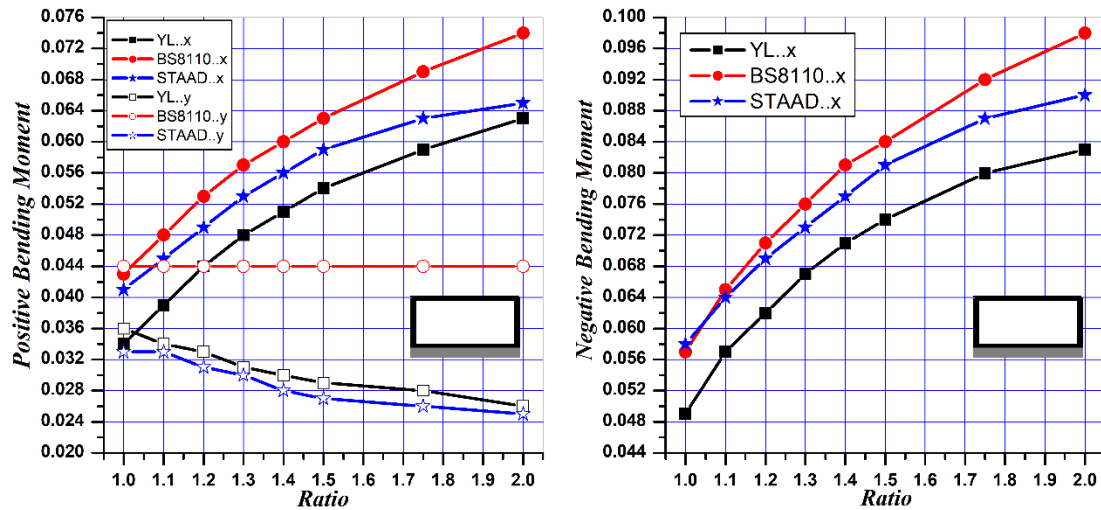
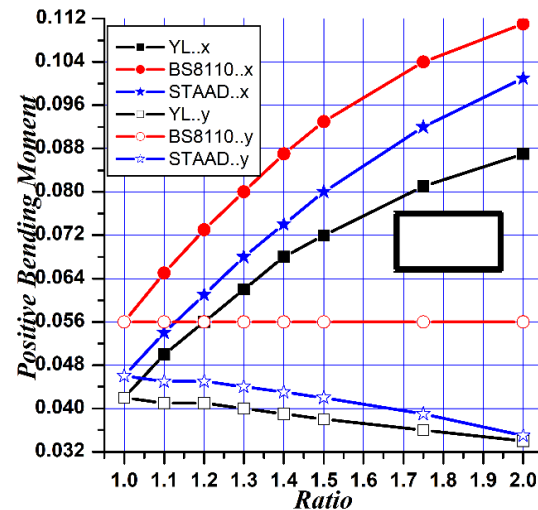


Figure 6: Bending Moment for One Long Edge Continuous Slab



**Figure 7: Bending Moment for Four Edge Discontinuous Slab**

For the Figures 2-7, the notations used in the legends are defined as follows.

*YL.x, YL.y* are referred to the moment calculated according to the yield line theory along short span and long span respectively.

*BS8110.x, BS8110.y* are referred to the moment extracted from BS8110 Code along short span and long span respectively.

*STAAD.x, STAAD.y* are referred to the moment Calculated using STAAD Pro Software along short span and long span respectively

### Results and Discussion:

As clear from the above figures, the bending moments obtained using yield line theory, it is found always less than those obtained by BS8110 and STAAD-Pro by an amount range between 15% to 30%. This is consistent with the literature reviewed which emphasized that the moment obtained using yield line is more economical than that obtained by any other method. The bending moment for short span, it always increases with the span ratio increased, while for the long span it found decreases, this is in line with the well-known concept of the two-way slab. It is optional to calculate the bending moments, either using the simplified equations listed in Table 2 or extracted it directly from the figures.

### Conclusion:

The yield line theory has been conducted in this paper for the two-way reinforced concrete slab. A general case of the slab has been analyzed and the calculations were carried out to estimate the values of yield line dimensions firstly and then the ultimate bending moments can be calculated. The bending moment for the long span is always is the less one. Because of this reason, all the slab moments were taken as a ratio to this moment. The calculated dimensions, as well as the bending moment, have been articulated with the span's ratios, by quadratic equations which lead to simple calculations.

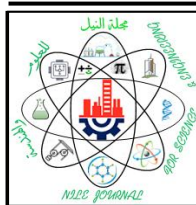
According to the results obtained, we concluded that:

- The Bending moment calculated using yield line theory is more economical than the other methods.
- For the short span, the average percentage difference between the ultimate positive moment obtained by using yield line and by using BS8110 is about 22% less.
- For the long span, the average percentage difference between the ultimate positive moment obtained by using yield line and by using BS8110 is about 30% less.
- For the short span and long span, the average percentage difference between the ultimate negative moment obtained by using yield line and by using BS8110 is about 15% less.

## **References:**

- Adil. A.M.; Fathelrahman, M.A, Izeldein, J.I. (2016). Investigation of Ultimate Resisting Moment of Reinforced Concrete Slabs Systems Using Yield Line Theory. BS8110 and Computer Software", IJREAT, Volume 4, Issue 1, pp. 37-44.
- BSI (1997). BS8110, Part 1: Code of practice for design and construction. BSI, 2<sup>nd</sup> edition.
- Gilbert, Matthew; He, Linwei; Pritchard, Thomas (2015). The yield-line method for concrete slabs: automated at last. The Structural Engineer, 93 (10), pp. 44-48.
- Gong, Jinxin; Zhang, Yanqing and Han, Shi (2011). Ultimate Bearing Capacity of Reinforced Concrete Slab Carrying Concentrated Load. Journal of Engineering Mechanics, ASCE, Vol. 137, No. 12, pp. 877–886.
- He, Linwei; Gilbert, Matthew; ASCE, M.; Shepherd, Marcus (2017). Automatic Yield-Line Analysis of Practical Slab Configurations via Discontinuity Layout Optimization. J. Struct. Eng, ASCE, 143(7).
- Hsueh, Pei-Kao (1966). The yield-line theory for concrete slabs. MSc Thesis, Kansas State University. Manhattan, Kansas.
- Johansen, K.W. (1962). Yield Line Theory. Cement and Concrete Association, London.
- Kennedy, G., and Goodchild, C.H.(2004). Practical yield-line design. Concrete Centre, Surrey, U.K.
- Thavalingam, A.; Jennings, A.; McKeown, J.J.; Sloan, D. (1998). A computerized method for rigid-plastic yield-line analysis of slabs. Computers and Structures, 68, pp 601-612.





## Estimation of Irrigation Demand Using GIS and Remote Sensing as Assisting Tools in River Nile State, Sudan

**Hassan E. Alsayim<sup>1</sup>, Salah Ahmed Ali<sup>2</sup>, Aboubaker A. Osman<sup>2</sup> and Abdelazim M. Ali<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> Department of Agricultural Engineering, Faculty of Agriculture, Nile Valley University

<sup>2</sup> Department of Civil Engineering, Faculty of Engineering & Technology, Nile Valley University

**Corresponding Author:** [alsayim101@nilevalley.edu.sd](mailto:alsayim101@nilevalley.edu.sd)

[alsayim101@yahoo.com](mailto:alsayim101@yahoo.com)

### ABSTRACT

The agriculture is the major consumer of fresh water. Most farmers are supplying more water than is crop required. In wide areas, remote sensing techniques may improve the estimates of water use since they provide global coverage, varied temporal and spatial resolution. The main objective of this study is to use satellite-based remote sensing (RS) data and geographic information system (GIS) as assistant tools for estimating crop water requirements and irrigation system demand for the large-scale areas. About 630,000 hectares to the Eastern South of Atbara River was chosen as study area. The metrological data were collected from six nearby metrological stations surrounding the study area. Satellite images were used to characterize soils and physiography supports by auger samples collected from each 25×25 Km<sup>2</sup>, as soil samples taken from two depths 0-30 cm and 30-90 cm. All soil samples were tested and used for determination of various soil properties. CropWat software from FAO was used to estimate crop water requirements. Crop coefficients (K<sub>c</sub>) for various major crops were estimated according to FAO recommendations. Three cropping patterns for the irrigated area were defined and discussed. The maximum water needs for the three options are almost the same. The maximum monthly water requirement is in August for the three options. The worst condition is 1012 million-m<sup>3</sup> month<sup>-1</sup> (1606 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup> month<sup>-1</sup>). Thus, the discharge needs to satisfy the highest water demands is 33.7 mm<sup>3</sup> day<sup>-1</sup> (53.5 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup> day<sup>-1</sup>) in average of 14 working hours per day and the total discharge needed is about 670 m<sup>3</sup> s<sup>-1</sup> (0.00106 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup> s<sup>-1</sup>). Therefore, it is concluded that use of RS & GIS with CROPWAT software offers a reliable tool to estimate crop water requirements irrigation system demand for the large-scale area.

**Keywords:** Crop water requirements, Metrological data, Remote Sensing

## تقدير احتياج الري باستخدام نظم المعلومات الجغرافية والاستشعار عن بعد كأدوات مساعدة بولاية نهر النيل - السودان

حسن الحاج الصانم<sup>1</sup>، صلاح أحمد علي<sup>2</sup>، أبوبكر أحمد عثمان<sup>2</sup> وعبد العظيم محم علي<sup>1</sup>

<sup>1</sup>قسم الهندسة الزراعية، كلية الزراعة، جامعة وادي النيل

<sup>2</sup>قسم الهندسة المدنية، كلية الهندسة، جامعة وادي النيل

المؤلف المرسل: [alsayim101@yahoo.com](mailto:alsayim101@yahoo.com)

### مُستخلص

الزراعة هي المستهلك الرئيسي للماء العذب، معظم المزارعون يقومون بتخزين الماء بقدر يزيد عن استهلاك الزرع. في معظم الأماكن من المحتمل أن تقوم تقنية الاستشعار عن بعد بتحسين تقدير كمية الماء المطلوبة حيث توفر التغطية العالمية، الترتيب الزمني المتعدد والتحديد المكاني. الهدف الرئيس لهذه الورقة هو استخدام بيانات الاستشعار عن بعد (RS) المستند على الأقمار الصناعية ونظام المعلومات الجغرافية (GIS) كأدوات مساعدة لتقدير احتياجات المحاصيل للماء ومطلوبات أنظمة ري المساحات الشاسعة. لهذه الدراسة، تم اختيار منطقة تقع جنوب شرق نهر عطبرة بمساحة 630,000 هكتار. تم تجميع بيانات الإحصاء الجوي من ست محطات للإحصاء الجوي محيط بمنطقة الدراسة. استخدمت صور الأقمار الصناعية لتصنيف التربة وتموضعها وتم تدعيم ذلك بأخذ عينات بالحفر بالبريمة من كل 25 × 25 كم<sup>2</sup>، حيث تم أخذ العينات من عمقين 0-30 سم و 30-90 سم. كل العينات أجريت عليها التجارب وتم تحديد خصائص التربة لها. تم استخدام برنامج الكروب-وات من منظمة الفاو لتقدير احتياجات المحاصيل للمياه. تم تقدير معامل المحاصيل لمختلف المحاصيل الرئيسية وفقاً لمتطلبات منظمة الفاو. تم تحديد ومناقشة ثلاثة أنماط للمساحة المروية. الاحتياج الأقصى للمياه للخيارات الثلاثة هو نفسه تقريباً. أسوأ حالة هي الاحتياج 1012 مليون متر مكعب شهرياً (1606 م<sup>3</sup> لكل هكتار في الشهر) وبالتالي، يحتاج التفريغ إلى تلبية أعلى طلب للمياه بمقدار 33.7 مم<sup>3</sup> في اليوم (53.5 م<sup>3</sup> لكل هكتار باليوم) بمتوسط 14 ساعة عمل باليوم والتفريغ الكلي يحتاج حوالي 670 م<sup>3</sup> في الثانية (0.00106 م<sup>3</sup> لكل هكتار بالثانية). وبذلك نخلص إلى أن استخدام (RS) و (GIS) مع برنامج الكروب-وات يوفر أداة ذات موثوقية مستخدمة لتقدير حاجة المحاصيل للمياه حسب مطلوبات أنظمة ري الأراضي الشاسعة

**كلمات مفتاحية:** متطلبات المحاصيل للمياه، بيانات الارصاد الجوي، الاستشعار عن بعد

## Introduction

Irrigation is one of the most important inputs for efficient and sustainable agricultural production. On the other hand, irrigation water is limited and scarce in many areas of the world. Heermann and Solomon (2007) and Gontia and Tiwari (2010) stated that the agriculture sector is the major consumer of fresh water. Generally, farmers are supplying water more than crop requirement. Thus, better estimation of irrigation water demand is crucial for efficient water use, so water could be saved for future generations. The crop database on physiological characteristics of the crop and soil database as information on soil properties including texture, bulk density, water holding capacity, and soil depth are required for any calculation of water demand.

To achieve water conservation, Parmar and Gontia (2016) concluded the necessity that farmers should adopt new technologies for estimating crop consumptive use, more accurately crop evapotranspiration (ET<sub>c</sub>) to represents crop water requirement. Adamala *et al.* (2016) defined that a useful method to estimate crop water requirements is to multiply reference evapotranspiration (ET<sub>o</sub>) by a crop coefficient ( $K_c$ ) and this method can be done easily with the assistance of GIS and remote sensing techniques.

Romaguera *et al.* (2014) reported that remote sensing techniques may improve the estimates of water use since they provide global coverage, varied temporal and spatial resolution and broad information compared to traditional techniques that need large number of variables and parameters, requiring, in many cases, time consuming operations. Such methods allow characterizing the physical processes and monitoring crops in appropriate space and time scales. At the regional scale, other works, Bastiaanssen and Bos (1999) and D'Urso *et al.* (2012) used remote sensing to evaluate irrigation performance.

The *most* common methodologies for ET estimation from remotely sensed imagery are those based on vegetation indexes (VI) and soil water balance (SWB). That was suitable for cropped lands. However, for non-cropped lands other approaches may be more practical.

Bastiaanssen *et al.* (2005) and Reyes-Gonzalez *et al.* (2017) outline the Satellite-based remote sensing as an alternative to estimate crop water requirement and its spatial and temporal distribution on a field-by-field basis at a regional scale. These remote sensing based methods have been shown to be accurate. Muthanna and Amin (2003); Todorovic and Steduto (2003);

Suresh *et al.* (2012) concluded that utilization of geographic information systems (GIS) integrated with other special applications can be a solution for irrigation management.

This paper describes the use geographic information system (GIS) and, satellite-based remote sensing (RS) data compiled with terrestrial soil and meteorological inputs as assistant tools, for estimating irrigation demand for the large-scale area.

## **Materials and methods**

The studied area (630000 ha) is located at the eastern border of River Nile State between 1,786,980-1,889,000 m North and 630,180-701,350 m East. About 102 kilometers length and 71 kilometers in width (Figure 1). The mean altitude is 387 m above sea level.

For the monthly climate parameters thirty years' measurements were collected from six nearby metrological stations surrounding the studied area, namely Atbara, Hudeiba, Shendi, New Halfa, Aroma and Derudeb (CLIMWAT2). ArcMap 9.3 and ArcView 3.1a were used to process the above climate data.

The Topography map of study area was derived from RS data (Digital Elevation Model SRTM90) using GIS program (Figure 2).

Hydrological data for Atbara River for the years 2002-2012 were collected from Egyptian irrigation office (Atbara).

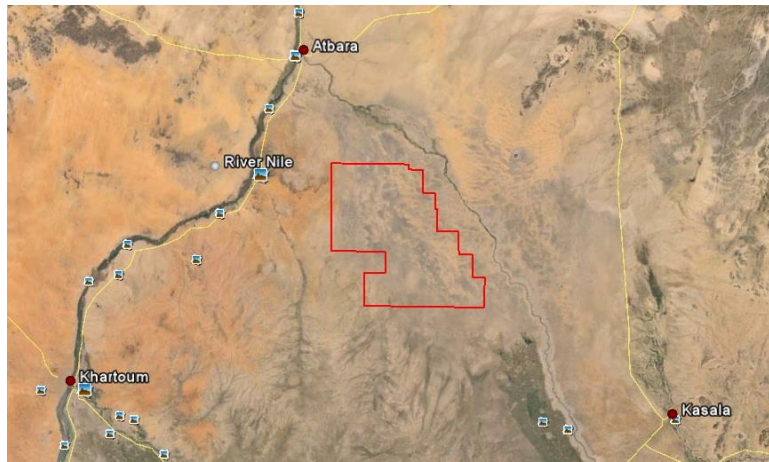
The calculation of reference evapotranspiration (ET<sub>o</sub>) is based on the Food and Agriculture Organization (FAO) Penman-Monteith method (CropWat8). For the suggested crops the total periods, growth stages and planted dates, regional research recommendations were used. Crops coefficient, critical depilation, maximum rooting depths and yield response factors; FAO recommendations were considered.

Food and Agriculture Organization (FAO) CropWatprogram was used to design and management the irrigation scheme. Crop coefficients (K<sub>c</sub>) for various major crops was estimated according to FAO methods.

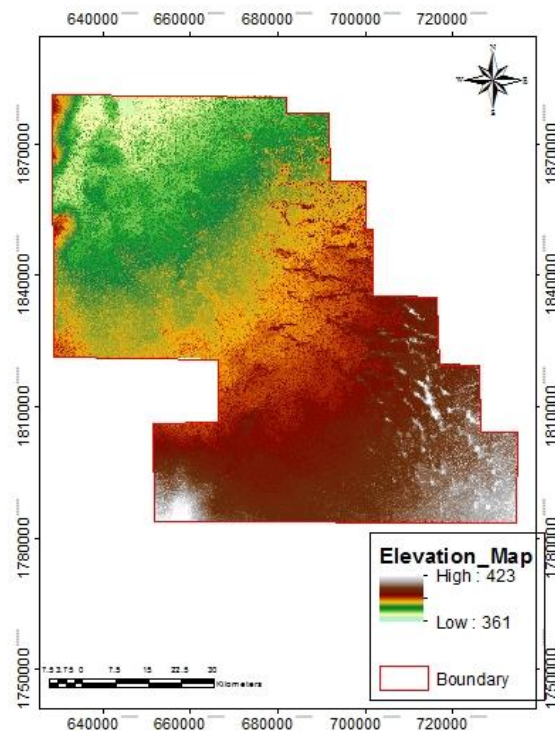
Three croppingpatterns for the irrigated area were suggested. Monthly water requirements for the three cropping patterns were defined using CropWat8. Then the monthly water requirements were compared with monthly average yield for Atbara River.

Twelve quadratic working zones of studied area were identified from A-L (Figure 3). One hundred Auger samples were collected from each 25×25 Km Quadrate, soil samples were taken

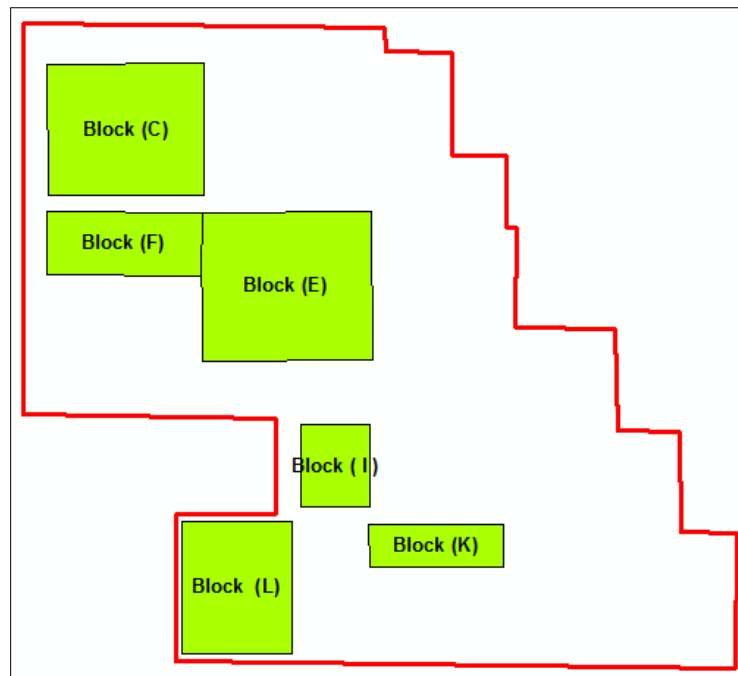
from two depths 0-30 cm and 30-90 cm. The distance between each auger holes was 2.5 kilometers along and between lines. Each auger hole was marked by GPS to be transferred to GIS maps.



**Figure 1. Spatial image of study area**



**Figure 2. Topography map of studied area**



**Figure 3. Quadratic working zones of studied area**

The main crops that could be cultivated in the irrigated area was proposed due to consideration being given to irrigation possibilities, climatic limitations and land potential.

The digital elevation model (DEM) was further processed by Arc Map 9.3 to determine slopes of the studied area.

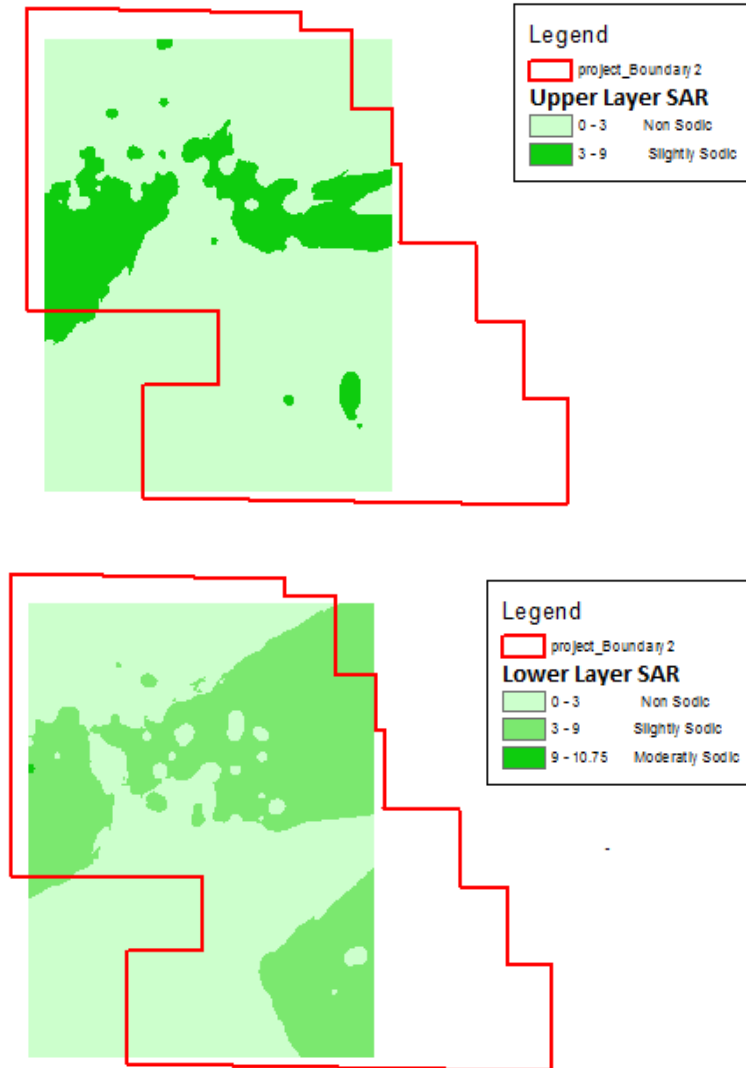
### **Results and discussion**

The results of soil survey indicated that quadrate A, D, G, J and part of H were identified as sandy soils equal to 33% of the total area which was estimated as 630000 hectares. Differences in chemical properties detected between southern and northern parts like salinity and sodicity were distinguished as a factor of rainfall insufficiency and rainfall runoff towards low cantor areas.

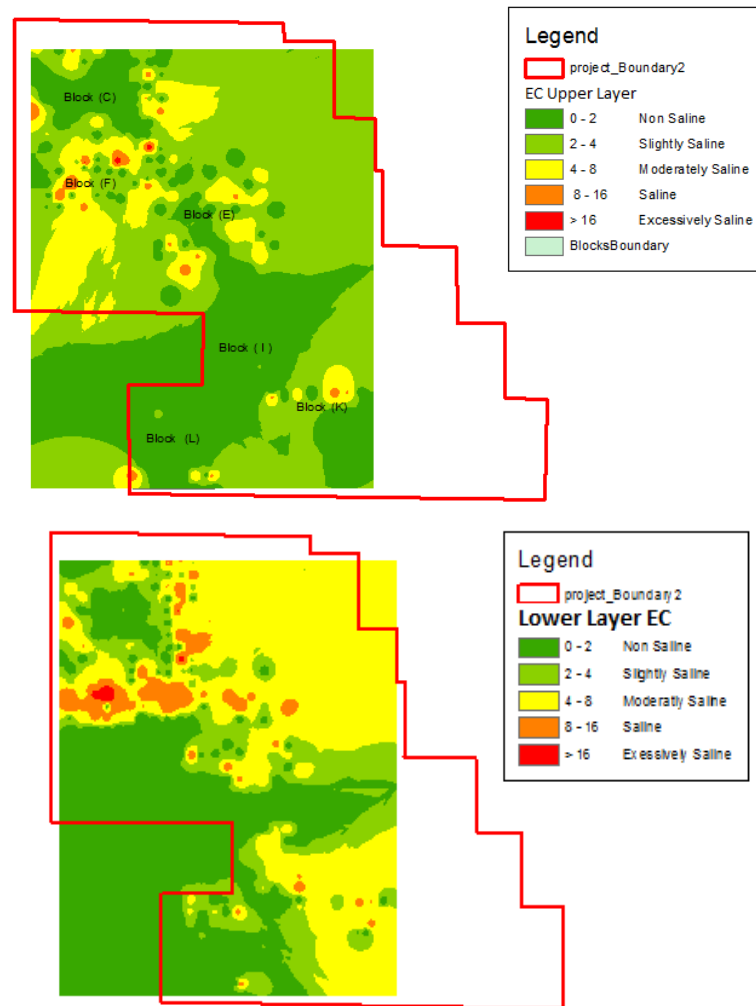
Since soils in this area are of gentle sloping in the manner that can suit gravity irrigation. Set of limitations were used to categorize soil suitability including high sodicity range, high salinity range, shallow soil depth, problems of drainage, presence of large quantity of gravels, erosion hazards and fertility limitations.

The soil data were transferred to a geographical information system (GIS) and the distribution of sodicity and salinity were identified in maps Figures 4 and 5, respectively. The results of sodicity classes of top and subsoil indicated that 66 % of the studied area was nonsodic while 11 % was sodic. The distribution of salinity (Map Figure 5) characterized more than 60 % of the studied

area in the range of 0 - 8 EC which can easily be leached to suit agricultural production. From spatial image of normal different soil colors darker areas represent vertisols and verticariidsols (clay soil) and light colors represent sandy soils. Field verification for deferent soil categories were then taken to determine the textural classes and other physical and chemical properties according to United States Department of Agriculture (USDA) procedures.



**Figure 4. Sodicity classes of top and subsoil**



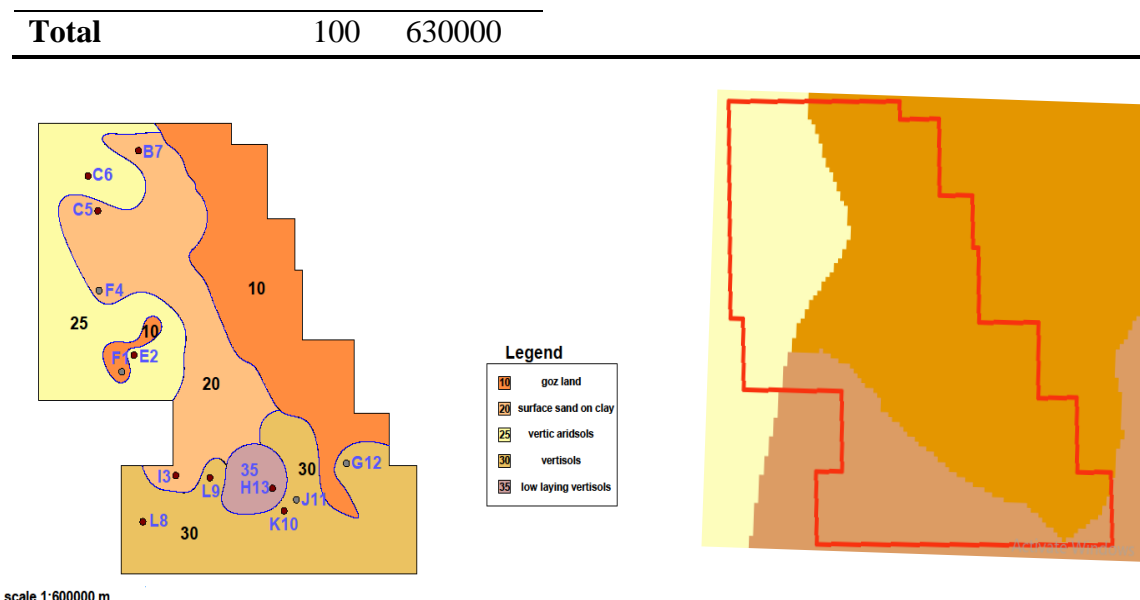
**Figure 5. Salinity maps of top and subsoil**

The texture of the soil according to United States Department of Agriculture (USDA) was classified and presented in Figure 6. According to the suitability classes for Agricultural production, most soils of the studied area with the exception of the Goz lands in Block A, D, and G could be classified in class II and III (Table 1).

**Table 1. Area classification according to suitability for agricultural production**

Area	%	Hectares	Remarks
<b>Class II soils</b>	66	415800	Nonsalinenonsodic leveled lands, poor in fertility and with low organic content
<b>Class III soils</b>	11	69300	With relatively high salinity and or sodicity leveled lands
<b>Class VI soils</b>	33	207900	Sandy Goz lands





\* USDA suitability classification

**Figure 6. Soil classification according to USDA Department of Agriculture**

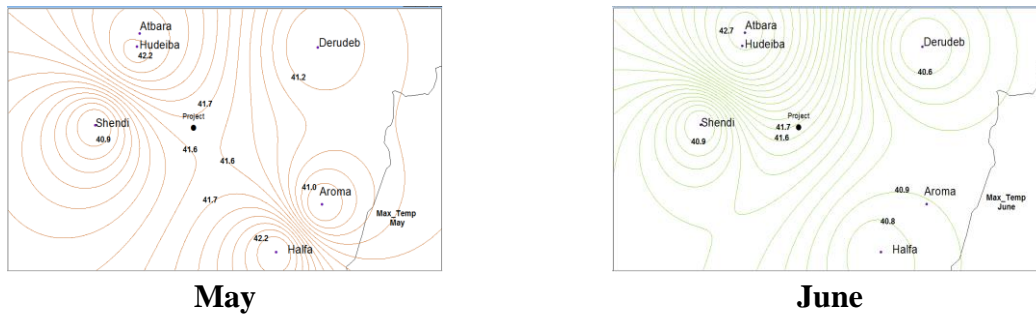
The monthly climate parameters values for the studied area together with their coordinates using interpolation procedure formed 60 iso maps. Climate parameters obtained include temperature, rainfalls, relative humidity, winds and sun shine hours. The developed iso maps simplify the estimation of data required for ETo calculation which is agreed with Savva and Frenken (2002).

Figures 7 and 8 show the monthly maximum and minimum temperature isoclines maps (C°) for the studied area. The results of maximum and minimum temperatures obtained peak values of 41.7 °C mean maximum temperatures through May and June and 14.2 °C as a mean minimum temperature in January (Figure 9).

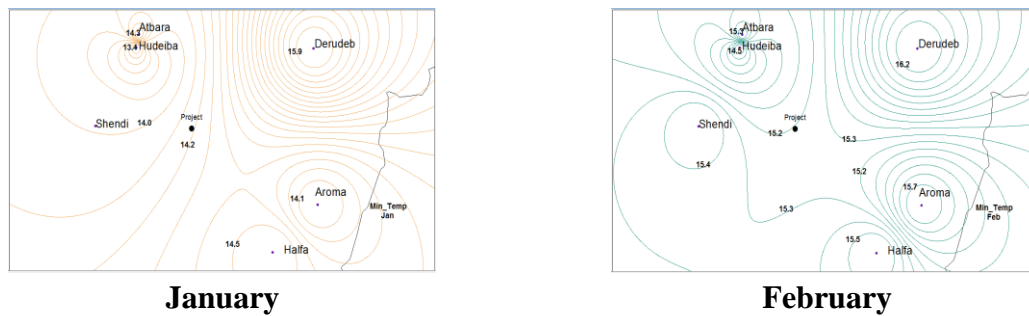
Other monthly iso-climate parameters maps for each station developed in the same manner. The rains during the period of November up to March almost null in all stations and it is not applicable to produce isoclines maps, however the rains data for the studied area were interpolated and presented in Figure 10.

From the isocline maps, the relative humidity (RH) data were interpolated. The results represent moderate values of RH in rainy months 33 and 39 % during July and August, respectively. Also, winter months (December and January) showed relatively higher RH (38 %). On the other hand, the lowest value of RH registered in April and May 21%. The extracted results for wind speed showed maximum and minimum wind speed in July 268 km day<sup>-1</sup> and October 190 km day<sup>-1</sup>, respectively. The isocline maps of the sun shine hours data were interpolated. The

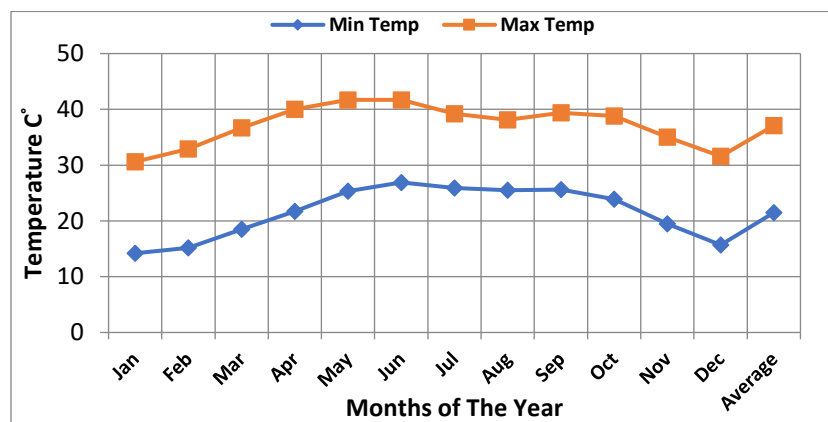
results obtained indicated that the sun shine hours ranged from 8.8 to 10.4 hrs. Then the extracted data were processed with CROPWAT 8.0 to estimate ETo over the studied area (Figure 11). The results added that the highest value for ETo is 9.38 mm day<sup>-1</sup> recorded in June while the lowest value registered in January 5.53 mm day<sup>-1</sup>.



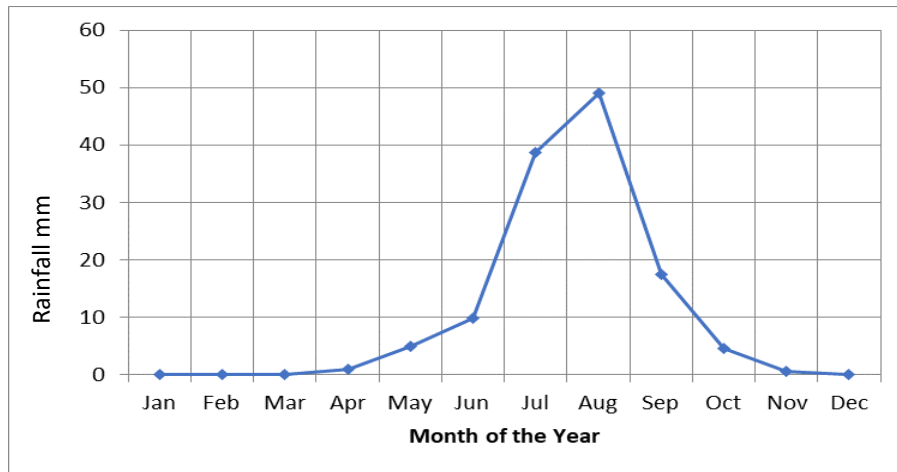
**Figure 7. Sample of monthly isocline maps of maximum temperature (C°)**



**Figure 8. Sample of monthly isocline maps of minimum temperature (C°)**



**Figure 9. The distribution of maximum and minimum temperatures through the year at studied area**



**Figure 10. The distribution of rains over the studied area throughout the year**

The monthly ETo values for the studied area were used together with crop characteristics to calculate the irrigation requirements for suggested crops. The maximum water needs for the three options are almost the same. Tables 2, 3 and 4 show the summary of the total monthly water needs by each crop and the total water requirement. The crop pattern option 1 was found to be the preferable and optimum opportunity. The maximum monthly water requirement is in August for the three options. The worst condition is  $1012 \text{ million m}^3 \text{ month}^{-1}$ . Thus, the discharge needs to satisfy the highest water demands is  $33.7 \text{ Mm}^3 \text{ day}^{-1}$  in average of 14 working hours per day and the total discharge needed is about  $670 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$ .

## Conclusions

Designing irrigation system to estimate water demand and crop water requirement in large-scale areas needs huge climatic, edaphic, topographic and hydrological information. How and where to use this information to obtain reasonable result is time consuming work. Utilization of geographic information systems (GIS) integrated with other applications can be a solution for irrigation system design. This paper indicated the usefulness of geographic information system (GIS) and satellite-based remote sensing (RS) as assistant tools for estimating crop water requirements and irrigation system demand for the large-scale area.

Monthly ETo Penman-Monteith - untitled

Country: Sudan Station: Project

Altitude: 287 m. Latitude: 16.70 °N Longitude: 34.60 °E

Month	Min Temp	Max Temp	Humidity	Wind	Sun	Rad	ETo
	°C	°C	%	km/day	hours	MJ/m <sup>2</sup> /day	mm/day
January	14.2	30.6	38	233	9.4	19.3	5.53
February	15.2	32.9	30	244	9.8	21.7	6.58
March	18.5	36.7	24	250	9.9	23.7	7.88
April	21.7	40.0	21	224	10.4	25.5	8.45
May	25.3	41.7	21	207	10.1	25.0	8.51
June	26.9	41.7	23	257	9.6	24.0	9.38
July	25.9	39.2	33	268	9.0	23.1	8.67
August	25.5	38.1	39	219	8.8	22.9	7.53
September	25.6	39.4	34	209	9.1	22.7	7.58
October	23.9	38.8	30	190	9.3	21.4	6.99
November	19.5	35.0	33	200	9.7	20.0	6.17
December	15.7	31.6	38	240	9.4	18.7	5.71
Average	21.5	37.1	30	228	9.6	22.3	7.42

Figure 11. Monthly ETo calculated using FAO Penman-Monteith equation

Table 2. Crops pattern option 1

Crops \ Month	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Total (Mm <sup>3</sup> Month <sup>-1</sup> )	Total Area (Hectare)
Broad Bean	605									155	525	863	2148	2,797
	151									39	131	216	537	
Common Bean	769	87								124	466	860	2306	2,797
	192	22								31	116	215	577	
SORGHUM Grain						389	845	990	673				2896	16,782
						583	1268	1484	1009				4344	
Groundnut						251	785	1131	819	37			3022	33,564
						752	2355	3393	2456	111			9067	
Sunflower							410	843	1099	895	85		3331	11,188
							410	843	1099	895	85		3331	
Sesame							451	950	1042	331			2774	39,158
							1577	3325	3647	1158			9708	
Total W/REQ. (Mm <sup>3</sup> Month <sup>-1</sup> )	38	2	0	0	0	147	617	995	903	246	37	47	3032	
Available Water (Mm <sup>3</sup> Month <sup>-1</sup> )	37	159	164	177	150	490	2060	4845	2709	279	118	93	11188	

**Table 3. Crops pattern option 2**

<b>Month</b> <b>Crops</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>	<b>11</b>	<b>12</b>	<b>Total</b> <b>(Mm<sup>3</sup> Month<sup>-1</sup>)</b>	<b>Total Area</b> <b>(Hectare)</b>
Wheat	819.4	908.9	497.3								122.2	333.1	<b>2680.90</b>	5,594
	409.7	454.5	248.7								61.1	166.6	<b>1340.45</b>	
Broad Bean	605									155	525	863	<b>2148</b>	2,797
	151									39	131	216	<b>537</b>	
Common Bean	769	87								124	466	860	<b>2306</b>	2,797
	192	22								31	116	215	<b>577</b>	
SORGHUM Grain						389	845	990	673				<b>2896</b>	22,376
						777	1690	1979	1346				<b>5792</b>	
Groundnut						251	785	1131	819	37			<b>3022</b>	22,376
						501	1570	2262	1637	74			<b>6045</b>	
Sunflower							410	843	1099	895	85		<b>3331</b>	22,376
							820	1685	2198	1790	170		<b>6663</b>	
Sesame							451	950	1042	331			<b>2774</b>	22,376
							901	1900	2084	662			<b>5547</b>	
Total W/REQ. (Mm <sup>3</sup> Month <sup>-1</sup> )	83	52	27	0	0	141	548	861	799	286	54	66	2916	
Available Water (Mm <sup>3</sup> Month <sup>-1</sup> )	37	159	164	177	150	490	2060	4845	2709	279	118	93	11188	

**Table 4. Crops pattern option 3**

<b>Month</b> <b>Crops</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>	<b>11</b>	<b>12</b>	<b>Total</b> <b>(Mm<sup>3</sup> Month<sup>-1</sup>)</b>	<b>Total Area</b> <b>(Hectare)</b>
Broad Bean	605									155	525	863	<b>2148</b>	2,797
	151									39	131	216	<b>537</b>	
Common Bean	769	87								124	466	860	<b>2306</b>	2,797
	192	22								31	116	215	<b>577</b>	
SORGHUM Grain						389	845	990	673				<b>2896</b>	27,970
						971	2113	2474	1682				<b>7240</b>	
Groundnut						251	785	1131	819	37			<b>3022</b>	27,970
						627	1963	2828	2047	93			<b>7556</b>	
Sunflower							410	843	1099	895	85		<b>3331</b>	11,188
							410	843	1099	895	85		<b>3331</b>	
Sesame							451	950	1042	331			<b>2774</b>	33,564
							1352	2850	3126	993			<b>8321</b>	
Total W/REQ. (Mm <sup>3</sup> Month <sup>-1</sup> )	38	2	0	0	0	176	642	989	875	226	37	47	3032	
Available Water (Mm <sup>3</sup> Month <sup>-1</sup> )	37	159	164	177	150	490	2060	4845	2709	279	118	93	11188	

**References**

- Adamala, E.; Rajwade, Y.A. and Reddy, Y.V.K. (2016). Estimation of wheat crop evapotranspiration using NDVI vegetation index. *Journal of Applied and Natural Science*, vol. 8, no. 1, pp. 159–166.
- Bastiaanssen, W.G.M.; Noordman, E.J.M.; Pelgrum, H.; Davids, G.; Toreson, B.P. and Allen, R.G. (2005). SEBAL model with remotely sensed data to improve water-resources management under actual field conditions. *Journal of Irrigation and Drainage Engineering*, vol. 131, no. 1, pp. 85–93.
- Bastiaanssen, W.G.M. and Bos, M.G. (1999). Irrigation performance indicators based on remotely sensed data: A review of literature. *Irrig. Drain. Syst*, 13, 192–211.
- D'Urso, G.; De Michele, C. and Vuolo, F. (2012). Operational irrigation services from remote sensing: The irrigation advisory plan for the campania region, Italy. In: *Remote Sensing and Hydrology*; Neale, C.M.U., Cosh, M.H., Eds.; Int. Assoc. Hydrological Sciences: Wallingford, WA, USA; Volume 352, pp. 419–422.
- Gontia, N.K. and Tiwari, K.N. (2010). Estimation of crop coefficient and evapotranspiration of wheat (*Triticumaestivum*) in an irrigation command using remote sensing and GIS. *Water Resources Management*, vol. 24, no. 7, pp. 1399–1414.
- Heermann, D.F. and Solomon K.H. (2007). Efficiency and uniformity, design and operation of farm irrigation systems, vol. 5, pp. 108–119, 2007.
- Muthanna, G. and Amin, M.S.M. (2003). Irrigation planning using geographic information system: a case study of Sana'a Basin, Yemen. *Management of Environmental Quality: An International Journal*, 16 (4), 347–361.
- Parmar, H.V. and Gontia, N.K. (2016). Remote sensing based vegetation indices and crop coefficient relationship for estimation of crop evapotranspiration in Ozat-II canal. *Journal of Agrometeorology*, vol. 18, no. 1, pp. 137–139.
- Reyes-Gonzalez, J.; Kjaersgaard, T.; Trooien Hay, C.; and Ahiablame, L. (2017). Comparative Analysis of METRIC Model and Atmometer Methods for Estimating Actual Evapotranspiration. *International Journal of Agronomy*, vol. 2017, pp. 1–16.
- Romaguera, M.; Krol, M.S.; Salama, M.S.; Su, Z. and Hoekstra, A.Y. (2014). Application of a Remote Sensing Method for Estimating Monthly Blue Water Evapotranspiration in Irrigated Agriculture. *Remote Sensing*, Vol. 6, 10033-10050.
- Suresh, Babu A.V.; Shanker, B.M. and Rao, V.V. (2012). Satellite derived geospatial irrigation performance indicators for benchmarking studies of irrigation systems. *Advances in Remote Sensing*, 1, 1–13.
- Todorovic, M. and Steduto, P. (2003). A GIS for irrigation management. *Physics and Chemistry of the Earth*, 28 (4), 163–174.



**Nile Valley University Publications**  
**Nile Journal for Sciences and Engineering (NJSE)**

(ISSN: 1858 – 7059)

Volume 01, NO. 01, 2022

<http://www.nilevalley.edu.sd>



## مدي قدرة استخدام نظم المعلومات الجغرافية في تطوير قطاع التعدين في السودان

عماد الدين محمد احمد محمد، السمانى عبدالمطلب، ادم احمد عبدالله حسين

جامعة عبد اللطيف الحمد

المؤلف المرسل: [emad.nss90@gmail.com](mailto:emad.nss90@gmail.com)

### مُسْتَخْلَص

أصبحت تقنية نظم المعلومات الجغرافية (GIS) رائدة وعنصر مهم جداً في كافة المجالات والموارد الطبيعية والصناعية. ولأهمية هذه التقنية تم في هذه الورقة التطرق إلى مدى إمكانية استخدامها في قطاع التعدين في السودان. تم عرض عدد من الدراسات المختلفة داخل وخارج السودان التي تطرقت لها هذه التقنية ومدى إمكانية استخدامها و أسهامها في تطوير قطاع التعدين، من خلال برمجيات نظم المعلومات الجغرافية بحزمها الثلاث وهي (Arc map – Arc Tools – Arc catalog) حيث أن (Arc map) هو التطبيق المركزي في Arc GIS. فنجد أن كل الدراسات العالمية اوضحت اهمية وفعالية استخدام نظم المعلومات الجغرافية في تطوير قطاع التعدين بالرغم من انها كانت تعالج مشكلة عدد محدود من المعادن، ولا يوجد دراسات واضحة عن مدي استخدامها في قطاع التعدين في السودان بصورة كبيرة، أي لم يتم استخدام تقنية نظم المعلومات الجغرافية في تحديد المعادن في السودان وهو الامر الذي تطرقت له الدراسة ومدى اهميتها في تطوير وتنظيم قطاع التعدين في السودان. تمثلت اهم النتائج بعمل أطلس لكل المعادن الموجودة في ولاية نهر النيل محلية بربر وتوفير قاعدة بيانات ممتازة وحية مربوطة بمواقع تلك المعادن علي الخريطة والشركات التي تعمل علي التعدين في تلك المعادن ومن ثم يمكن تعميم الفكرة علي كافة ولاية السودان الامر الذي يعمل علي تنظيم قطاع التعدين بصورة ممتازة مما يسهم في زيادة العائد المادي من قطاع التعدين، كما توفر معلومات تساعد في اتخاذ القرارات من قبل الجهات العليا.

**الكلمات المفتاحية:** نظم المعلومات الجغرافية، GIS، الاستشعار عن بعد، التعدين، المعادن، الترسيم، نظم المعلومات

# The Ability of Using Geographic Information Systems to Develop the Mining Sector in Sudan

Emadeldeen M. Ahmed, Elsamani Abdelmutalib, Adam A. Abdalla

Abdelatif Alhamad University

Corresponding Author: [emad.nss90@gmail.com](mailto:emad.nss90@gmail.com)

## ABSTRACT

Geographic Information Systems (GIS) technology has become a pioneer and a very important item in all fields of natural and industrial resources. Due to the importance of this technology, the extent to which it can be used in the mining sector in Sudan has been addressed in this paper. A number of different studies were presented inside and outside Sudan that dealt with this technology and the extent of its use and its contribution to the development of the mining sector, through GIS software with its three packages, namely (Arc map - Arc Tools - Arc catalog), where (Arc map) is the central application in Arc GIS. We find that all international studies have shown the importance and effectiveness of using geographic information systems in developing the mining sector, although they were dealing with the problem of a limited number of minerals, and there are no clear studies on the extent of their use in the mining sector in Sudan in a large way, i.e. Geographic information systems technology is not used to identify minerals in Sudan, which was discussed in the study and its importance in developing and organizing the mining sector in Sudan. The most important results were the making of an atlas of all the minerals present in the Nile River state, Berber locality, and the provision of an excellent and live database linked to the locations of those minerals on the map and the companies that work on mining these minerals, and then the idea can be circulated to all the state of Sudan, which works to organize the mining sector in a manner Excellent, which contributes to increasing the financial return from the mining sector, and provides information that helps in decision-making by the higher authorities.

**Keywords:** Yield line method, two-way slab, analysis of slab, slab moment's coefficients.



## المقدمة:

تعتبر الثروة المعدنية إحدى الركائز الهامة التي تبنى عليها نهضة الأمم والشعوب وكلما تعددت أنواع الثروة المعدنية المتاحة في بلد ما كلما توفرت لذلك البلد إمكانيات اقتصادية هامة مكنته من الاعتماد على الذات، وزادت من مستوى نموه ورفاهية شعبه إذا أحسن استغلال تلك الثروة.

السودان بلد مترامي الاطراف والمساحة ويزخر بثروة معدنية هائلة وبكر مازالت تقبع داخل الارض الا أن في الفترة الاخيرة بدء التوجه نحو التعدين بصورة كبيرة من قبل الشركات والافراد وظهر مصطلح ما يعرف بالتعدين الكبير والصغير والتعدين العشوائي وظهرت كثير من المشاكل والصعوبات الكبيرة التي اصبحت معوقات تحد من استغلال تلك المعادن بصورة صحيحة منها المشاكل البيئية من مخلفات التنقيب والمشاكل الاجتماعية والامنية التي تتمثل في الصراعات علي القطاعات التي تزخر بالمعادن النفيسة كالذهب وغيرها من قبل الشركات والافراد التي تعمل في التنقيب، كذلك تركيز كل الشركات والافراد علي معدن معين كالذهب الامر الذي يشكل فراغ لبعض المعادن التي قد تشكل ثقل كبيرة اذا تم التركيز عليها ، وكل ذلك لأنه لا توجد طريقة أو آلية علمية مناسبة لعرض المعادن ولا توجد خرائط أو مواقع للمعادن والشركات التي تعمل في قطاع التعدين وعدم وجود قاعدة بيانات حقيقية عن المعادن في السودان بصورة واضحة ولا عن اماكن توزيعها ولا الشركات العاملة في هذا القطاع الذي يعتبر من أهم القطاعات التي تمد خزينة الدولة بكثير من الإيرادات .

نظم المعلومات الجغرافية Geographical Information System (GIS) عبارة عن مجموعة من المبادئ والتقنيات الحديثة التي تستخدم في مجالات تطبيقية حية، فكرة الـ (GIS) تعنى في الأساس الحل الأمثل لمشكلة أرضية أو مكانية أو اتخاذ القرار الأمثل أو اختيار الموقع أو المسار الأنسب ... الخ . كل هذه الحلول المثلى كانت هاجس كل الذين يعملون في هذه المجالات من القدم. وتاريخياً كانت محاولات الإنسان في اتخاذ القرار بالبيانات والتقنية المتاحة في الحقب المختلفة فمثلاً: اختيار مواقع المنازل على الشواطئ وفي المكان العالي وقربها من المياه العذبة لضمان صمودها فترة طويلة من الزمن هذا نظام معلومات جغرافي ونسبة لبساطة موضوع المتطلبات وعدم وجود التقنيات الحديثة والحاسب الآلي للوصول للموقع الأمثل. أما الآن ونظراً لتوفر أساسيات اتخاذ القرار بعد مخاض عسير في مجالات التقنية اللصيقة بهذا العلم أصبح اتخاذ القرار بالـ (GIS) اسهل بكثير من قبل (الشافعي، 2009). وتعتمد معالجة اتخاذ القرار على بعض التصميمات وهي أساليب الكميات التي تعتمد عليها عمليات التحليل المكاني للمعلومات، طرق الرسم الآلي للخرائط وأسس تصميم قواعد البيانات.

## الإمكانية الإلكترونية المختلفة للحاسب الآلية

يمتلك نظام (GIS) خصائص ومزايا وقواعد مثل استخدامه في بناء نماذج التضاريس الرقمية لتحليل الظواهر البيئية، وفي التخطيط الجيد والجديد للخدمات الاجتماعية مثل: التعليم والصحة وشبكات الخدمات مثل: المياه والاتصالات والنقل كما يستخدم في المجالات الاقتصادية والتجارية. ولأهمية هذه التقنية تهدف هذه الورقة إلى إلقاء الضوء عليها واستخدامها في تحديد مواقع التعدين بولاية نهر النيل مع التركيز علي الدور الذي يمكن ان يلعبه نظام (GIS) في وضع حلول تقنية وفنية تعالج مشاكل التعدين بصورة عامة والتعدين التقليدي ورسم خريط للاستفادة منها في التخطيط المستقبلي وايجاد حلول لهذه المشاكل وتوفير قاعد بيانات عن المعادن الموجودة في تلك الولاية ومواقعها والمخزون الاستراتيجي لها.

نظم المعلومات الجغرافية (GIS) عبارة عن نظام حاسوبي لجمع (Capture) وإدارة (Manage) ومعالجة البيانات (data Processing) ذات الطبيعة المكانية (Spatial)، ويقصد بالمكانية المعالم الجغرافية (Geographical Features) علي سطح الأرض (Earth Surface) أو معالم اصطناعية كالمباني والطرق و ايضا معالم تشمل الظواهر الطبيعية كالمد و الجذر و التلوث و غيرها.

نظم المعلومات الجغرافية ليست مجرد قرار تلقائي لكنه أداة رئيسية للاستعلام والتحليل والإمداد بالخرائط للتخطيط السليم في صنع القرار فعلي سبيل المثال يمكن البحث عن أفضل مسار بين مدينتين و يمكن تحديد المناطق بالإحداثيات فيصبح من السهل معرفة شكل المنطقة و يستفاد منها في تحديد مواقع التعدين ومدي وفرتها من حيث المنتج والمواد الخام بالنسبة لبعض الصناعات مثل صناعة الاسمنت وتحديد أماكن المواد الخام وجودتها ووفرتها من حيث الكمية و عمل خرائط (Mapping) لها، هذه تقنية عالية جداً تقدمها تطبيقات نظم المعلومات الجغرافية حيث يمكن رسم الخرائط عن طريق تحديد نقاط معينة (وسام، 2008).

تعتمد 80% من أنشطة الحكومات على المعلومات الجغرافية مثل قطاعات الصحة والتعليم والتخطيط والتعدين والاتصالات... الخ. والأنشطة المختلفة مثل بناء الطرق والجسور وإمدادات المياه وجمع النفايات واستخدام الأراضي للزراعة والسكن وشبكات الصرف الصحي... الخ.

لا شك ان المعلومات الجغرافية و بياناتها و المعرفة الجغرافية الجيدة التي يمكن ان تأتي و تتولد بالتعبية و التي تنجم عن حسن استيفاء المعلومات وتنظيم بياناتها، فالمعلومات و البيانات الجغرافية تأتي علي مستويات متداخلة متعددة الأبعاد و متعددة الخصائص و متنوعة الصفات وكما هو معروف فان اي شيء حولنا من موجودات سواء كانت بشرية أو عمرانية أو اقتصادية أو اجتماعية أو طبيعية أو بيئية لها اسم و موقع مرتبط في الاساس نسبيا أو فلكيا و رياضيا بخطوط طول و عرض و بهذا يكون موقعها اكثر تحديدا و دقة و علي

مستويات مختلفة محلية أو اقليمية أو قارية أو عالمية . ويمكن ان تقاس عبر شبكة احداثيات انطلاقا من نقطة صفرية محورية معينة وبمسافات وأبعاد محددة ومعروفة. فلا بد من اوعية تحويها ومخازن تلم شتاتها وقنوات تسهل انتقالها وملفات تصنفها وتجعلها سهلة الوصول والمعالجة (إبراهيم، 2008).

مما سبق ذكره يتضح لنا أهمية نظم المعلومات الجغرافية ومعالجة بياناتها وكيفية تحويل المعلومات المكانية للواقع الحقيقي ومن خلال الآلية الحسابية والتداخل الاسترجاعي بين عدة نظم وتفاعلات المعادلات الحاسوبية فنحن محتاجون لتحديد مستويات دقة متناهية من خلال معالجة بيانات ضخمة ومتنوعة حتى لا تختلف المعلومات المكانية عن الواقع الحقيقي .

### مميزات نظام المعلومات الجغرافية GIS

- يقدم حولا لمشاكل قائمة.
- يساعد في اتخاذ القرارات.
- اداة عرض متطورة.
- النظام الوحيد الذي يربط بين الإحصائيات ومواقعها الحقيقية كما موضح بالشكل (1).



الشكل (1): علاقة نظم المعلومات الجغرافية بالعلوم الأخرى

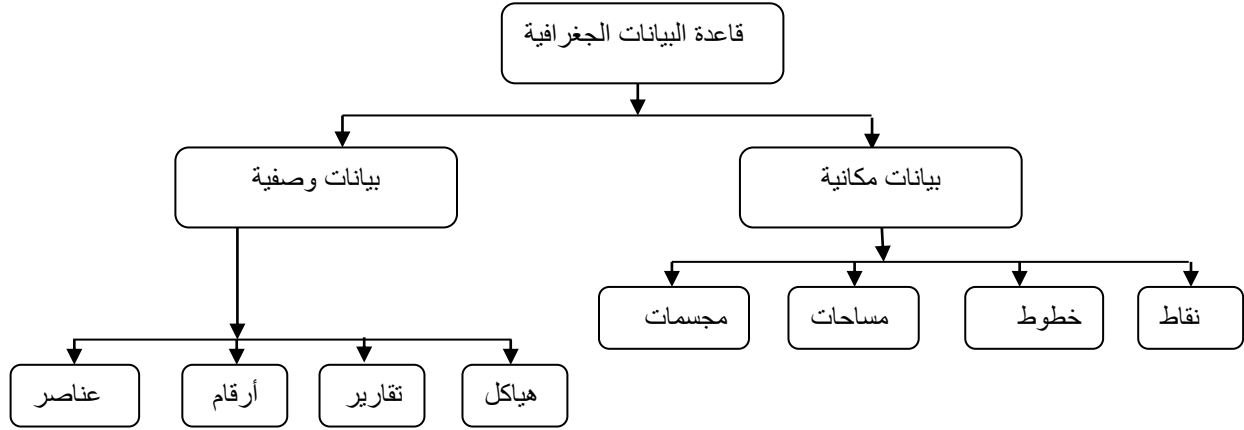
### برمجيات نظم المعلومات الجغرافية

برمجيات نظم المعلومات الجغرافية بحزمها الثلاث وهي (Arc map – Arc Tools – Arc catalog) حيث أن (Arc map) هو التطبيق المركزي في Arc GIS فهو يضم مجموعة من العمليات الهامة في التعامل مع الخرائط مثل عمليات الإضافة والتحليل بالنسبة للخرائط والمسح والإضافة والتصميم والتحليل، ويقدم طرق مختلفة لعرض البيانات المكانية. أنظر الشكل (2).

أما (Arc catalog) يساعد في عمليات تنظيم جمع معلومات (GIS) وهو يضم أدوات لإيجاد المعلومات الجغرافية وعرضها إضافة إلي عرض الجداول الوصفية وتعديلها وتحليلها.

أما (Arc Toolbox) هو تطبيق بسيط يضم معظم أدوات (GIS) المستعملة

والجدير بالذكر أن التطبيقات الثلاثة صممت للعمل معاً في شكل متكامل. فعلي سبيل المثال يمكن البحث عن ملف خريطة في (Arc catalog) ثم يمكن فتح الملف في (arc map) ويمكننا أن نقوم بمسح المعلومات من خلال أدوات المتوفرة في (Arc toolbox).



الشكل (2): المكونات الأساسية لقاعدة البيانات الجغرافية

### المعادن في السودان

أراضي السودان بشكل عام عبارة عن سهل رسوبي منبسط ينحدر قليلاً من الشرق والغرب نحو الوسط وينحدر السهل بأكمله من الجنوب نحو الشمال، تتخلله مرتفعات تغطي أقل من نسبة 5 % من مساحته الإجمالية. وتتنوع تضاريس أرضه:

- سهول غرينية في الوسط كسهول الجزيرة
- صحاري مثل صحراء بيوضة وصحراء النوبة وصحراء العتمور
- شبه صحاري في الشمال
- السافانا الرطبة (الغنية بالحشائش) والجافة في الوسط والجنوب الأوسط والجنوب الشرقي، سلسلة تلال التوائية في الشرق والشمال الشرقي مثل تلال البحر الأحمر، وجبال النوبة في كردفان وجبال الإنقسنا في ولاية النيل الأزرق
- تلال منعزلة في مناطق متفرقة في الوسط مثل تلال القصارف في الشرق وجبل الداير في الغرب.

- جبال بركانية منعزلة في أقصى الغرب والشرق مثل جبل مرة في دارفور وجبال التاكا وجبل توتيل في ولاية كسلا وجبل الميدوب في الركن الشمالي الغربي، بالإضافة إلى شريط ساحلي على البحر الأحمر.

وتتشق أراضي السودان أنهار ووديان وخيران وروافد مائية عديدة، موسمية ودائمة، أشهرها نهر النيل الذي يشكل أهم ظاهرة جيومرفولوجية في السودان إذ يمتد إلى حوالي 1700 من الجنوب إلى الشمال كما يغطي حوض النيل وروافده في السودان حوالي 2.5 مليون هكتار . الشكل (3) توضح تضاريس السودان

### التركيب الجيولوجي للسودان:

نجد ان 50% من مساحة السودان يغطيها مركب من حقب ما قبل الكامبري فيما يغطي الـ 50% الباقية صخور رسوبية، وتتكون وحدات القاعدة من ثلاث مربعات متميزة: جيولوجية السودان تتكون بصورة عامة من ثلاث وحدات صخرية أساسية.

- صخور معقدة الأساس

- الصخور الرسوبية

- الصخور البركانية

تكونت صخور معقد الأساس في أعمار سحيقة تتراوح ما بين 600 الى 2500 مليون سنة تحتوي على أنواع الصخور الآتية بدءاً من الأقدم: صخور الناييس عالية مرتبة التحول ويعلوها سطح عدم توافق مغطي بصخور بركانية ورسوبية متحولة وأفيوليتية وتقطع معقدات صخور الأساس أعلاه متداخلات من الصخور النارية المتنوعة تأثرت كل هذه التكوينات بالتصدعات التكتونية والتراكيب التكتونية المختلفة.

### الصخور الرسوبية:

يغلب في التكوينات الرسوبية وجود صخور الحجر الرملي، الطيني والجيري (ساحل البحر الاحمر) تملأ الصخور الرسوبية منخفضات وأحواض ذات أعماق متفاوتة تفصل بين كتل معقد الأساس تتراوح أعمار الصخور الرسوبية من 600 مليون سنة وحتى الوقت الحالي أهم وأشهر هذه التكوينات الرسوبية: رسوبيات الحجر الرملي النوبي، رسوبيات أم روبة، رسوبيات الجزيرة ورسوبيات ساحل البحر الأحمر.

### الصخور البركانية

تكونت هذه الصخور نتيجة لنشاط بركاني تزامن مع تكوين الأخدود الأفريقي العظيم في العصر الثلاثي وجد هذه التراكمات البركانية في عدة مناطق في السودان أهمها: جبل مرة، وجبل ميدوب في غرب السودان، وصحراء بيوضة في شمال السودان، وفي منطقة القضارف وجبال الحر الأحمر في شرق السودان (عبد الرحمن، الشيخ محمد: 2009 م)

الدراسات الجيولوجية التي تمت حتى الآن أظهرت تنوعاً واسعاً في جيولوجية السودان من حيث البنيات الصخرية والتركيبية والتكوينية.

#### جدول (1): نسبة الذهب في الولايات

المتسلسل	الموقع	الولاية	نسبة الذهب جم/طن
1	الصنقير	نهر النيل	200-1
2	العبيدية	نهر النيل	تصل إلى 60 طن
3	جبيت	البحر الأحمر	1.7 إلى 5.3
4	أبركاتيب	البحر الأحمر	30 – 2.5
5	الترتر	جنوب كردفان	1
6	بلقوة	النيل الأزرق	10
7	حفرة الحاس	جنوب دارفور	4 - 1.5

المصدر: وزارة المعادن 2017

#### أهمية الدراسة

تتمثل أهمية الدراسة في عدد من المحاور:

أتجاه الدولة والمواطن لتتقريب عن الذهب بصورة كبيرة خصوصاً في الولايات الشمالية (ولاية نهر النيل – والولاية الشمالية).

الانتشار والتوسع في صناعة الاسمنت لوجود المواد الخام (الحجر الجيري) بكميات كبيرة في تلك المناطق.

المشاكل الناجمة من التعدين التقليدي المتمثلة في التلوث البيئي والصحة والامن

#### مشكلة الدراسة:

تتمثل مشكلة الدراسة في أن قطاع التعدين في السودان ليست له رؤية واضحة أو ليس هنالك منهجية في عملية التعدين، فلا توجد دراسات مسبقة وواضحة ومحددة عن مدي إمكانية استخدام نظم المعلومات

الجغرافية GIS قطاع التعدين وتطوير ذلك القطاع الامر الذي ينعكس بدوره علي العائدة المادي من ذلك القطاع، ومن المشاكل الكبير التي تواجه عملية التعدين في السودان التعدين العشوائي أو ما يعرف بالتعدين التقليدي ومدي إمكانية تنظيمه بصورة منهجية وعلمية عن طريق استخدام نظم المعلومات الجغرافية حتى لا تشكل عمليات التعدين بالوسائل التقليدية خطراً على صحة الإنسان وإهدار للبيئة. بيد أن المواد المستخدمة في التنقيب العشوائي خطرة على صحة الإنسان بدءاً من استخدام مادة الزئبق وحامض الكبريتيك التي تصبح أحد الأسباب القوية في الإصابة بالسرطان والفشل الكلوي ولها أضرار كبيرة على البيئة.

### أهداف الدراسة:

تتمثل أهداف هذه الدراسة في بعض النقاط

- 1- عرض بعض الدراسات السابقة عن مدي استخدام نظم المعلومات الجغرافية GIS في تطوير قطاع التعدين
- 2- مناقشة تلك النتائج وتحليلها وماهي النتائج التي توصلت لها هذه الدراسات
- 3- ترسيم وتحديد مواقع التعدين والشركات التي تعمل في التعدين باستخدام تقنية GIS بالتطبيق على الولاية الشمالية محلية بربر
- 4- الامكانيات التي يمكن أن تقدمها نظم المعلومات الجغرافية في تنظيم قطاع التعدين في السودان
- 5- مدي معالجة مشكلة التعدين العشوائي أو التقليدي والمشاكل الناجمة منه (امنياً – اجتماعياً وصحياً)

### المنهجية

تتمثل منهجية الدراسة في مدي إمكانية وقدرة استخدام نظم المعلومات الجغرافية (GIS) في قطاع التعدين وتطويره في السودان وذلك من خلال دراسة ومناقشة وتحليل بعض الاوراق العلمية التي تطرقت لاستخدام نظم المعلومات الجغرافية في قطاع التعدين بطرقه المختلفة مثل ترسيم الحدود المعدنية لمساحة معينة أو تحديد معدن معين في مساحة جغرافية محددة، وما هي النتائج التي توصلت لها هذه الدراسات ومدي مساهمتها في معالجة المشاكل المتعلقة بقطاع التعدين وتطويره والتخطيط الاستراتيجي وإتخاذ القرارات من تقنية نظم المعلومات الجغرافية، حيث تم تجميع المعلومات عن طريق المقابلة من خلال المركز القومي للإحصاء ووزارة المعادن والابحاث الجيولوجية و الابحاث الجيولوجية لولاية نهر النيل والملاحظة من خلال البحث في بعض الأوراق والتقارير العلمية، كما تم استخدام تقنية نظم المعلومات الجغرافية من خلال برمجيات نظم المعلومات الجغرافية بحزمها الثلاث وهي (Arc map – Arc Tools – Arc catalog) في ترسيم مواقع التعدين والشركات التي تعمل في قطاع التعدين في ولاية نهر النيل محلية بربر.

## الدراسات المحلية

1- دراسة (الآثار المترتبة للتعدين التقليدي للذهب في مدينة العبيدية بولاية نهر النيل من 2002 م 2012م – (أماني محمد يوسف بكري - ماجستير- 2012م).

تناولت الدراسة الآثار المترتبة للتعدين التقليدي للذهب في مدينة العبيدية بولاية نهر النيل من خلال تحديد مواقع التعدين التقليدي حول المدينة والعوامل والدوافع التي أدت الي انتشار تلك الظاهرة (التعدين التقليدي للذهب) كما تناولت الدراسة المعوقات التي تواجه المعدنين بمدينة الدراسة ومن ثم تحديد الآثار المترتبة على التعدين التقليدي للذهب بمدينة الدراسة.

لقد تمت صياغة المشكلة وتحديد الأهمية والأهداف ومن ثم الفرضيات وتحديد المنهج ووسائل جمع البيانات بصورة تخدم وتحقق أهداف الدراسة حيث توصلت الدراسة الي عدة نتائج وتوصيات من اهمها:

وجود صعوبة في حصر مناطق التعدين ووجود مواقع التعدين التقليدي بالقرب من مدينة الدراسة وانتشارهم في مواقع اخري بحثاً عن الذهب وذلك نسبة الي تنقلهم من منطقة لأخري وكثافة إعدادهم عدم استقرارهم في منطقة معينة.

هنالك أسباب ودوافع ادت الي هذا النوع من النشاط اهمها الظروف الاقتصادية للمدينة، لزيادة الدخل وكذلك زيادة نسبة البطالة، وجود اثار اقتصادية واجتماعية وأمنية وبيئية للتعدين التقليدي للذهب بمدينة الدراسة. توصي الدراسة بإجراء مزيد من البحوث والدراسات في هذا المجال بواسطة الاختصاصيين والباحثين وتوفير كل الإمكانيات اللازمة والمساعدة من جانب الدولة وذلك لأهميتها، كما توصي على تنظيم حملات توعية للسكان بكل هذه المخاطر بتنظيم وتقنين هذا النوع من التعدين وتوفير الأمن.

2- دراسة (الإطار الجغرافي السحابي للسودان تطبيق على وزارة المعادن السودان (ريس، عبدالرحمن اسامة عبد الوهاب، سليمان، عماد الدين ادم عبد الرحمن، عبدالله، حسام عامر – ورقة بحثية- 2017-10-01م).

أصبحت تطبيقات نظم المعلومات الجغرافية تلعب دوراً هاماً في حياتنا اليومية مما جعل هذا المجال يتطور بسرعة ويدخل في نشاطاتنا بصورة مستمرة لكن دائماً ما يواجه الباحث أو المطور في هذا المجال مشكلة في توفير البيانات اللازمة لبناء مشروعه بسبب عدم توفر قناة أو بنية تحتية للباحثين لتبادل ومشاركة البيانات الجيومعلوماتية وخرائط. تم في هذا المشروع بناء وتطوير إطار عمل يشمل أدوات برمجية تساعد محلي النظم الجغرافية على ادارة المعرفة والنشاط المرتبط باستثمار موارد وحقول التعدين والتواصل فيما بينهم



بطريقة اسهل عن طريق توفير موقع لإدارة المحتوى الجغرافي يسهل التواصل بين مختلف المهتمين بالجيومعلوماتية ورفع البيانات وتعديلها ثم بناء الخرائط الجيوعلمية بواسطة إطار العمل السحابي الذي تم تطويره بتقنيات مفتوحة المصدر ولا تحتاج لتكلفة عالية لتطبيقها على المؤسسات بالإضافة الى توفير المعلومات اللازمة لكل من الباحثين و الدارسين .يهدف المشروع الى توفير بنيه تحتية للباحثين ومهتمين بمجال نظم المعلومات الجغرافية خاصة في مجال التعدين.فلقد توصلت الدراسة من توفير تطبيق ويب يحتوي على أدوات لعرض البيانات الجيومعلوماتية والتعديل عليها و إمكانية رفع البيانات الخاصة بالمستخدم الى مركز البيانات مما يؤدي الى حل مشكله عدم وجود بنية تحتية لتبادل البيانات لمحلي نظم المعلومات الجغرافية في السودان.

3- دراسة (استخدام تقنيات الاستشعار عن بُعد ونظم المعلومات الجغرافية في تحديد خصائص وحدود نطاقات تمعدن الذهب في منطقة الشريك (ولاية نهر النيل – السودان: عز الدين آدم البشاري عبد الله – ماجستير- 2018م).

سلكت هذه الدراسة نهجاً إختبرت فيه فعالية وسائل ومعالجات معطيات الاستشعار عن بُعد في تمييز مواضع ونطاقات تمعدن الذهب من خلال إختيار مواقع إختبارية ذات خصائص ومواصفات جيولوجية متنوعة لتواجد المعدن من حيث الطبوغرافيا ونوع الجيولوجيا المحيطة وابعاد الهدف وحجمه ثم نوع ومقدار الغطاء ومقدار الرطوبة والبعد والقرب من النهر. اعتمدت هذه المعالجات على اتخاذ الخطيات (Lineament) كعنصر أساسي للبحث باعتبار أن معظم التمعدين الأولي يتموضع في شكل عروق حرمائية تتواجد خلال الشقوق والصدوع ونطاقات القص. وبما أن مصادر التمعدين الأولي عبارة عن محاليل حرمائية تم اتخاذ اختبار التحلل الحرمائي (Hydrothermal Alteration) كعنصر ثاني من عناصر البحث. وبما أن المعادن الاولية كذلك غالباً تتواجد في شكل كبريتيدات فإنها قد تتحلل الى هيئة أكاسيد حديد وصلصال (Clay) ، فجرى اعتماد هذه التحاليل الاربعة وهي (Hydrothermal composite, Ferrous, Iron oxide, Clay mineral). توصلت الدراسة الى أن وسائل (الخطيات، التحلل الحرمائي، أكاسيد الحديد) ذات فعالية عالية، بينما الوسائل الاخرى لم تكن ذات فعالية منها معالجة المعادن الطينية التي ترتبط بمحددات يجب أن توضع في الاعتبار، هذه المحددات لها علاقة بالطبوغرافيا فالسطح المكشوف معرض للاكسدة ليعطي اكسيد الحديد (Ferric) او (Ferrous) حيث دائماً يكون هيمايت ثم ثانياً الجوسان (Gossan) تكون واضحة. ثم بعد ذلك اهمية الحجم والدقة التمييزية لمرئية الاقمار الاصطناعية صغيرة مقارنة بحجم التمعدين فبالتالي لا يظهر اثناء المعالجات، كذلك طبيعة الصخور المضيفة لأي نوع من الصخر له انعكاسات فوجود التمعدين في وسط هذه

الصخور المختلفة قد يؤثر في امتصاص الاشعة الصادرة. ايضاً يختلف نوع التمعدين لو كان عرق مرو من بريشيا أو مشتت في الصخور القطرية.

### الدراسات العالمية

1- دراسة (تطبيق نظام المعلومات الجغرافية لاستكشاف المعادن ونظام إدارة البيانات على أساس نظم المعلومات الجغرافية (Zhang Xiao-pan -Zhang Fan -Yuan Yan-bin)- الصين - 2010م- ورقه بحثية).

إن الحصول على الموارد المعدنية وإدارتها وتحليلها بكل من بساطة والكفاءة هي مشاكل حرجة نواجهها الآن. تناقش هذه الورقة المفاهيم والتكنولوجيات ذات الصلة حول نظم المعلومات الجغرافية وكيفية تطبيقها على مجال التنقيب عن المعادن مع مزاياه. في وقت لاحق هذه الورقة تروج نفسها مع حالة من منجم الذهب لآو تشاويوان، مقاطعة يون نان، الصين، واصفا العملية برمتها لبناء نظام إدارة بيانات استكشاف المعادن وتطوير موضوع GIS، والغرض منها هو تصميم لإدارة بيانات التنقيب المعدنية بكفاءة. تظهر النتيجة أن أهم خطوة في بناء نظام إدارة بيانات استكشاف المعادن (MEDMS) هي بناء نموذج بيانات وقاعدة بيانات مكانية لها تأثير مباشر على الاستعلام المكاني والإحصاءات وتحليل بيانات التنقيب عن المعادن.

2- دراسة (النهج الإحصائي متعدد المتغيرات والنظام القائم على نظام المعلومات الجغرافية لتقييم سلوك المعادن الثقيلة في مواقع المناجم لاستصلاحها في المستقبل (ورقة بحثية – Martinez, A. Faz, (2011) R. and Carmona, S. Kabas).

أصبح تلوث التربة بالمعادن مشكلة خطيرة واسعة الانتشار في أجزاء كثيرة من العالم. تم اختيار اثنين من البرك (Lirio و Gorguel) من منجم Pb – Zn المهجور من أجل عملية الاستثمار المستقبلي، وتم أخذ عينات سطحية وتحليلها لخصائص النفايات وإجماليها، يمكن استخراجها بواسطة محتوى PTP قابل للذوبان في الماء، Cu، Zn و Cd. وأظهرت النتائج أن كلا البراكين ملوثتان بالكاديوم، والرصاص، والزنك.

تشير التركيزات الكلية المرتفعة من الزنك والرصاص والنسبة المئوية العالية من مستخلص الكاديوم في كلا البركتين إلى مخاطر عالية للتنقل عبر امتصاص النباتات. بسبب التركيزات العالية من Zn القابل للذوبان والنسب المئوية من Cd القابل للذوبان، وخاصة في بركة Lirio، يمكن تعبئة هذه المعادن عن طريق مياه الجريان السطحي وتصل إلى تيارات أو ترسبات لتلميع الطبقات العميقة وتلوث التربة وحتى المياه الجوفية. وبالتالي، يجب أن يكون تعطيل هذه المعادن أولوية في إجراءات الاستصلاح.

أظهرت التحليلات الإحصائية أنه بالنسبة لبركة Lirio ، زاد تركيز Cd و Zn القابل للذوبان و Cd و Zn و Pb القابل للذوبان من خلال وجود المادة العضوية، ومن المرجح أن يكون تشكيل بروابط عضوية قابلة للذوبان. كما زاد التوصيل الطيني والكهربائي من تركيزات الزنك القابلة للذوبان والقابلة للاستخراج، والتي يمكن أن تعزى إلى امتصاص المعادن للصلصال مع تأثير المنافسة على مواقع الامتصاص مع الكاتيونات ومعقد المعادن مع الأنيونات. وأخيراً، تم التحكم في Pb القابل للذوبان بواسطة الرقم الهيدروجيني. ولذلك، فمن المستحسن استخدام التعديل القلوي، والذي سيزيد من الرقم الهيدروجيني وشل المعادن التي تمنع تأثير المواد العضوية. ومع ذلك، في بركة Gorguel، كان تركيز Zn و Pb و Cd القابل للذوبان والقابل للذوبان يعتمد على الرقم الهيدروجيني والملوحة. بما أن الأس الهيدروجيني لهذه البركة مرتفع، فليس من الضروري زيادتها. في المقابل، يجب أن يتضمن برنامج الاستصلاح إجراءات للحد من الأملاح القابلة للذوبان الناتجة عن عملية الأكسدة، مما يقلل من حركة المعادن الثقيلة. اعتمد نهج قائم على نظام المعلومات الجغرافية لتحديد المواقع الأكثر خطورة، حيث ينبغي تحقيق الجهود الرئيسية للاستصلاح والرصد. تم اختيار ثلاثة مواقع في بركة Lirio واثنين في بركة Gorguel وفقاً لمخاطرها البيئية، والحواف الشمالية والجنوبية والغربية لليريو والغرب ووسط Gorguel.

3- دراسة (توصيف وتصنيف وحدات خرائط التربة في منطقة بحر النجف باستخدام تقانات الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية والتنبؤ بتحديد الحدود الفاصلة بين وحدات الخارطة (عبد الأمير سليمان داود الحمداني، داخل راضي نديوي، حسين موسى حسين الشمري- ورقة بحثية 2018م).

أن منطقة الدراسة واقعة في غرب مركز مدينة النجف الاشرف، وان حدودها 32' 39" 31o - 8' 8" o E 43' 11" 47' 43o - 15' 30" 44o N 16" وهي تغطي مساحة 1970 كيلومتر مربع داخل بحر النجف. أجريت هذه الدراسة لمعرفة إمكانية استخدام تقنيات الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية (GIS) في المساهمة في عمليات مسح التربة من خلال تحديد ورسم وحدات خارطة التربة وحساب الانعكاسية الطيفية لها. استقطعت منطقة الدراسة باستخدام برنامج ERDAS Imagine 2013 من المرئية الفضائية للقمم الصناعي Landsat8 وللمتحسين (OLI + TIMR) والملتقطة بتاريخ 2014- 7- 13 من موقع المساحة الجيولوجية الأمريكية (USGS)، وباختيار الخلطة اللونية الكاذبة (753 RGB) لتكون الأفضل كونها متخصصة لدراسة التربة والمعادن. بعد إجراء بعض التحسينات (الإشعاعي والطيفي والمكاني)، تمت الاستعانة بالتصنيف غير الموجه فضلاً عن الملاحظات الحقلية فضلاً عن الطوبوغرافية في تحديد مسارات

الحركة والتنقل لتحديد مواقع البيدونات (Pedons)، التي بلغ عددها 16 بيدون مع 24 حفرة متقابلة لعمق 75 cm لمسح وعزل وحدات الخريطة الممثلة لأنواع الترب المتوقع وجودها بمنطقة الدراسة. كُشفت البيدونات ووصفت مورفولوجياً طبقاً لـ Soil Survey staff , 1999 واستحصلت عينات تربة مثارة Disturbed من كل أفق لغرض إجراء التحاليل الفيزيائية والكيميائية. واعتماداً على التصنيف الأمريكي الحديث فإن ترب الدراسة تقع ضمن رتبة الـ Entisol وصنفت الى إثنان من تحت الرتبة، الأولى Fluvents والمجموعة العظمى Torrifluvents وتحت المجموعة Typic Torrifluvents أما الثانية Psamments وتتضمن مجموعتا عظمى الأولى Torripsamments وتحت المجموعة Typic Torripsamments والأخرى quartzipsamments وتحت المجموعة Typicquartzipsamments، مع تشخيص تسع عوائل و (15) سلسلة اعتماداً على مقترح . (7) Al-Agidi أظهرت النتائج وجود تغير في قيم الانعكاسية الطيفية سواء بين بيدونات الدراسة ضمن النطاق الطيفي الواحد أو بين الحزم الطيفية المستخدمة، مما يعكس حالة التباين بين صفات ترب بيدونات الدراسة فضلاً عن التباين في قابلية استشعار الحزم الطيفية فيما بينها.

4- دراسة (استخدام نظم المعلومات الجغرافية والاستشعار عن بعد في التنقيب عن المنغنيز في محافظة جنوب الشرقية (عبد الله علي الكاسبي - سطاتم سالم الشقور، قسم الجغرافيا، جامعة مؤتة- ورقة بحثية - 2017م).

هدفت هذه الدراسة إلى تحديد مواقع انتشار خام المنغنيز في الجزء الجنوبي الشرقي من محافظة جنوب الشرقية في سلطنة عمان، وتحليل عدد من العينات مخبرياً بهدف التعرف على كميات خام المنغنيز، وتحديد اتجاه توزيع عروقه في منطقة الدراسة وتحليلها مخبرياً وقد اعتمدت الدراسة على المنهج الوصفي والتحليلي من خلال جمع العينات للتعرف على تركيز المنغنيز وبعض العناصر الأخرى المتواجدة معه كأكاسيد الألمنيوم والحديد والسليكا وغيرها. ولتحقيق أهداف الدراسة فقد تم الحصول على مرئية فضائية للقمر الصناعي Gevege بقدرة تمييزية أرضية 1661م، وذلك لإنشاء قاعدة بيانات مكانية يمكن الاعتماد عليها في تحليل اتجاه التوزيع بتوظيف وتوليد بعض النقاط Interpolation لإظهار مدى تركيز العناصر على شكل خرائط، بالإضافة إلى تحديد بعض الخصائص الإحصائية وحساب قيمة المجال عند النقاط الموجودة في كل عينة، وقد أظهرت النتائج أن الاتجاه العام لتوزيع المنغنيز يمتد في منطقة الدراسة من الشمال إلى الجنوب وأن هناك علاقة ارتباط عكسية بين انتشار المنغنيز والسليكا وعلاقة ارتباط طردية بين تواجد المنغنيز وخامات الكبريت والفسفور والنحاس والمغنيسوم.

5- دراسة (الكشف عن تأثير الاضطرابات على تنوع الموائل وتغير غطاء الأرض في منطقة ما بعد التعدين – ألمانيا - باستخدام نظام المعلومات الجغرافية - ورقة بحثية -July 2008). Antwi, Rene, Krawczynski Department of Ecology, Brandenburg, Effah Kwabena

University of Technology, Siemens-Halske-Ring 8, Cottbus, Germany

أدى التأثير البشري على المحيط الحيوي إلى تحويل الغطاء الطبيعي للأرض (LC) إلى LC المعدل. ولذلك فإن تقييم الكتلة الأحيائية على نطاق واسع ضروري لاستعادة النظام البيئي التالف.

وكانت الفرضية هي: يمكن لنظام GIS و RS أن يولدا LC وإحصائيات توصيف المناظر الطبيعية لتقييم تنوع الموائل وتغير غطاء الأرض. (LCC) كانت أهدافنا (أ) لتحديد كيف يمكن التنبؤ بأنماط تنوع الموائل و LCC مع البيانات الجغرافية والمستشعرة عن بعد؛ (ب) تحديد العلاقة بين التقلبات المكانية والزمنية، والتجزؤ والتنوع في المناظر الطبيعية بعد التعدين.

تم إنتاج خرائط LC في أغسطس 1995 و 2000 من صور LANDSAT TM للمناظر الطبيعية، SchlabendorfSüd؛ لمسح المشهد المتغير. تم إنشاء مقاييس توصيف مناظر طبيعية باستخدام محلل التصحيحات بعد حساب إحصائيات LCC لكل سنة خريطة. وحدد تغيير امتداد الكشف للتغيرات في أنواع الغطاء الأرضي (LCT) إلى "تغيير سلبي"، و "لا تغيير" و "تغيير إيجابي".

تم العثور على عمليات التعاقب العكسي وخطي في مناطق مختلفة. بعض LCT إما تخفيض أو زيادة كبيرة. ازداد حجم "البحيرة" أكثر من ثلاث مرات بسبب "الأراضي الرطبة" وتحولت بعض "النباتات الجافة" إلى بحيرة. زاد ثراء الموئل ثلاث مرات. أصبحت الموائل مجزأة، خطية وبسيطة في الشكل، حتى في الأحجام وأعلى في التنوع. لوحظ زيادة تجانس الموائل في عام 2000 بسبب زيادة LCT. أدركنا أن الاضطراب والتجزؤ له علاقات قوية يمكن أن تؤثر في التنوع في المشهد ما بعد التعدين.

يوفر نهجنا تبادلاً مفيداً بين أخذ عينات نباتية غالبية الثمن وتحليل معالجة الصور منخفض السعر.

## المناقشة

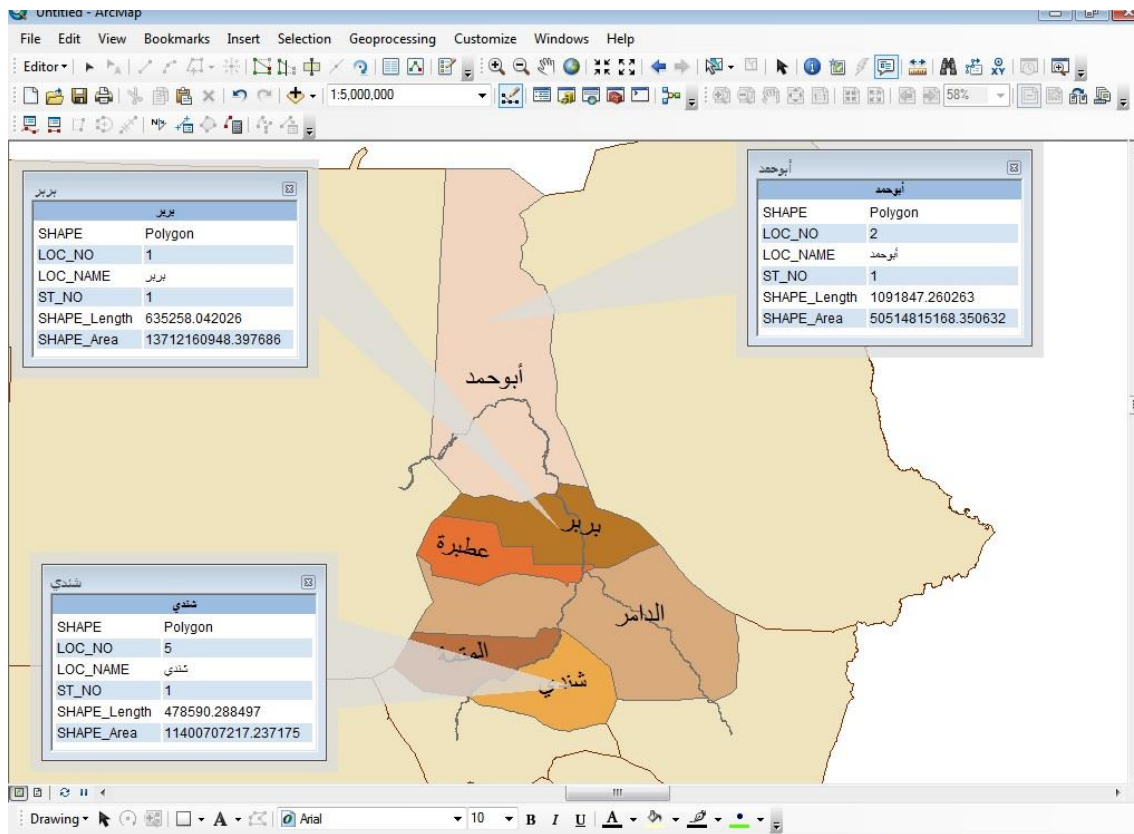
هدفت هذه الدراسة إلى توضيح إمكانية وقدرة نظم المعلومات الجغرافية (GIS) في تطوير وتنظيم قطاع التعدين في السودان والمعلومات والبيانات التقنية التي يمكن أن توفرها نظم المعلومات الجغرافية، وذلك من خلال عرض وتحليل بعض الأوراق العلمية عن استخدام نظم المعلومات الجغرافية في قطاع التعدين.

ونجد أن كل الدراسات التي تم عرضها اوضحت مدي قدرة وفعالية استخدام نظم المعلومات الجغرافية في قطاع التعدين وذلك من خلال توفير قاعدة بيانات ممتازة وحية عن المعلومات الجغرافية وربطها بمواقعها علي الخريطة وتحديد بها بقدرة عالية وممتازة من خلال برامج نظم المعلومات الجغرافية مثل ( Arc map – Arc Tools – Arc catalog) حيث أن (Arc map) هو التطبيق المركزي في Arc GIS فهو يضم مجموعة من العمليات الهامة في التعامل مع الخرائط مثل عمليات الإضافة والتحليل بالنسبة للخرائط والمسح والإضافة والتصميم والتحليل، ويقدم طرق مختلفة لعرض البيانات المكانية. ولكن بالرغم من ذلك نجد أن معظم الدراسات السابقة كانت تعالج أو تتحدث عن ترسيم معدن واحد فقط وإمكانية ترسيمه علي الخريطة موضح قدرة نظم المعلومات الجغرافية في ذلك، مثلاً دراسة أماني محمد يوسف بكري - ماجستير - (2012م).

تناولت الدراسة الآثار المترتبة للتعدين التقليدي للذهب في مدينة العبيدية بولاية نهر النيل من خلال تحديد مواقع التعدين التقليدي حول المدينة والعوامل والدوافع التي أدت الي انتشار تلك الظاهرة (التعدين التقليدي للذهب) كما تناولت الدراسة المعوقات التي تواجه المعدنين بمدينة الدراسة ومن ثم تحديد الآثار المترتبة علي التعدين التقليدي للذهب بمدينة الدراسة وكانت نتائج الدراسة أن هنالك أسباب ودوافع ادت الي هذا النوع من النشاط اهمها الظروف الاقتصادية للمدينة، لزيادة الدخل وكذلك زيادة نسبة البطالة، وجود اثار اقتصادية واجتماعية وأمنية وبيئية للتعدين التقليدي للذهب بمدينة الدراسة ولكنها لم تتطرق إلي استخدام نظم المعلومات الجغرافية من بعيد أو قريب في قطاع التعدين لمعالجة تلك المشاكل، أما دراسة (ريس، عبدالرحمن اسامة عبدالوهاب؛ سليمان، عماد الدين ادم عبدالرحمن؛ عبدالله، حسام عامر - ورقة بحثية 01-10-2017م)) فتطرقتعن توفير المعلومات الجغرافية بكل أنواعها للعاملين في قطاع التعدين والباحثين من خلال عمل منصفه خاصة بوزارة التعدين، أما دراسة (استخدام تقنيات الاستشعار عن بُعد ونظم المعلومات الجغرافية في تحديد خصائص وحدود نطاقات تمعدن الذهب في منطقة الشريك (ولاية نهر النيل - السودان عز الدين آدم البشاري عبدالله - ماجستير - 2018م). فهي الدراسة المحلية الوحيدة التي استخدمت نظم المعلومات الجغرافية في قطاع التعدين وإمكانية تنظيمه وتطويره ولكن من خلال الترسيم علي معدن واحد فقط وهو الذهب وكانت اهم نتائج هذه الدراسة أن معظم تمعدن الذهب يتموضع في شكل عروق حرمانية تتواجد خلال الشقوق والصدوع ونطاقات القص، كذلك كل الدراسات العالمية التي تم عرضها انتهجت نفس نهج دراسة عز الدين آدم بشاري وهي التطبيق علي معدن.

وتميزت هذه الدراسة عن الدراسات السابقة أنها قامت بترسيم كل المعادن الموجودة في منطقة جغرافية محددة وهي ولاية نهر النيل محلية بربر وعالجت مشاكل التعدين في تلك المنطقة من مشاكل اجتماعية وأمنية

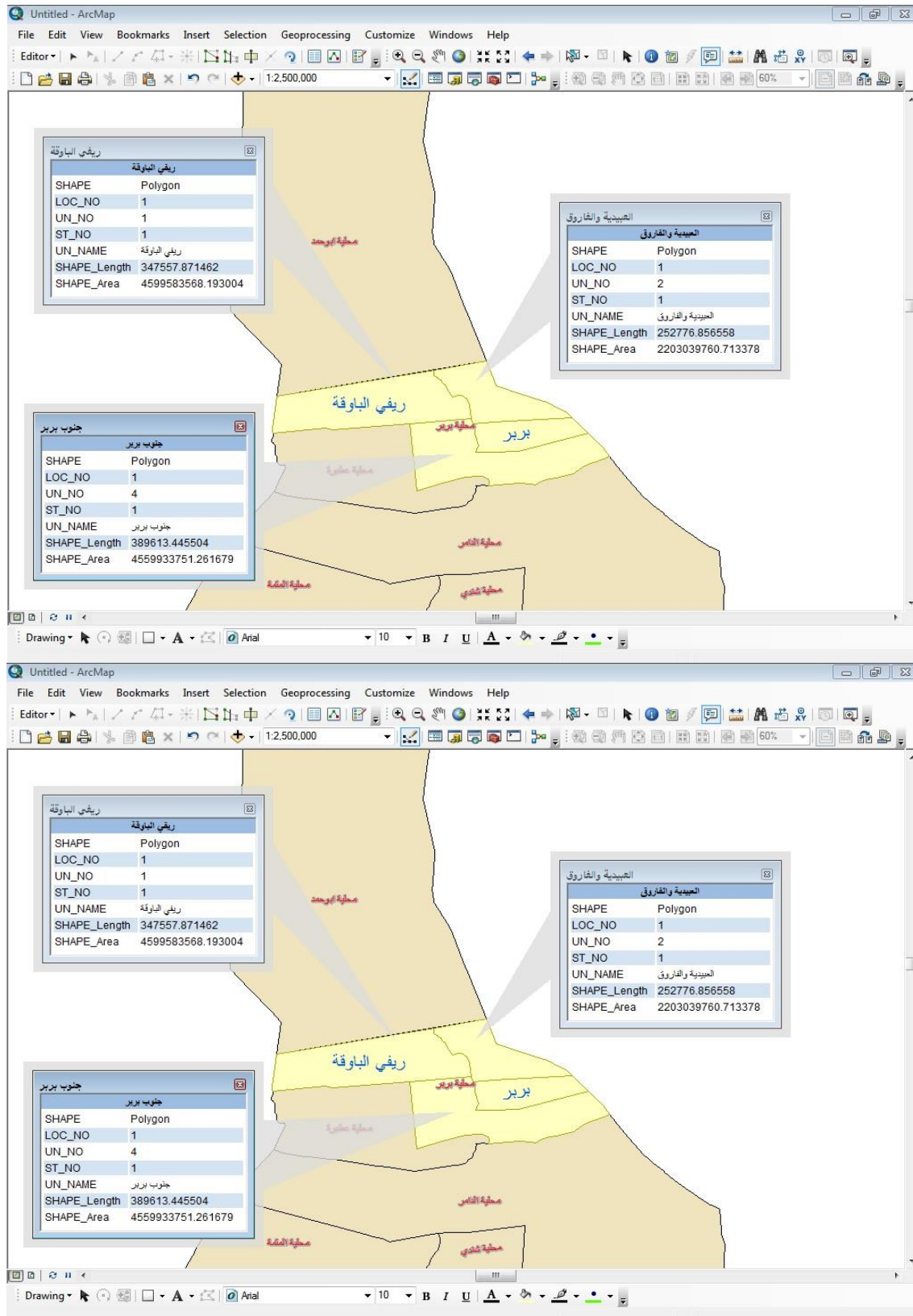
ووفرة قاعدة بيانات جغرافية للمعادن والشركات الموجودة في تلك المنطقة من خلال الإمكانات كبيره لنظم المعلومات الجغرافية وبرمجياتها علي تنظيم وتطوير قطاع التعدين في الولاية و إمكانية تعميم الفكرة لتشمل ترسيم كل المعادن في ولايات السودان و محلياته المختلفة عن طريق نظم المعلومات الجغرافية (GIS) وتوفير قاعدة بيانات (Database) وربطها بمواقع حية علي متخذي القرارات تساعد في المستقبلية الأمر الذي ينعكس علي العائد المادي والاقتصادي علي خزينة الدولة.



الشكل (3): طبقات المحليات لولاية نهر النيل وهي (أبو حمد - بربر - عطبرة - الدامر - المتمة - شندي)

المصدر: الباحث





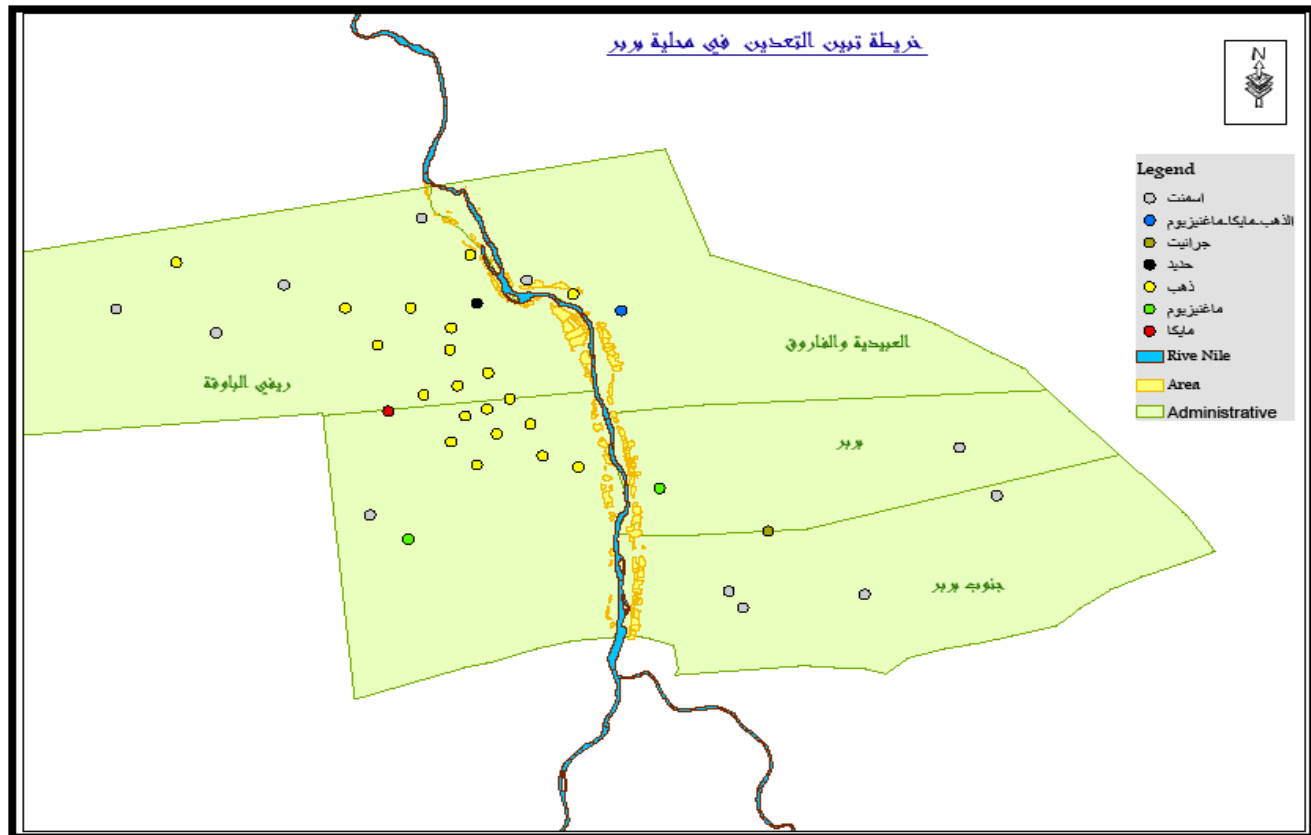
الشكل (4): الوحدات الإدارية لمحلية بربر



المصدر: الباحث

### التعدين في محلية بربر

الخريطة أدناه تبين التعدين في محلية بربر و المعادن الموجودة في هذه المحلية مثل الذهب والماغنيزيوم وجرانيت والحديد والذهب والمايكا والاسمنت أو الحجر الجيري الذي يمثل المادة الخام لصناعة الأسمنت لذلك نجد أن هنالك أكثر من مصنع في تلك المصنع ونلاحظ أن هذه المعادن قد توزعت بصورة كبيرة في ريفي الباقوة وجنوب بربر و العبيدية والفاروق كما هو واضح علي الخريطة.

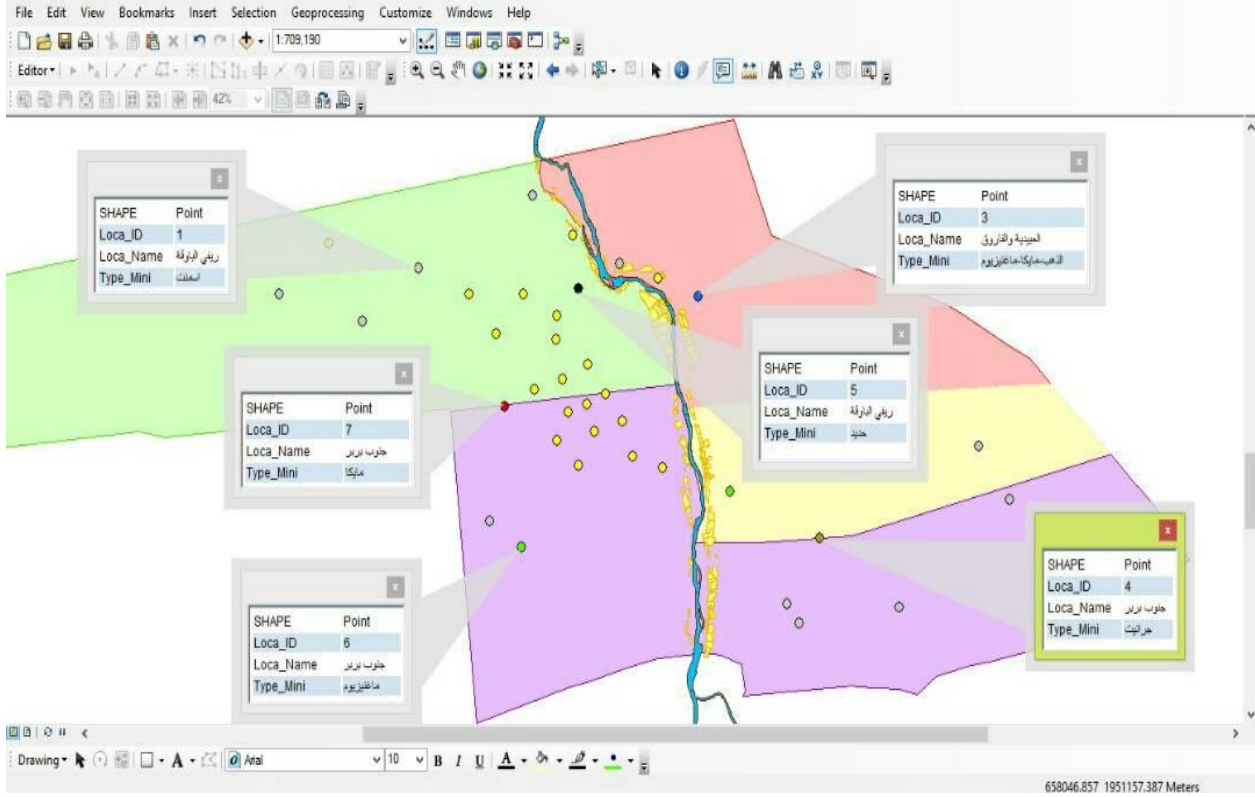


الشكل (5): توزيع المعادن في محلية بربر

المصدر: الباحث

### قاعدة بيانات المعادن بمحلية بربر

نلاحظ في الخريطة ادناه توضيح لقاعدة البيانات للمعادن مع الموقع الجغرافي لها وذلك من خلال شاشة برنامج Arc-Catalog، حيث نجد مثلاً أن (local\_id=5) وهو يمثل رقم الموقع للمحلية ريفي الباقوة (local name) و نوع المعدن هو الحديد وكذلك (local\_id=7) لمحلية (local\_name) جنوب بربر ونوع المعدن (Type\_mni) هو المايكا.

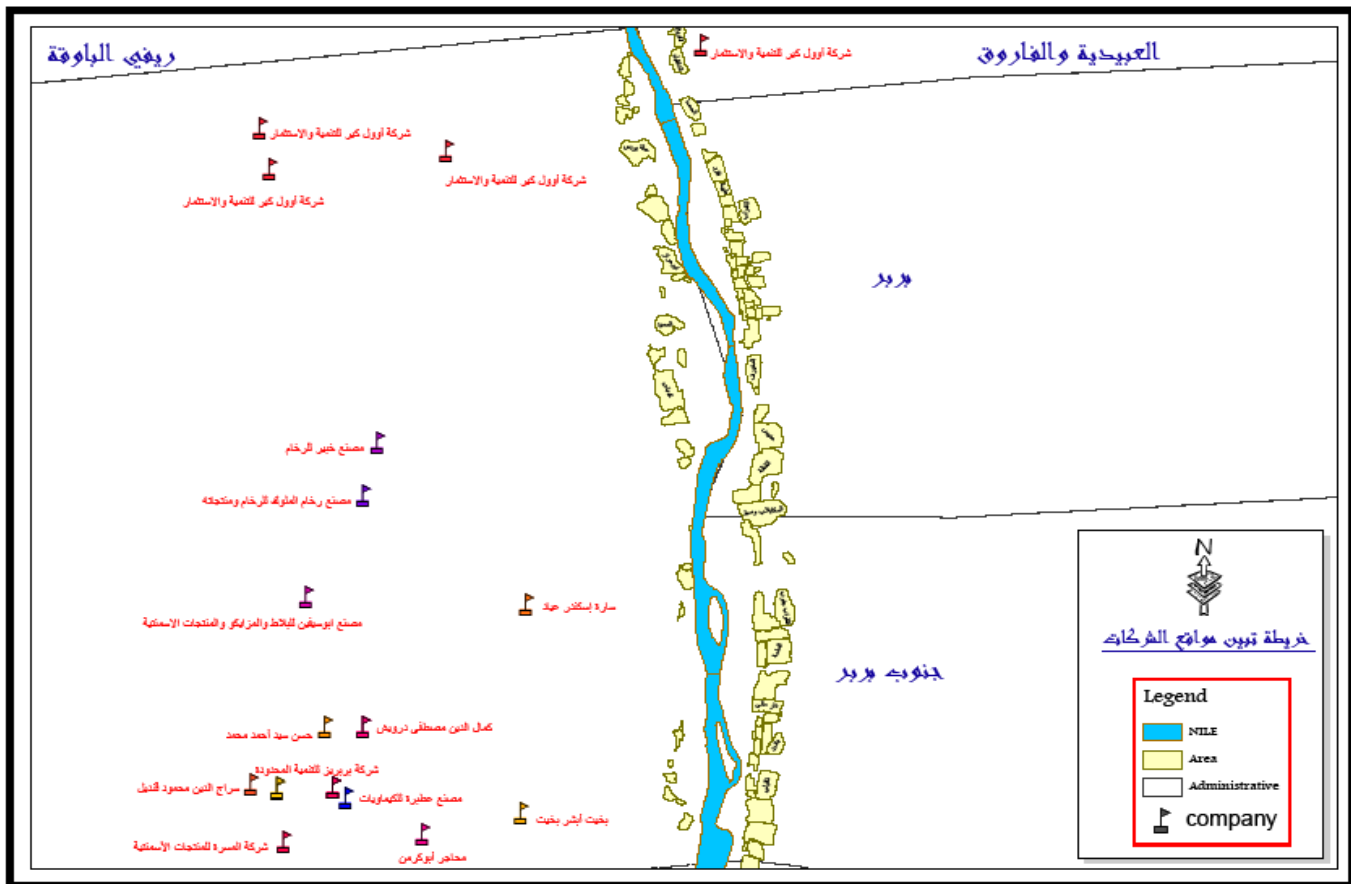


الشكل (6) ربط قاعدة البيانات بالموقع الجغرافي لها علي الخريطة

المصدر: الباحث

### مواقع الشركات في محلية بربر

الخريطة أدناه توضح الشركات العاملة في محلية بربر داخل وحداتها الادارية وهي تعمل على عدد مقدر من المعادن مثل الذهب والحجر الجيري (الاسمنت) والرخام، مع توضيح الوحدات الإدارية التي تقع فيها هذه الشركات وبعدها من الاحياء السكنية لمحلية بربر ونلاحظ أنها تقع خارج النطاق السكني لمواطني محلية بربر الامر الذي يعمل على حماية المواطنين من خطر الاصابة ببعض الامراض وذلك بتأثير مخلفات هذه الشركات على المواطنين.



**الشكل (7): مواقع الشركات التي تقع في محلية بربر بوحداتها الإدارية**

المصدر: الباحث

## الخلاصة:

من خلال هذه الورقة ومناقشتها لبعض الدراسات عن استخدام تقنية نظم المعلومات الجغرافية (GIS) نخلص للآتي:

- 1- تم ترسيم المعادن الموجودة بمحلية بربر ولاية نهر النيل عن طريق نظم المعلومات الجغرافية
- 2- تم ترسيم الشركات العاملة في قطاع التعدين في محلية بربر ولاية نهر النيل عن طريق نظم المعلومات الجغرافية
- 3- تم توفير خريطة معدنية بكل اسماء المعادن وموقعها جغرافيا والشركات العاملة في التعدين

4- بينت الدراسة مدى مقدرة نظم المعلومات الجغرافية على تنظيم قطاع التعدين في الولاية ومعالجة المشاكل الناتجة عن التعدين العشوائي أو التقليدي.

5- عملت الدراسة على توفير قاعدة بيانات عن المعادن بالمحلية وربطها بمواقعها جغرافيا على الخرائط

6- ساهمت الدراسة على توفير معلومات وتقارير دقيقة عن المعادن والشركات التي تعمل في قطاع التعدين بطريقة سريعة وميسرة.

#### المصادر والمراجع

إبراهيم، مشرف محمد (2008). التحليل المكاني باستخدام نظم المعلومات الجغرافية. دار المعرفة الجامعية للطباعة والنشر والتوزيع.

بسام، شخصية (2002). نظم المعلومات الجغرافية. مطبعة دار المنارة، غزة، فلسطين.

الشافعي، شريف فتحي (2009). تحديد المواقع GPS ونظم المعلومات الجغرافية. دار الكتب العلمية للنشر، القاهرة.

قاسم، الدويكات (2003). نظم المعلومات الجغرافية النظرية والتطبيقية. الطبعة الاولى، الاردن، جامعة مؤتة

محمد، علي (2001). نظم المعلومات الجغرافية والجغرافيا العربية وعصر المعلومات. الطبعة الاولى، دار

صفاء للنشر والتوزيع، عمان

وسام، محمد (2008). اساسيات في نظم المعلومات الجغرافية



**Nile Valley University Publications**  
**Nile Journal for Sciences and Engineering (NJSE)**

(ISSN: 1858 – 7059)

Volume 01, NO. 01, 2022

<http://www.nilevalley.edu.sd>



## دراسة تحليلية لمعوقات صناعة التشييد في ولاية نهر النيل

ممدوح جعفر حسن حبيب، فتح الرحمن محمد آدم، محمد يسري مصطفى

قسم الهندسة المدنية، كلية الهندسة والتقنية، جامعة وادي النيل

المؤلف المرسل: [mumdoh94@nilevalley.edu.sd](mailto:mumdoh94@nilevalley.edu.sd)

[mumdoh94@gmail.com](mailto:mumdoh94@gmail.com)

### مُسْتَخْلَص

تهدف هذه الورقة إلى تحديد وتحليل المعوقات المؤثرة على المشاريع الإنشائية في ولاية نهر النيل. ركزت الدراسة على تجميع معلومات تخص صناعة التشييد بالولاية شملت كل الأطراف المشتركة في عملية التشييد (المالك والمقاول والاستشاري). من أجل ذلك تم تصميم استبيان شمل 14 عاملاً وبلغت جملة المستهدفين 90 عينة. تم تحليل المعلومات باستخدام برنامج SPSS وخلصت نتيجة التحليل إلى ظهور توافق بين المشاركين في أن أهم المعوقات منها اقتصادية مثل مشاكل التضخم وتذبذب أسعار مواد البناء، ومنها الإدارية مثل ضعف الحوافز والأجور وعدم تطبيق نظام السلامة والصحة المهنية ومنها مشاكل تتعلق بالتنسيق بين أطراف عملية التشييد. تم عرض العوامل السالبة بنسب مئوية حيث بلغ تأثير العوامل الاقتصادية بمتوسط نسبة 91%، ونسبة العوامل الإدارية 85% ونسبة عوامل التنسيق بين الأطراف حوالي 82% وعوامل أخرى متعلقة بالمواصفات ونظام العقود بنسبة 77%. شملت الورقة عدة مقترحات وحلول للعديد من مشاكل التشييد بالولاية بهدف إزالة المعوقات وفي سبيل النهوض والارتقاء بصناعة التشييد بالولاية.

**الكلمات المفتاحية:** صناعة التشييد، معوقات صناعة التشييد، مواصفات التشييد، السلامة والصحة المهنية

# **An Analytical Study of the Obstacles of the Construction Industry in the Nile River State**

**Mamdouh G.H. Habeeb, Fathelrahman M. Adam, Mohamed Y. Mustafa**

Department of civil Engineering, Faculty of Engineering and Technology, Nile Valley University

**Corresponding Author:** [mumdoh94@gmail.com](mailto:mumdoh94@gmail.com)

## **ABSTRACT**

This paper aims to identify and analyze the obstacles affecting the construction projects in the River Nile State. The study focused on collecting related information, including all parties involved in the construction process (owner, contractor, and consultant). A questionnaire was designed covering 72 factors, and targeting 90 participants. The analysis of the information was carried out using the SPSS program. The analysis has resulted in a consensus among the participants that the most important obstacles are economical such as problems of inflation and fluctuations in the prices of construction materials, administrative weakness of incentives and wages, and the failure in the occupational health and safety system. The negative factors were illustrated in percentages, the effect of economic factors at an average of 91%, the administrative factors of 85%, the coordination between the parties' factors of 82% and other factors related to specifications and contract system of 77%. The paper included several proposals and solutions to many of the state's construction problems in a way to upgrading it.

***Keywords:*** Construction industry, obstacles of construction industry, construction specifications, safety and occupational health

## المقدمة

تُعرف صناعة التشييد على أنها صناعة خدمية لباقي القطاعات الاقتصادية والصناعات وعادة تقدم منتجاتها حسب طلب معين وأهداف محددة تختلف هذه المنتجات من مشاريع بسيطة جداً إلى مشاريع معقدة تستخدم فيها أعلى درجات التكنولوجيا والمعرفة.

إن معرفة الوضع الراهن لصناعة التشييد في ولاية نهر النيل يتطلب قياس أداء صناعة التشييد بشكل عام وعلى مستوى المشروع بشكل خاص ومفصل لأنه إذا كان الهدف النهوض أو تحسين قطاع التشييد والتغلب على المشاكل التي تواجهه فمن الضروري معرفة الوضع الراهن ومن ثم تحليل هذا الوضع لمعرفة نقاط الضعف والتحديات والتهديدات التي تواجهه.

ومن المعلوم أن صناعة التشييد متنوعة ومتعددة المواد وكثيرة التفاصيل حيث يوجد العديد من العوامل المؤثرة عليها سلباً أو إيجاباً لذلك يجب التركيز على دراستها وتحليلها ومن ثم وضع مقترحات لرفع مستوى جودتها حيث انخفاض الجودة ينعكس على التكلفة العامة للمشروع وازدياد نفقات الصيانة والإصلاح والاستبدال والتجديد في أوقات مبكرة جداً من بدء المشروع في الاستثمار.

## مشكلة البحث

تعاني معظم المشاريع في قطاع التشييد من مشاكل ومعوقات كثيرة تتسبب في انحرافها عن أهدافها المحددة لها، حيث تشكل التكلفة والزمن والجودة الأهداف الرئيسية لأي مشروع هندسي والذي يعتبر تحقيقها المؤشر الأساسي في تقييم الأداء وضمان نجاح المشروع ، كما تكمن إشكالية مشاريع التشييد في السودان في توقف الكثير من المشاريع أثناء تنفيذها وتتعرض كثيراً للتأخير ويمكن القول أنه قليلاً إن لم يكن نادراً ما نحصل على مشروع قد تم تنفيذه خلال المدة الزمنية المحددة له بالجدول الزمني دون أي تأخير بل أن تنفيذ بعض المشاريع أحياناً يتوقف لفترات قد تطول أو تقصر بعد بلوغها مراحل مختلفة من الإنجاز وهذا ما أكدته دراسة ولاء صديق الهادي (الهادي، 2014). ودراسة تسنيم غانم سليمان (غانم، 2015)، كذلك خلو التقارير والدراسات العلمية المختلفة من معلومات تحليلية أو بيانات كافية عن سبل تحسين صناعة التشييد في ولاية نهر النيل.

## أهداف البحث

يهدف هذا البحث إلى دراسة واقع صناعة التشييد في ولاية نهر النيل وأهميته الاقتصادية وتحديد نقاط الضعف فيه ودراسة العوامل المؤثرة عليه ومحاولة تقديم بعض المقترحات والتوصيات التي تساعد في تطوير وتحسين هذا القطاع عن طريق إشراك الأطراف الداخلة في عملية صناعة التشييد وتجميع المعلومات المتعلقة بهذا الموضوع وتحليلها ومناقشتها مع عمل مقارنة مع معوقات صناعة التشييد بولاية الخرطوم.

### صناعة التشييد

تختلف صناعة التشييد من غيرها من الأعمال التجارية والصناعية على الرغم من ضرورة توافر المبادئ الأساسية لإدارة الأعمال فيها. وتأتي في طليعة تلك المبادئ الأساسية الالتزام بأخلاق المهنة، ووضع السياسات المهنية السديدة، والعناية بالنظام المحاسبي، والتعقل في شراء المواد والآليات وتخفيض تكاليف الإنتاج سعياً وراء تحقيق الأرباح في أعمالها كما أن صناعة التشييد تخضع لقانون العرض والطلب وعلى الرغم من وجود كل هذه المبادئ المشتركة بين صناعة التشييد وغيرها من الصناعات فإن صناعة التشييد تختلف عن سواها في أنها تتأثر أكثر من غيرها بالعنصر البشري أي أنها صناعة تتعامل أولاً وأخيراً مع الناس (عبد الله، 2014).

ولابد للإدارة في قطاع التشييد أن تكون قادرة على إرسال رسالتها إلى المسؤولين في المؤسسة أو الشركة وتوجيههم التوجه الخلاق كما يجب عليها أن تستقطب وتدريب وتبني وتطور كوادر بشرية عالية الكفاءة والإخلاص والولاء، نظراً لما تفرضه طبيعة عقود التشييد من ضرورة تفويض الصلاحيات للمسؤولين حسب اختصاصاتهم ومستوياتهم ومن ثم فإن القرارات التي سوف يتخذها هؤلاء في موقع العمل تكون بالغة التأثير على موقف الشركة والمؤسسة سلباً وإيجاباً (عبد الله، 2014).

لا يقتصر مشروع التشييد كما يتصور كثير من الناس على مشروعات المباني السكنية، ولكن تطلق كلمة مشروع التشييد على جميع المنشآت والمشروعات التي تقام على سطح الكرة الأرضية، بل وقد تمتد إلى باطن الأرض وفي أعماق البحار والمحيطات، وحديثاً إلى الفضاء الخارجي، ولم يزل الإنسان منذ زمن بعيد يطور أساليب التشييد بغرض الحصول على أفضل النتائج بأقل جهد وأقل تكلفة ومع التطور الحضاري السريع زاد حجم مشروعات التشييد وتشعبت استخداماته حتى أضحت المشروعات أكثر تعقيداً وتفرعت عناصرها بحيث زادت الحاجة إلى تطوير وتحديث أساليب إدارتها والتحكم فيها (الرشيد، 2007).



وبصفه عامه مشروعات التشييد ذات طبيعة خاصة من حيث الحجم والتكلفة وتجدر أهمية الإدارة في مشاريع التشييد بالتحكم في العوامل المؤثرة في التكلفة، الزمن والجودة وذلك بغرض انتهاء المشروع بأقل تكلفه وزمن وأعلى جوده (سليمان، 2016).

تتطلب مشاريع التشييد العديد من الموارد من قوى عاملة وتمويل وتجهيزات ومواد وإمكانيات فنية ويتصف مشروع التشييد بطول مدة التنفيذ وبسبب هذه العوامل وفضلا عن الالتزام بقيود محددة لكل مشروع من كلفة وزمن وجودة تجعل مشاريع التشييد عرضة لعدم التأكد والمخاطر التي تؤثر في زمن تنفيذ المشروع وزيادة تكاليفه (حمادة، 2012).

توصلت بعض الدراسات الميدانية التي أجريت بالخصوص إلى تحديد ستة معايير لقياس نجاح تنفيذ المشاريع هي (أداء التكلفة، الأداء الزمني، رضا المالك، الأداء الوظيفي، رضا المقاول، رضا مدير المشروع وفريق المشروع) وأضافت إحدى الدراسات أن المعايير الأكثر شيوعا لقياس مدى نجاح المشروع تكمن في (رضا المالك، أداء المواصفات في صورة الجودة، أداء التكلفة، الأداء الزمني، رضا فريق العمل والمقاول) (بوسنييه، 2011).

إن تحقيق الجودة في صناعة التشييد له انعكاسات اقتصادية هامة تؤدي إلى تخفيض تكاليف البناء من خلال إلغاء تكاليف تصحيح العيوب والأخطاء وتكاليف إعادة تنفيذ بعض الأعمال غير المطابقة وتحقيق رضا الزبون (المالك) وتقليل تكاليف الصيانة مما يسهم في زيادة العمر الاقتصادي للمنشآت ويكسب الجهة المنفذة ثقة بأعمالها ويزيد حصتها في سوق العمل ويتيح لها إمكانية المنافسة. وقد أظهرت دراسات سابقة أن كلفة إعادة العمل تمثل النسبة الأكبر من كلفة عدم المطابقة التي تؤدي إلى إعادة التصميم أو إعادة تنفيذ الإنشاء المخالف للمواصفات حيث أن 30% من البناء يعاد عمله وأن الجهد المستعمل يشكل (40%-60%) من الجهد المعروف وسجلت المواد الضائعة نسبة لا تقل عن 10% (دباغ، 2014).

وأكدت دراسات عديدة على ضرورة الإسراع في معالجة مشكلات الجودة في قطاع التشييد لما تسببه من أضرار اقتصادية. ومن هذه الدراسات ما قام به الفريق المختص بمهام إدارة الجودة التابعة لمعهد صناعة التشييد في أوستن بولاية تكساس من خلال تطوير لإدارة الجودة ذي قدرة على تتبع عناصر الكلفة المرتبطة بضمان الجودة ككلف إعادة العمل لتصحيح الانحرافات في جودة التصميم والتنفيذ بما في ذلك عمليات التصنيع والنقل. حيث تبين وجود كلف إضافية بسبب إعادة العمل في المشاريع الصناعية مثلا بمعدل يزيد عن

12% من كلفة المشروع وأن كلف الانحرافات بسبب التصاميم 80% من إجمالي الكلفة الإضافية وأن كلف انحرافات التنفيذ لا تزيد عن 20% منها (خالد، 2005).

من خلال مراجعة بعض البحوث حول إدارة الجودة في مشاريع التشييد في مختلف بلدان العالم تبين وجود عدد من المشاكل التي تعاني منها إدارة الجودة في مشاريع التشييد والتي تعيق تطبيقها ومن أبرز هذه المشاكل نقص في الاتصال الفعال والتنسيق الكافي بين عناصر فريق العمل في مشروع التشييد، نقص في الكودات والمواصفات العامة التي يجب أن تتبع خلال عملية التشييد، نقص في التشريعات والأنظمة المتعلقة بالجودة أو قصور في تطبيقها (صالح، 2006).

كما يعتبر التأخير من أكثر المشاكل التي تواجه مشاريع التشييد شيوعاً حيث يتسبب بالإضافة لتأخير الوقت إلى زيادة في تكلفة المشروع وذلك لمعظم الأطراف المعنية وتم إجراء دراسة في الجماهيرية العربية الليبية تُقيم أهم العوامل المتكررة التي تسبب التأخير في المشاريع الإنشائية حيث بينت الدراسة أن أغلب العوامل التي تؤثر في تأخير المشاريع تكمن في مرحلة التخطيط مثل التخطيط السيئ للمشروع، الصعوبات المالية التي تواجه المقاول، التقديرات السيئة للتكلفة، الإشراف السيئ لموقع العمل (الديري، 2011).

إن مخاطر الزيادة في تكاليف المشروع كذلك تعتبر أكثر المخاطر شيوعاً في صناعة التشييد وتتعاظم هذه المخاطر في أوقات التضخم وغالباً ما تشكل مثل هذه الزيادات خطراً كبيراً على اقتصاديات المشروع وعلى قدرة أصحابه على تمويلها (عكاب، 2009).

أُجريت العديد من الدراسات المشابهة لهذه الدراسة في السودان منها دراسة أُجريت في ولاية الخرطوم (الحسن، 2006) عن أسباب ارتفاع التكلفة الكلية للمشاريع الإنشائية بالقطاع العام وكانت أبرز هذه الأسباب هي العامل الاقتصادي المتمثل في عدم استقرار سلع مواد البناء إضافة إلى عامل أطراف التشييد (المالك – الاستشاري – المقاول) المتمثل في التعديلات التي تتم بالموقع وزيادة حجم الأعمال المنفذة عن الأعمال المرصودة بجدول الكميات.

كذلك أُجريت دراسة في ولاية الخرطوم (علي، 2014) عن الأسباب والمعالجات للانحراف في تكلفة مشروعات التشييد في السودان وكانت أهم الأسباب أن هنالك خلل في طريقة اختيار المقاول من قبل الجهات المستفيدة من المشروع، ضعف التدفقات النقدية وعدم التوفيق بين المنصرف والدخل لدى الجهات المنفذة،

ضعف دور الأقسام الإدارية كالتخطيط والدراسات والتصميم والإشراف والمتابعة في مؤسسات التشييد في السودان وقلة الإلمام والمعرفة بمفهوم إدارة التكلفة لدى أطراف المشروع.

كذلك أجريت دراسة في ولاية الخرطوم (سليمان، 2016) عن أثر إدارة المواقع للمشاريع الهندسية لضمان نجاح المشروع في ولاية الخرطوم وأوضحت الدراسة أن عملية الرقابة اللصيقة للعاملين من قبل إدارة المشروع تكاد تكون بصورة متفاوتة بين الحين والآخر مما يضعف إنجاز المشروع في الوقت المحدد كذلك أثبتت الدراسة أنه أحياناً يتم التخطيط للمشاريع مما يشير بتدني نجاح المشروع وأثبتت الدراسة إلى عدم توفر الإدارة الجيدة لمواقع التشييد مما يعني عدم تحديد أهداف المشروع بصورة واضحة.

كذلك أجريت دراسة عن التغيرات في مشروعات البناء والتشييد في السودان وتأثيرها على (التكلفة – الكمية – الزمن) وأوضحت الدراسة وجود مشاكل عده تتعلق بصناعة التشييد في السودان اهمها نقص العمالة الماهرة، نقص الخبرات الإدارية وضعفها، نقص برامج التدريب والتأهيل للإداريين والممارسين لمهنة التشييد، القدرات المحدودة للمقاولين المحليين، سيطرة القطاع العام على معظم الطلب، زيادة عدد المشروعات الصغيرة، ضعف مساهمة قطاع التشييد في الناتج المحلي السوداني (عبد القادر، 2012).

وأجريت دراسة عن ثقافة السلامة والصحة المهنية في العمل الهندسي في السودان وأوضحت أن الاهتمام بالسلامة والصحة المهنية في مجال التشييد ضعيف نوعاً ما (عدا بعض المؤسسات الكبرى) فهو يحتاج إلى الكثير من العمل ويهمله الكثيرون حيث أن الإصابات في مواقع التشييد تعد الأكثر حدوثاً ضمن الإحصائيات لمنظمة العمل الدولية ، ولأن العمال يمضون على الأقل ثماني ساعات كل يوم في مكان العمل ولذلك كان لابد من أن تكون بيئات العمل مأمونة وصحية فهم يواجهون كثير من المخاطر الصحية وأن الحوادث والأمراض المرتبطة بالعمل باهظة التكاليف جداً وقد يكون لها الكثير من التأثيرات الجسيمة المباشرة وغير المباشرة على حياة العمال وعائلاتهم (الطاهر، 2015).

### الدراسة الميدانية لصناعة التشييد بولاية نهر النيل

لدراسة معوقات صناعة التشييد في ولاية نهر النيل تم تهيئة استمارة استبيان لدراسة تلك العوامل وبيبا نتائجها، إن إعداد استمارة الاستبيان قد تم وفق دراسة ميدانية تمثلت بإعداد لقاءات شخصية مفتوحة مع أشخاص ذوي خبرة مهنية في مجال المقاولات بهدف إعطاء صورة واضحة عن تلك العوامل وزيارات لبعض المشاريع قيد التنفيذ فضلاً عن زيارات لبعض المكاتب الهندسية وبعض المؤسسات والشركات العاملة في مجال التشييد.

## تصميم الاستبيان

تم تصميم استمارة الاستبيان كأداة أساسية لجمع البيانات اللازمة للدراسة لمعرفة معوقات صناعة التشييد في الولاية وعمل مقارنة بين نتائج الاستبيان مع دراسة مشابهة لهذه الدراسة في ولاية الخرطوم (عبد الله، 2014)، وقد اشتمل الاستبيان على ثلاثة محاور هي:

المحور الأول: يشمل البيانات الشخصية للمشارك وتحتوي على 7 أسئلة والقصد منها معرفة الخبرة والتخصص والمؤهل العلمي والمسمى الوظيفي ومكان العمل للمبحوث.

المحور الثاني: ويشمل على معوقات صناعة التشييد في ولاية نهر النيل للوقوف على أهم العوامل، ويضم 14 عامل ولكل عامل من العوامل المؤثرة خمسة أسئلة كحد أدنى ولكل سؤال خمسة خيارات للإجابة يمكن من خلالها الحكم على مدى إيجابية أو سلبية كل عامل طبقاً لمقياس ليكرت الخماسي Likert Scale الذي يتكون من خمسة درجات (أوافق بشدة، أوافق، محايد، لا أوافق، لا أوافق بشدة).

المحور الثالث: ويشمل الحلول المقترحة لتطوير القطاع من وجهة نظر المشاركين وذلك للاستفادة من خبراتهم العملية في إيجاد الحلول المناسبة.

## توزيع وجمع استمارات الاستبيان

تم استلام (90) استمارة استبيان من مجموع (100) استمارة تم توزيعها على جهات مختلفة للعاملين في قطاع التشييد من مهندسين واستشاريين ومقاولين وإداريين في ولاية نهر النيل في القطاع الحكومي والخاص بنسبة (90%) من حجم العينة. بعد جمع المعلومات الواردة في استمارات الاستبيان تم إجراء تحليل إحصائي باستخدام برنامج تحليل البيانات SPSS، وتم استخدام معامل المصادقية ألفا كرونباخ وكانت درجة المصادقية (0.886) علماً بأن الدرجة المقبولة لمعامل ألفا كرونباخ هي 0.6، وكلما اقتربت قيمة ألفا كرونباخ من الواحد الصحيح كلما ارتفع ثبات الأداة.

## النتائج والمناقشة

من خلال نتائج تحليل الاستبيان تم التوصل إلى أن معوقات صناعة التشييد في ولاية نهر النيل هي:

1. العامل الاقتصادي المتمثل في التضخم وتذبذب أسعار مواد البناء ويؤثر بنسبة 92.4% وهو العامل الأكثر تأثيراً على صناعة التشييد حيث شهدت الولاية في الفترة الأخيرة ارتفاعات غير مسبوقة في مواد البناء

نتيجة الممارسات الاحتكارية في السوق وزيادة الضرائب والرسوم على شركات مواد البناء وتذبذب سعر الصرف.

2. ضعف الحوافز والأجور وعدم وجود نظام حوافز مدروس ويؤثر بنسبة 91.3%، وهذا يدل على أن نظام الحوافز في الولاية ضعيف مما يؤدي إلى هجرة الكفاءات إلى خارج الولاية حيث أن وجود نظام حوافز فعال يسمح بتقوية شعور العمال بالانتماء للمؤسسة والاستقرار الوظيفي ورفع الكفاءة الإنتاجية وتعزيز نقاط القوة وتحسين نقاط الضعف.

3. عدم تطبيق نظام السلامة والصحة المهنية ويؤثر بنسبة 88.7%. حيث أوضحت الدراسة عدم وجود الاهتمام الكافي بتطبيق وتنفيذ معايير السلامة والصحة المهنية في مواقع التشييد والذي ينعكس سلباً على خطة عمل المشروع من تأخير وزيادة الأعباء المالية عليه وأيضاً تأثير ذلك على المجتمع نتيجة تحويل أحد أعضائه من شخص منتج الي شخص يتلقى الإعانات.

4. سوء التخطيط ويؤثر بنسبة 85.7% حيث أظهرت الدراسة أن سوء التخطيط يعتبر عامل مؤثر على صناعة التشييد ويؤدي إلى تأخير زمن تنفيذ المشاريع، وأن معظم المشاريع في الولاية تنفذ بشكل تقليدي بعيداً عن المفاهيم والأساليب العلمية الحديثة المطبقة في مجال إدارة وتخطيط المشاريع ولا يتم إجراء دراسات جدوى شاملة للمشاريع قبل إبرام عقودها.

5. عوامل الجهة المالكة تؤثر بنسبة 85% والمتمثلة في التأخر في اتخاذ القرارات في الوقت المناسب والتدخل في أعمال المقاول وإعادة وتعليق العمل وتأخير الأمر بمباشرة العمل وعدم وضوح فكرة المالك.

6. ضعف وعدم ملائمة نظام تصنيف وتأهيل المقاولين الحالي يؤثر بنسبة 83.3% مما يدل على وجود شركات غير قادرة على تنفيذ المشروعات الإنشائية في الوقت المحدد وبالجودة المطلوبة والميزانية المعتمدة.

7. عوامل التمويل وعدم رصد الميزانية الملائمة لتنفيذ المشروع تؤثر بنسبة 83.1% مما يدل على عدم الالتزام بصرف مستحقات ومستخلصات المقاولين وفق العقد في كثير من الأحيان وعدم انتظام تدفق السيولة النقدية الخاصة بالمشروع وانقطاع التمويل بشكل مفاجئ من الجهة الممولة بسبب التقدير الخاطئ للتكلفة وقلة المعرفة بمفهوم إدارة التكلفة في مشروعات التشييد في السودان مما يدل على عدم إعداد تنبؤات مستقبلية خاصة بالدفعيات المطلوبة.

8. مشاكل التصميم المعماري والانشائي وكثرة أوامر التغيير وعدم وضوح أو اكتمال المخططات تؤثر بنسبة 82.9% مما يدل على عدم إعطاء مرحلة التصميم الوقت الكافي، والتغيرات المتكررة من المالك بعد بدء

التنفيذ، وتعين المصمم بناءً على السعر الأقل حيث تسبب انخفاض جودة التصميم مشكلات متعددة في مرحلة التنفيذ.

9. مشاكل الموارد البشرية ووجود نقص في الكوادر المدربة تؤثر بنسبة 82.4% مما يدل على عدم توفر البرامج التدريبية الرسمية لكوادر الشركات كذلك عدم وجود شركات توفر العمالة المدربة المتخصصة مما أدى إلى وجود ندرة في الأيدي العاملة المدربة.

10. عدم استخدام التقنيات الحديثة تؤثر بنسبة 81.9% مما يدل على تفضيل استخدام الطرق التقليدية في البناء عن استخدام التقنيات الحديثة مما يؤدي إلى تقليل الإنتاجية في صناعة التشييد.

11. مشاكل فرز العطاءات واعتماد ترسيه العطاء على الأقل سعرا تؤثر بنسبة 81.3% مما يدل على وجود خلل في طريقة اختيار الجهة المنفذة للمشاريع وذلك بسبب ترسية العطاء على أولئك الذين يتقدمون بأدنى سعر في المناقصة.

12. مشاكل الجودة وضعف مختبرات فحص العينات واعتمادها وعدم وضع نظام لضبط الجودة في المشاريع تؤثر بنسبة 78.8% مما يدل على تدني دور الجهات الرقابية على متابعة سير العمل بصورة فعالة في مشاريع التشييد وضعف مختبرات فحص العينات في الولاية وعدم وضع نظام لضبط الجودة في المشاريع.

13. العوامل السياسية والفساد الإداري وضعف الأنظمة والقوانين التي تحكم القطاع تؤثر بنسبة 77.2% مما يدل أن قطاع التشييد يعاني من الفساد الإداري والمالي وعدم محاسبة مرتكبي الفساد وتدخل الجهات الحكومية غير الفنية في الأمور الفنية وتعدد الجهات المسؤولة في قطاع التشييد.

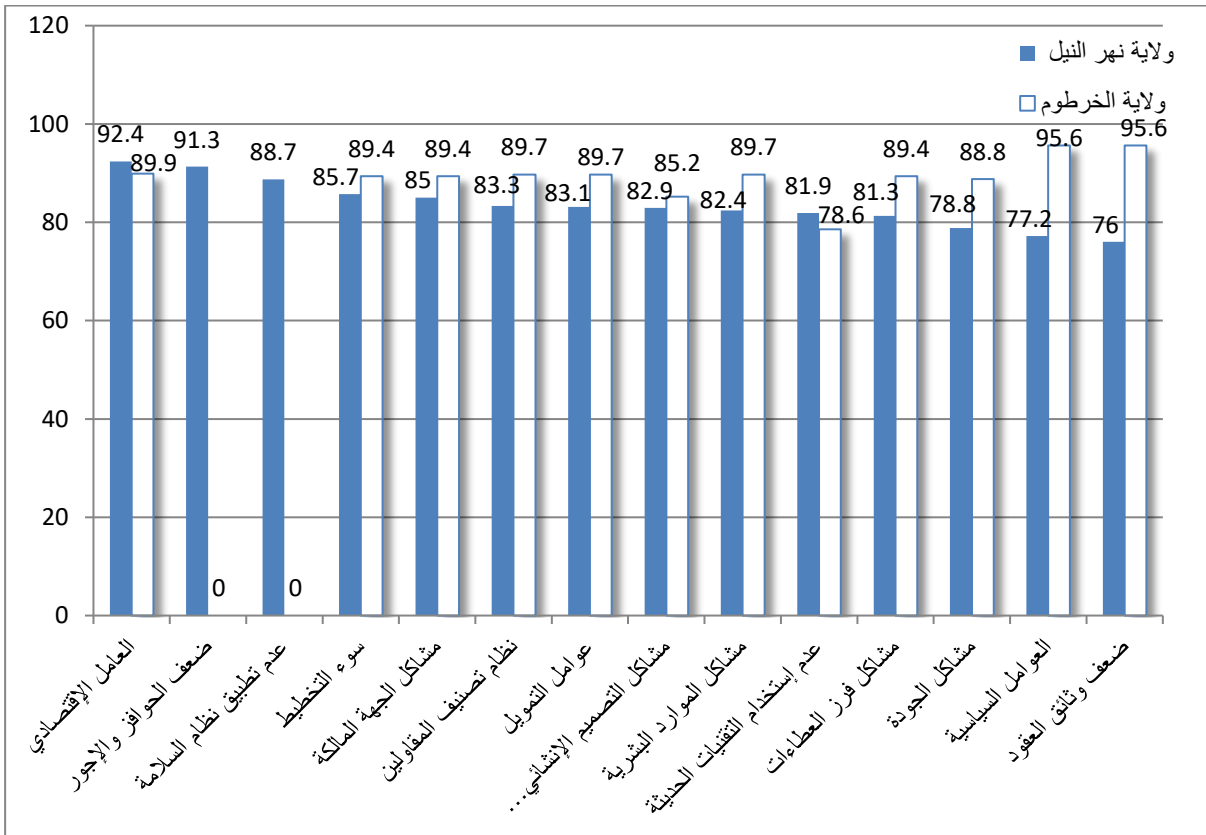
14. ضعف وثائق العقود والمواصفات وعدم تكاملها تؤثر بنسبة 76% مما يدل أن نظام العقود المستخدم غير كافي وغير شامل مما يؤدي إلى كثرة النزاعات بين أطراف المشروع.

### مقارنة بين معوقات صناعة التشييد في ولاية نهر النيل وولاية الخرطوم

تم عمل مقارنة بين معوقات صناعة التشييد في ولاية نهر النيل مع دراسة مشابهة في ولاية الخرطوم (عبد الله، 2014) حيث بينت المقارنة تطابق وتشابه في 12 عامل مؤثر على صناعة التشييد مع ارتفاع النسب في كلا الولايتين وكانت أهم معوقات صناعة التشييد في ولاية الخرطوم بالترتيب التالي:

المشاكل السياسية 95.6%، مشاكل العقود 95.6%، المشاكل الاقتصادية 89.9%، مشاكل التمويل 89.7%، مشاكل الموارد البشرية 89.7%، ضعف نظام تصنيف المقاولين 89.7%، سوء التخطيط 89.4%، مشاكل الجهة المالكة 89.4%، مشاكل ترسية العطاءات 89.4%، مشاكل الجودة 88.8%، مشاكل

التصميم 85.2%، عدم استخدام التكنولوجيا 78.6%. والشكل 1 يوضح المقارنة بين معوقات صناعة التشييد في ولاية نهر النيل وولاية الخرطوم.



الشكل 1: مقارنة بين معوقات صناعة التشييد في ولاية نهر النيل وولاية الخرطوم

#### التوصيات والمقترحات المتعلقة بالدراسة

بناءً على نتائج التحليل التي تم الحصول عليها لمعرفة معوقات صناعة التشييد في الولاية تم التوصل إلى عدة توصيات ومقترحات لتطوير صناعة التشييد في الولاية وهي مذكورة فيما يلي:

1. إعادة النظر في قوانين الضرائب والرسوم والجمارك المفروضة على شركات مواد البناء بغرض تسهيل إنتاج مواد البناء بصورة تساعد نمو صناعة التشييد بالولاية وعلى الجهات الرقابية متابعة احتكار مواد البناء.
2. مراجعة صيغ الأجور وأساليب التحفيز المعتمدة وتحديثها بما يكفل زيادة الدافع للعمل.
3. أن تعمل المؤسسات الحكومية التي تهتم بمجال السلامة والصحة المهنية على توفير برامج تتحدث عن السلامة وكيفية تحقيقها وتوفير أدوات الحماية الشخصية وغيرها من معينات العمل وإعداد قاعدة بيانات

معلوماتية عن كل ما يتعلق بالسلامة والاستفادة منها في تطوير وتحديد متطلبات وأدوات السلامة ومتابعتها أثناء التنفيذ.

4. يجب على مؤسسات وشركات التشييد في الولاية تخصيص وقت وكلفه أكبر لمرحلة التخطيط والتأكيد على ضرورة إجراء دراسات جدوى شاملة للمشاريع قبل إبرام عقودها.

5. عدم تأخير المالك في توفير ما يقع ضمن مسؤولياته التعاقدية من مواد ومعدات ووثائق المشروع والمعلومات اللازمة عنه وعدم التأخر في إخلاء الموقع من العوائق.

6. تحسين وتطوير نظام تصنيف وتأهيل المقاولين في الولاية والتشديد عليه والتأكيد على عدم السماح للمقاول الذي لا تتناسب قدرته المالية أو الفنية مع المشروع بالتقدم بعبء لتنفيذ المشروع.

7. استخدام منحى التكلفة كوسيلة من وسائل المراقبة والسيطرة على مؤشرات سير العمل والتدفقات المالية للصرفيات وربطها بالموازنة المحددة للمشروع والاهتمام بعملية توثيق بيانات التكلفة في مشاريع التشييد المختلفة للاستفادة منها في تحديث وتصحيح الكثير من الإجراءات المالية.

8. إشراك جميع الأطراف في مرحلة التصميم لتحسين التنسيق ومنع التضاربات والتقليل من التعديلات والأعمال الإضافية التي يطلبها أطراف المشروع خلال تنفيذ المشروع وضرورة استكمال واعتماد التصاميم ومستندات المشروع والتأكد من سلامتها ووضوحها قبل طرحه في العطاء أو التعاقد على تنفيذه.

9. أن تضع المؤسسات والشركات الهندسية في الولاية ضمن أولوياتها تعيين كوادر مدربه ومحترفه حتى لو كلفها ذلك دفع أجور عالية وإعداد خطط مدروسة لتدريب وتطوير العاملين لديها.

10. على مؤسسات وشركات التشييد في الولاية الاعتماد على البرامج الحاسوبية الحديثة في مجال تخطيط المشاريع الذي يوفر الجهد والمال وإعداد قاعدة بيانات إحصائية عن مشاريعها لاستخدامها في مشاريع مستقبلية.

11. تحسين وتطوير نظام المنافسات الحكومية والأمانة والشفافية عند إرساء العطاء على المؤسسة المعنية بعيداً عن الوساطة والمنافع الشخصية وإعادة النظر بأسلوب التعاقد الذي يعطي التقييم المالي أهمية أكبر من التقييم الفني.



12. تحديد مواصفات فنية لصناعة التشييد في الولاية وضرورة التقييد الكامل بها ومعاقبة متجاوزيها بعقوبات رادعه وعمل ضوابط للمواد المستخدمة وضرورة تطبيق رقابة كافية من قبل الجهات المشرفة أثناء التنفيذ وإجراء جميع الاختبارات الممكنة وذلك لضمان مستوى جيد للتنفيذ.
13. محاسبة مرتكبي الفساد الإداري والمالي وعدم التهاون في توقيع الجزاءات وتشكيل لجان هندسية عند الضرورة للنظر في الأمور الفنية.
14. صياغة العقد بصورة صحيحة وإلزام جميع الأطراف بالتقيد به ووضع عقوبات واضحة لمن يخالفه والتأكيد على ضرورة أن تتضمن عقود التنفيذ تعريفات واضحة لواجبات وحقوق كل طرف وتسريع اعتماد العقد الموحد (الفيديك) والمواصفات القياسية الموحدة .

#### التوصيات المتعلقة بالبحوث المستقبلية

- نوصي بتوسيع دراسة معوقات صناعة التشييد لتشمل عموم ولايات السودان المختلفة.

#### الخاتمة:

قامت هذه الدراسة بتحليل الوضع الراهن لقطاع التشييد في ولاية نهر النيل وتشخيص أهم المعوقات التي تواجهه بهدف صياغة مقترحات وحلول لمعالجتها مع عمل مقارنة بين معوقات صناعة التشييد في ولاية الخرطوم.

أتضح أن قطاع التشييد في ولاية نهر النيل يعاني من مجموعة كبيرة من المشاكل ومعظمها مشاكل معروفة تتعرض لها الصناعة في معظم دول العالم وهي نتائج تتوافق مع ما أوضحتها الدراسات السابقة وأنها تمثل عاملا سلبيا يؤثر في اقتصاد الدولة.

أتضح من المنهجية أنه نظريا وتطبيقيا وميدانيا يتفق الجميع على أن أهم معوقات صناعة التشييد تتمثل في مشاكل اقتصادية، مشاكل متعلقة بالتصاميم المعمارية والإنشائية، مشاكل إدارية ناتجة عن سوء التخطيط، مشاكل متعلقة بالجهة المالكة، مشاكل التمويل، مشاكل الموارد البشرية، مشاكل التكنولوجيا الحديثة، مشاكل ترسية العطاءات، مشاكل الجودة، المشاكل السياسية ومشاكل العقود.

بناء على النتائج التي تم الحصول عليها لمعرفة معوقات صناعة التشييد في الولاية تم التوصل إلى عدة توصيات ومقترحات لتطوير صناعة التشييد في الولاية، والمرجو أن تسهم نتائج وتوصيات هذه الدراسة في تدارك هذه المشاكل التي تنعكس بتوفير الوقت والكلفة وتحسين الجودة فضلا عن تحسين بيئة العمل وتعزيز التعاون بين الأطراف المشاركة بالمشاريع.

## المصادر والمراجع

- بوسنيته، محمد علي بوعجيله (2011). دراسة التأخيرات في المشاريع الإنشائية بسبب المالك. رسالة دكتوراه، الأكاديمية العربية البريطانية للتعليم العالي، الإمارات العربية المتحدة.
- الحسن، أشرف حسن محمد (2006). أسباب ارتفاع التكلفة الكلية للمشاريع الإنشائية بالقطاع العام، رسالة ماجستير، جامعة السودان للعلوم والتكنولوجيا، قسم الهندسة المدنية، الخرطوم السودان.
- حمادة، منى (2012). إدارة مخاطر مرحلة التشييد لمشاريع التشييد في سورية. مجلة جامعة دمشق للعلوم الهندسية، المجلد الثامن والعشرون، العدد الأول، ص 129-150 .
- خالد، زياد سليمان محمد (2005). تحسين جودة تنفيذ المشاريع الإنشائية في شركات المقاولات الحكومية من وجهة نظر مديري المشاريع في وزارة الأعمار والإسكان، مجلة تكريت للعلوم الهندسية، المجلد 12 العدد 4 ، ص 1-22.
- دباغ، مريم (2014). العوامل التي تؤدي لإعادة العمل في مشاريع التشييد. مجلة جامعة تشرين للبحوث والدراسات العلمية، سلسلة العلوم الهندسية، المجلد 36 العدد 2 ، ص 259-276.
- الديري، علاء الدين علي (2011). إدارة وتخطيط المشاريع الإنشائية. رسالة دكتوراه، الأكاديمية العربية البريطانية للتعليم العالي، الإمارات العربية المتحدة.
- الرشيد، إبراهيم عبد الله (2007). إدارة مشروعات التشييد. الطبعة الثانية، دار النشر للجامعات، القاهرة مصر.
- سليمان، مجتبي الأمين عبد الله (2016). أثر إدارة المواقع للمشاريع الهندسية لضمان نجاح المشروع في ولاية الخرطوم. رسالة ماجستير، جامعة السودان للعلوم والتكنولوجيا، قسم الهندسة المدنية، الخرطوم السودان.
- صالح، قصي (2006). إدارة الجودة في مشاريع التشييد في سورية، مجلة جامعة دمشق للعلوم الهندسية، المجلد الثاني والعشرون، العدد الأول، ص 9-36.
- الطاهر، هيثم (2015). ثقافة السلامة والصحة المهنية في العمل الهندسي. رسالة ماجستير، جامعة السودان للعلوم والتكنولوجيا، قسم الهندسة المدنية، الخرطوم، السودان.
- عبد القادر، علاء الدين عوض (2012). التغيرات في مشروعات البناء والتشييد في السودان وتأثيرها علي (التكلفة – الكمية – الزمن). رسالة ماجستير، جامعة السودان للعلوم والتكنولوجيا، قسم الهندسة المدنية، الخرطوم السودان.

- عبد الله، مصعب جمال (2014). العوامل المؤثرة في الإنتاجية في مشروعات التشييد في السودان. رسالة ماجستير، جامعة السودان للعلوم والتكنولوجيا، قسم الهندسة المدنية، الخرطوم السودان.
- عكاب، سعاد ناصر (2009). دراسة العوامل التصميمية والتنفيذية التي تؤدي إلى زيادة مخاطر الكلفة خلال مرحلة تنفيذ المشاريع، مجلة الهندسة والتكنولوجيا، المجلد 27، العدد 12، ص 438-450.
- علي، ناهل هاشم فرح (2014). الأسباب والمعالجات للانحراف في تكلفة مشروعات التشييد في السودان. رسالة ماجستير، جامعة السودان للعلوم والتكنولوجيا، قسم الهندسة المدنية، الخرطوم السودان.
- غانم، تسنيم غانم سليمان (2015). صناعة التشييد في السودان دراسة استكشافية للتحديات والحلول. رسالة ماجستير، جامعة السودان للعلوم والتكنولوجيا، قسم الهندسة المدنية، الخرطوم السودان.
- الهادي، ولاء صديق (2014). أسباب تأخير مشروعات التشييد في ولاية الخرطوم. رسالة ماجستير، جامعة السودان للعلوم والتكنولوجيا، قسم الهندسة المدنية، الخرطوم، السودان.



## **Isolation and Characterization of Ethanol and Thermotolerant Yeast Isolates from Different Sources in Atbara Town – River Nile State - Sudan**

**Elham S. Dawood and El Amin H.B**

Department of Life Science, Faculty of Education, Nile Valley University, Sudan

**Corresponding author:** [ilildawood.id@nilevalley.edu.sd](mailto:ilildawood.id@nilevalley.edu.sd) or [ilildawood.id@gmail.com](mailto:ilildawood.id@gmail.com)

### **ABSTRACT**

Thirty yeasts isolates were isolated from five fruits namely grapes (*Vitis vinifera*), apple (*Malus domestica*), date palm (*Phoenix dactylifera*), banana (*Musa paradisiaca*) and fermented sorghum dough (Ajeen) collected from Atbara market. The viable cell count of yeasts isolates was enumerated. All the yeast isolates were first screened for carbohydrate fermentation using Durham tube fermentation method in yeast extract peptone dextrose broth. Five isolates (SUDA, SUDV, SUDMU, SUDP and SUDDD) which were relatively high fermentative were selected for further study. All the selected isolates were identified morphologically, using macroscopic and microscopic features. The yeast isolates were also screened for ethanol and thermo - tolerance. Further, the optimum pH was determined. The results of this investigation revealed that the yeast colony forming unit was ranged from 99 x10<sup>4</sup> cfu/ml to 118 x10<sup>4</sup> cfu/ml. For the test of temperature, growth was detected up to 40°C with optimum temperature at 37°C for all isolates, for ethanol concentration 15% was optimum for all isolates except SUDMU and SUDP was at 20% and 25%, respectively. The optimum pH was ranged from 5-6. The aim of this study is to isolate and characterize ethanol, and thermo - tolerant yeast for industrial purposes.

**Keywords:** Fruits, Sorghum dough, yeast isolates, thermo and ethanol tolerant

## عزل وتوصيف الإيثانول وعزلات الخميرة المقاومة للحرارة من مصادر مختلفة في مدينة عطبرة - ولاية نهر النيل - السودان

الهام شريف داود و الأمين ه. ب.

قسم علوم الحياة، كلية التربية، جامعة وادي النيل

المؤلف المرسل: [ilildawood.id@gmail.com](mailto:ilildawood.id@gmail.com)

### مُسْتَخْلَص

تم عزل ثلاثين من عزلات الخميرة من خمس فواكه وهي العنب (*Vitis vinifera*) والتفاح (*Malus domestica*) ونخيل التمر (*Phoenix dactylifera*) والموز (*Musa paradisiaca*) وعجينة الذرة الرفيعة المخمرة (Ajeen) التي جمعت من سوق عطبرة. تم إحصاء عدد الخلايا الحية لخمائر العزلات. تم فحص جميع عزلات الخميرة لأول مرة لتخمير الكربوهيدرات باستخدام طريقة التخمير الأنثوية Durham في مستخلص الخميرة من مرق الببتونديكستروز. تم اختيار خمس عزلات (SUDV و SUDA و SUDMU و SUDDP و SUDDD) والتي كانت عالية التخمير نسبياً لمزيد من الدراسة. تم التعرف على جميع العزلات المختارة شكلياً باستخدام الخصائص العيانية والميكروسكوبية. كما تم فحص عزلات الخميرة لمعرفة الإيثانول والمقاومة للحرارة. علاوة على ذلك، تم تحديد الرقم الهيدروجيني الأمثل. أظهرت نتائج هذا البحث أن وحدة تكوين مستعمرة الخميرة تراوحت من  $10^4$  cfu / ml إلى  $10^{11.8}$  cfu / ml لاختبار درجة الحرارة، تم الكشف عن نمو يصل إلى 40 درجة مئوية مع درجة الحرارة المثلى عند 37 درجة مئوية لجميع العزلات، بالنسبة للإيثانول فإن تركيز 15٪ كان الأمثل لجميع العزلات باستثناء SUDMU و SUDDP كان عند 20٪ و 25٪ على التوالي. تراوح الرقم الهيدروجيني الأمثل بين 5-6. تهدف هذه الدراسة إلى عزل وتوصيف الإيثانول والخميرة المقاومة للحرارة للأغراض الصناعية.

*الكلمات المفتاحية:* فواكه، عجينة الذرة، عزلات الخميرة، مقاومة للحرارة و الإيثانول

## Introduction

Production of ethanol by fermentations is among the most ancient processes known. Yeasts are used in the fermentative production of ethanol, alcoholic beverages, baking products, protein and vitamin supplements in human and animal diets as well as in the production of single cell proteins (Moneke *et al.*, 2008). Yeasts are the safest and most effective microorganisms for fermenting sugars to ethanol and traditionally have been used in industry to ferment glucose based agricultural products to ethanol (Ho *et al.*, 1998). Yeast is ubiquitous in the environment, but is most frequently isolated from sugar rich samples (Haggran, and Abo-Sereih, 2014). Moreover, thermophilic and thermotolerant microorganisms are important in the industry. The use of such microbes in the industry will lead to reduction in the cooling cost. These microbes could be used directly in the fermentation industry (Mustafa *et al.*, 2017). Alcoholic fermentation processes leads to a decrease in oxygen solubility as the process temperature increases, thus microbial involvement requires candidates that function under anaerobic conditions and accumulation of ethanol inhibit the yeast growth and consequently stop the fermentation process (Cakar *et al.*, 2005). Many authors such as, Jolly *et al.* (2003); Matsushika *et al.* (2008); Ciani *et al.* (2010) reported that many yeast are non-Saccharomyces yeasts like *Candida* sp., *Hansenulasp.*, *Kloeckerasp.*, *Torulasporasp.*, *Kluyveromyces* sp., *Pachysolentannophilus*, *Pichia stipites* had the ability to grow and participate in alcoholic fermentation. The ability of yeast to be used in industry depends on many factors such as strains, growth factors and optimum environmental conditions (Negera, 2017). Tolerance of yeast for fermentation product (ethanol-tolerance) and temperature (thermo-tolerance) has great potential to be used in industrial scale fermentation. Isolation and characterization of ethanol and thermo-tolerant yeast from fruits could promote higher yield of ethanol at higher temperature than commercial *Saccharomyces cerevisiae* like baker yeast. Therefore, the main objectives of this study are to isolate and characterize yeast isolates obtained from different fruits and sorghum dough, to evaluate the yeast isolate for ethanol, and heat tolerance for industrial use under different environmental condition.

## Methods

### Sampling Site and Sample Collection

Fourty different sample of rotten fruits belongs to four species, grapes (*vitisvinifera*), apple (*Malus domestica*), date palm (*Phoenix dactylifera*), banana (*Musa paradisiaca*) and the fifth sample was fermented sorghum dough (Ajeen) which were collected from Atbara town market

in River Nile State northern Sudan, using sterile plastic bags and brought to the Biology Laboratory, Department of Life Science and Environmental Studies – Nile Valley University and the samples were kept at 4 °C for further study.

### **Isolation and Enumeration of yeast**

One ml of each sample was serially diluted and inoculated onto Yeast Peptone Dextrose Agar (YPDA) medium containing chloramphenicol to avoid bacterial growth and incubated at 37°C for 3 days. Suspected colonies of yeast were counted as cfu/ml. The selected colonies were re-streaked on YPDA sterile medium (10 g /L Yeast Extract, 20 g/L Peptone, 20 g/L dextrose and 20g/L agar) and the plates were incubated at 37°C for 3 days. Representative colony was picked from the plates and pure cultures were ready for identification procedure as described by AOAD (1998).

### **Physiological Characteristics**

#### **Testing of Yeast Isolates for Carbohydrate Fermentation Using Durham Tube Method**

Durham tube method was used for testing the capability of yeasts isolates for carbohydrate fermentation. Yeast fermentation broth with carbohydrate and Durham tube composed of 4.5 g of yeast extracts, 7.5 g of peptone, 80 g of lactose, 120 g of raffinose, 60 g other carbohydrates and 17 g of bromcresol blue per liter of deionized filtered water and final pH  $7.1 \pm 2$  at 25 °C. This media (YP broth) was used for characterization of the yeast isolates based on fermentation of specific carbohydrates. The carbohydrates used were glucose, galactose, maltose, sucrose, lactose, fructose and xylose. Yeast fermentation broth media was modified by Wickerham for determination the carbohydrate by detecting the color of the medium and gas formation (Warren and Shadomy, 1991).

### **Morphological Characterizations**

Five yeast isolates were selected for further study and coded as follows, SUDV, SUDA, SUDP, SUDMU and SUDD from grapes (*vitisvinifera*), apple (*Malus domestica*), date palm (*Phoenix dactylifera*), banana (*Musa paradisiaca*) and sorghum dough in order. The vegetative cells morphology determined by growing both in liquid and on solid culture media (YPDA) as described by Kurtzman and Fell, (2006). The macroscopic characteristics were observed such as colony shape, colony edge, colour and texture, while the microscopic features include cell size, shape and methods of vegetative reproduction).

## **Stress tolerance characterization**

### **Detection of thermo-tolerance**

YPD liquid medium was used for detecting thermo-tolerance and growth in liquid media of the selected yeast isolates. The medium was autoclaved at 121°C and 15 psi and cooled. 10 ml portion of the medium was distributed into McCartney tubes, and then inoculated with 48 hours old of the selected yeast isolates. The initial optical density of each tube was recorded on spectrophotometer at 660 nm against the medium as blank. All cultures were incubated at 25°C, 30°C, 35°C, 37°C and 40°C for 3 days for observing thermotolerance of yeast isolates. The initial optical density (OD) of each culture in flasks was read for UV absorbance at 660 nm using a Pye-Unicam SP6 spectrophotometer. The treatments were replicated three times and the blank was made of YPD medium without yeast inoculation. The OD is directly proportional to the cell mass or growth (one OD<sub>660 nm</sub> =  $1.85 \times 10^7$  cell/ml). The increase in optical density in a flask was recorded as evidence of growth.

### **Growth in Different pH in Liquid Media**

YEPD liquid medium was used for detecting the ability of the selected yeast isolates to grow in different pH, ranged from 4.0 up to 10. YPD broth medium was prepared at different pH. Each test-tube contained 13 ml of YPD media with different pH and blank media was used as a control. Then the media were inoculated by half loop full of different yeast cell for each pH then the tubes were incubated at 37°C for 72 hrs. The increase in cell growth was measured using spectrophotometer at 660nm as mentioned above.

### **Detection of Ethanol Tolerance**

For detection of ethanol tolerance, modified YPD broth medium was used as described by Osho, (2005). The medium was sterilized at 121 °C for 15 min in an autoclave and cooled. One ml of various concentrations of absolute ethanol (5% to 25% v/v) was added to different flask of the same medium to constitute varying percentages of ethanol differing by 5% (v/v) from one flask to the others. Forty-milliliter portion of the medium was distributed into 125 ml flask, and then inoculated with selected thermotolerant yeasts. The initial optical density of each flask was read on spectrophotometer at 660 nm against the medium as blank. All cultures were incubated at 37 °C for 3 days and the growth was measured as mentioned above. The increase in optical density in a flask was recorded as growth evidence.



## Results and Discussion

### Isolation and Screening of Ethanol and Thermo Tolerant Yeasts

A total of thirty yeast isolates were isolated from five different fruit samples namely, grapes (*Vitis vinifera*), apple (*Malus domestica*), date palm (*Phoenix dactylifera*), banana (*Musa paradisiaca*) and sorghum dough (Ajeen), collected from Atbara market. Table (1) shows the viable cell count obtained by five yeasts isolates, namely SUDA, SUDV, SUDMU, SUDP and SUDD. The highest colony count was recorded by the isolate SUDD ( $118 \times 10^4$  cfu/ml) while the lowest count was obtained by the isolate SUDV ( $99 \times 10^4$  cfu/ml). The rest of the isolates, SUDA ( $106 \times 10^4$  cfu/ml), SUDMU ( $112 \times 10^4$  cfu/ml) and SUDP ( $114 \times 10^4$  cfu/ml). The various colony counts are indicative of the isolates viability and how actively in industry. In Sudan Sulieman *et al.* (2015) and in Nigeria Umeh and Okafor, (2016) isolated different yeast strains from local sources and they found that the colony forming unit ranged from  $3.3 \times 10^3$  -  $1.6 \times 10^6$  and  $2.7$ - $3.0 \times 10^5$ , respectively.

### Morphological and Physiological Characteristics of the Yeast Isolates

All the yeast isolates were first screened for carbohydrate fermentation using Durham tube fermentation method in yeast extract peptone dextrose broth. In this study, the yeast isolates showed variation in utilization of seven different sugars (glucose, galactose, sucrose, maltose, fructose, lactose and xylose). Almost all isolates utilized glucose, galactose, sucrose, maltose, fructose and failed to grow on xylose and lactose (Table 2). These results were coincided with that obtained by Kumar *et al.* (2011); Negera (2017) who tested the same above sugar.

**Table 1: Viable Cell Count of Yeast Isolates from Different Sources (cfu/ml  $\times 10^4$ )**

Yeast Isolates	Sources	Total viable count of different yeast isolates (cfu/ml $\times 10^4$ )
SUDA	<i>Malus domestica</i>	106
SUDV	<i>Vitis vinifera</i>	99
SUDMU	<i>Musa paradisiaca</i>	112
SUDP	<i>Phoenix dactylifera</i>	114
SUDD	Sorghum dough	118

**Table2: Fermentation of Carbohydrates by Yeast Isolates on Durham Tube Yeast Extract Peptone Dextrose liquid medium fermentation method (YPD)**

Isolates	Different Tested Sugars							Total
	Glucose	Galactose	Fructose	Maltose	Sucrose	Lactose	Xylose	
SUDA	+++	++	+++	++	++	-	-	5
SUDV	+++	++	++	+	+++	-	-	5
SUDMU	+++	+++	+++	++	++	-	-	5
SUDP	+++	+++	++	++	+++	-	-	5
SUDD	+++	++	+++	++	++	-	-	5

**Key:** + = fermentative, ++ = high fermentative, +++ = very high fermentative (empty Durham tube)

in addition to trehalose by six yeast isolates. The same five isolates (SUDA, SUDV, SUDMU, SUDP and SUDD) which recorded high colony forming unit also were relatively high fermentative in Durham tube fermentation method and were selected for further study.

All the selected yeast isolates were observed under compound microscope and cell morphology was observed after 3 days of incubation, at 37 °C, heavy, dry climbing pellicles were formed on the surface of YPD broth medium. The growth was butyrous with white cream color on YPD agar (Table 3). The morphological characteristic of all isolates seemed that theyeasts isolates resembled that of *Saccharomyces* spp.as descried by (Kurtzmann, 2006).

**Table 3: Morphological Features of Yeast Isolate**

Characters	SUDA	SUDV	SUDMU	SUDP	SUDD
Surface	Smooth	Smooth	Smooth	Smooth	Smooth
Margin	entire	Entire	Entire	Entire	entire
Color	white	white	Cream, white	white	white
Elevation	Convex	Flat	Convex	Convex	Flat
Cell	spheroidal, ellipsoidal Multilateral budding	spheroidal, ellipsoidal Multilateral budding	spheroidal, ellipsoidal Multilateral budding	spheroidal, ellipsoidal Multilateral budding	spheroidal, ellipsoidal Multilateral budding
Pseudomycelium	-	-	-	-	+

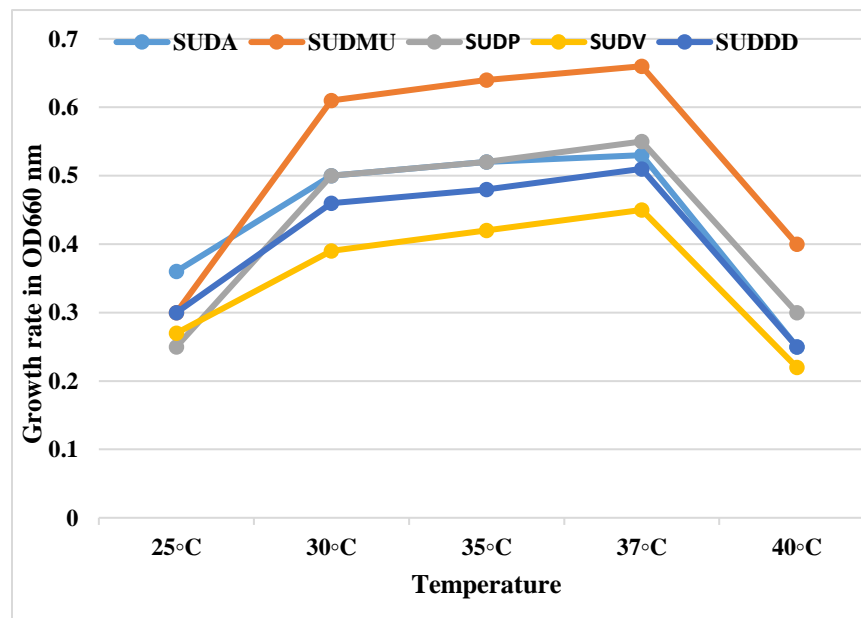
### Effect of Temperature, pH and Ethanol concentration on the Growth of Yeast Isolates

Different factors such as, temperature, pH and ethanol concentration weretested for optimization the growth of yeast isolates. The effect of temperature on the growth of yeast isolates was study under the range of 25 °C -40 °C. The highest growth was at 37 °C for all isolates and survive up to 40 °C (Fig.1). Accordingly, SUDMU recorded the highest growth (0.68 at 660 nm) while the growth of the other isolates ranged from 0.45-0.55nm. In Bangladesh Talukder *et al.* (2016); and

in Ethiopia Negera (2017) found that 37°C was the suitable temperature for the optimum growth of different yeast isolates (Fig.1).

In addition, the growth rate of yeast isolates was measured at different pH values which ranged from 4.0- 10.0 (Fig2). High growth rate was at pH 5.0 and 6.0 for all isolates (Fig.2). Three isolates showed high cell growth at pH 6.0, SUDA (1.3) and both SUDP and SUDV were 1.4 while the isolates SUDM and SUDD recorded high cell growth at pH 5.0 (0.72 and 0.6, respectively) Fig.2. The lowest growth was detected at pH 4.0 then pH 9.0 and 10.0 while at pH 7.0 and 8.0, the growth rate range was 3.5- 6.0. This result agreed with that obtained by Shamim *et al.* (2016) who found high cell density at pH 5 and 6.

Different ethanol concentrations were added to the broth media (5, 10, 15, 20 and 25%) to test the ethanol tolerance of the yeast isolates (Fig.3). Three isolates showed maximum cell growth at 15% (SUDA, SUDV and SUDD), while the rest of the isolates (SUDMU and SUDP) recorded maximum growth rate at 20% and 25% v/v, respectively. Many studies for ethanol tolerance by yeast isolates was carried out in different countries such as in Nigeria Maxwell *et al.* (2016), isolated two ethanol tolerance yeast isolates, which showed optimum growth at 20% of ethanol concentration while in Thailand Techaparin *et al.* (2017) isolated five ethanol tolerance and their optimum growth was at 13% of ethanol concentration (v/v).



**Figure 1: Effect of temperature on the growth of yeast isolates cultivated on YPD broth media**

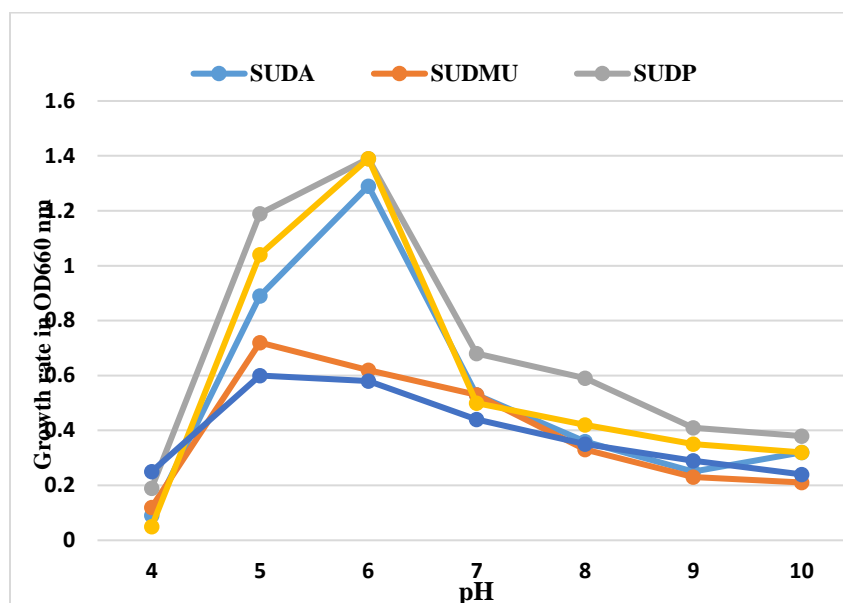


Figure 2: Effect of pH on the growth of yeast isolates cultivated on YPD broth media

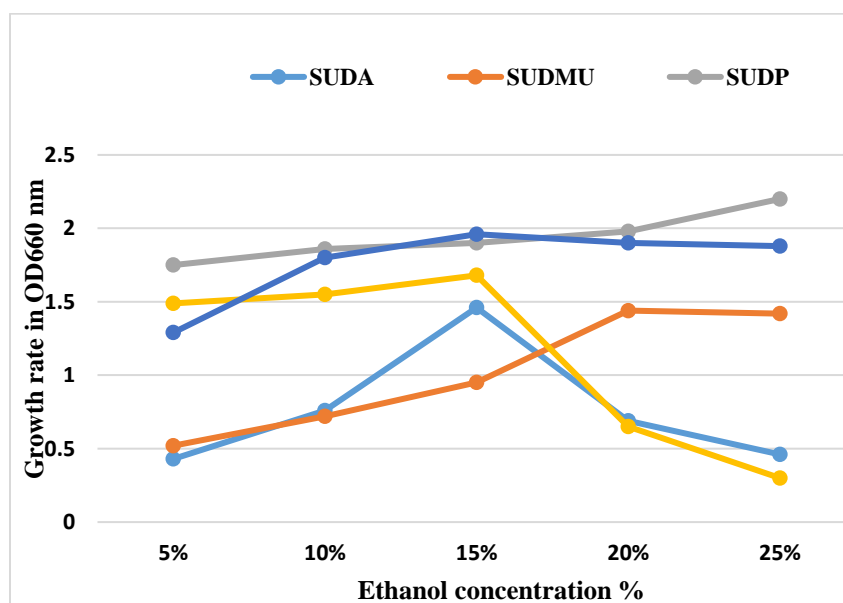


Figure 3: Effect of different concentrations of ethanol on the growth of yeast isolates cultivated on YPD broth media

### Conclusion:

Isolation of wild type yeast isolates from local sources is important facet because the isolates are more adapted to the rigors of various environmental stresses of that particular location. In addition, it is an important aspect of the ongoing research for isolation of bioethanol tolerant

yeast isolates. In this study, the best five yeast isolates were identified and selected for further study. According to the morphological and physiological characteristics all the five yeast isolates were resembled that of the genus *saccharomyces* which were closely related to *S. cerevisiae*. All the yeast isolates, showed higher ethanol tolerance at the range 15% - 25% v/v and the most ethanol tolerant yeast isolates were SUDP (25% v/v). The optimum condition for the growth of the five yeast isolates was showed at 37 °C and at pH range 5.0 - 6.0.

## References

- AOAD (1998). Arab Agriculture Statistics Yearbook. Arab Organization for Agricultural Development, Khartoum.
- Cakar, Z.; Seker, U.; Tamerler, C.; Sonderegger, M. and Sauer, U. (2005). Evolutionary engineering of multiple-stress resistant *Saccharomyces cerevisiae*. FEMS Yeast Research, 5: 569–578.
- Ciani, M.; Comitini, F.; Mannazzu, I. and Domizio, P. (2010). Controlled mixed culture fermentation: a new perspective on the use of non-*Saccharomyces* yeasts in winemaking. FEMS Yeast Research, 10: 123–133.
- Haggran, A.A and Abo-Sereih, N.A. (2014). Isolation and identification of ethanol tolerant yeast strains. Middle East Journal of Applied Science, 4(3): 600-606.
- Ho, N.; Chen, W.Z. and Brainard, A.B. (1998). Genetically engineered *Saccharomyces* yeast capable of effective co fermentation of glucose and xylose. Applied Environmental Microbiology, 64(5): 1852–1859.
- Jolly, N.P.; Augustyn, O.P.H. and Pretorius, I.S. (2003). The effect of non-*Saccharomyces* yeasts on fermentation and wine quality. South African J. of Enology Viticulture, 24: 55-62.
- Kumar, S.R.; Shankar, T. and Anandapandian, K.T.K. (2011). Characterization of alcohol resistant yeast *Saccharomyces cerevisiae* isolated from Toddy. International Research Journal of Microbiology. 26: 399-405.
- Kurtzman, C.P. and J.W. Fell (1997). The Yeasts: A Taxonomic Study. 4th ed.
- Matsushika, A.; Inoue, H.; Kodaki, T. and Sawayama, S. (2009). Ethanol production from xylose in engineered *Saccharomyces cerevisiae* strains: current state and perspectives. Appl. Microbiology and Biotechnology, 84:37–53.
- Maxwell, G.R.O.S.; Archibong, E.V.; Ogechi, E.; Chibuzor, I.A.; Nennaya, I.R. and Ogbe, S.B. (2017). Isolation and identification of local ethanol tolerant yeast populating distillation and milling sites in Nigeria. American journal of Biological Science, 4(5): 58-63.

- Moneke, A.N.; Okolo, N.; Nweke, A.; IEzeogu, L.I. and Ire, F.S. (2008). Selection and characterization of high ethanol tolerant *Saccharomyces* yeasts from orchard soil. *African Journal of Biotechnology*, 7 (24): 4567-4575.
- Mustafa, S.E.; Ali, I.M.; Farahat, F.H. and Khater, A.M. (2017). Screening for thermotolerant yeasts in the Sudan. *EC Microbiology* 10 (2): 53-62.
- Negera, T. (2017). Isolation and characterization of ethanol, Sugar and thermo tolerant yeast isolates in Ethiopia. *International Journal of Research Studies and Bioscience (IJRSB)*, 5(8): 4-10.
- Osho, A. (2005). Ethanol and sugar tolerance of wine yeasts isolated from fermenting cashew apple juice. *African Journal of Biotechnology*, 4(7): 660–662.
- Shamim, S.R.; Islam, K.S.M.; Rafiqul, M.H.; Khaled, S.; Kamrun, N.; Kumar, R.C.; MdEkhlas, U. and Naiyyum, C.(2016). Isolation of yeasts from raisins and Palm-juice and ethanol production in molasses medium. *Indian Journal of Science and Technology*, 9(12): 1-8.
- Suliman, A.M.B; Warda, E.A.M. and Abdelgadir, S. (2015). Isolation and identification of yeasts from the different stages of *Hulu-mur* fermentation. *Journal of Microbiology Research*, 5(2): 71-76.
- Talukder, A.A.; Easmin, E.; Mahmud, S.A. and Yamada, M. (2016). Thermotolerant yeasts capable of producing bioethanol: isolation from natural fermented sources, identification and characterization. *Biotechnology and Biotechnological Equipment*, 30 (6): 1106–1114.
- Techaparina, A.; Thanonkeob, P.; Klanritb, P. (2017). High-temperature ethanol production using thermotolerant yeast newly isolated from Greater Mekong Subregion. *Brazil Journal of Microbiology*, 4 8: 461–475.
- Umeh, S.O and Okafor, J.N.C. (2016). Isolation, characterization and identification of yeast (*Saccharomyces Cerevisiae*) From Three Local Beverage Drinks. *International Journal Series in Multidisciplinary Research*, 2(5): 44-55.
- Warren, P. and Shadomy, L. (1991). Yeast fermentation broth base with carbohydrate and Durham tube. *Manual of Clinical Microbiology*. 5<sup>th</sup> ed. Washington D.C, pp, 34-39.