



Kingdom of Saudi Arabia
Ministry of Education
Jazan University



JAZAN UNIVERSITY

JOURNAL OF

JAZAN UNIVERSITY

For

Applied Sciences

A Refereed Scientific Periodical



Kingdom of Saudi Arabia

Publication Rules Education

Jazan University

The University of Jazan provides an opportunity for scholars to publish their scholarly work on research. The editorial board will consider manuscripts from all fields of knowledge. Manuscripts submitted in either Arabic or English, and if the due accepted for publication, may not be published elsewhere, without permission of the Editor-in-Chief. The journal issues one volume per year. The types of manuscript classification used by the Editorial Board run as follows:

1. Article:

An author's original work contributing new knowledge to the field in which research was conducted.

2. Review Article:

A critical synthesis of the current literature in a particular field, or a synthesis of the literature in a particular field during an explicit period of time.

3. Brief Article:

A short article (note) with the characteristics of an article.

4. Book Reviews

5. Forum:

Letters to the editor, comments, responses, preliminary results or findings, and miscellany

JOURNAL OF
JAZAN UNIVERSITY

General Instructions for

1. Submission of manuscripts:

Original manuscripts should be typewritten (one side only), using an A4 size paper, double spaced along with 3 copies. All pages are to be numbered consecutively, including tables and graphs. Tables, other illustrations, and references should be presented on separate sheets with their proper text position indicated.

2. Abstracts:

Manuscripts for articles, review articles, and brief articles require both Arabic and English abstracts, using no more than 200 words, in single column (13cm wide), for each version.

3. Tables and other illustrations:

Tables, charts, figures, and plates should fit the journal's page size (12.5 cm x 18cm). All inner drawings must be presented on high quality. Tracing paper is necessary, using black Indian ink as well. Photographs may be submitted, but on glossy print paper in either black or color.

4. Abbreviations and Units:

A4 sizes and quantities should be expressed according to international standards. Standardized abbreviation should only be used. The names of periodicals should be abbreviated in accordance with the words of scientific periodicals.

5. Title Page:

Should contain the title, name of the authors, name and address of the institution, where the work was carried out. The title should be brief and use strong keywords. Scientific names of organism should be clearly stated and should be typed italic.

6. Text:

The organization of the manuscript should be as follows: Introduction, materials, results, discussion, and references. Results and discussions can be combined in one section. Acknowledgement (if needed) should be brief and added before the reference sections.

A Refereed Scientific Periodical

1. References:

Citation of the references (within the text) should be indicated by author. Date, style, and references should be listed in an alphabetical order and conform to the following examples: Periodical citations in the text are to be enclosed in one line brackets, e.g.(6).

Periodical references are to be presented in the following form:

References number in line brackets (), author's name followed by a given name and/or initials, the title of an article or periodical (italicized), volume number, year of publication (in parentheses) and pages e.g.

Basahy, A.Y. (1992). Protein and Amino Acid contents in seeds of some soybean cultivate (Glycin Max 1) Arab Gulf J. Sci. Res. 11(2), 221-228.

Book Citation:

Book references should include the following:

Reference number (), author's surname followed by a given name and/or title of the book (italicized), place of publication, publisher, and year of publication.

Example:

Lehman. H.C. (1953). Age and Achievement. Princeton: Princeton University Press.

2. Content Notes:

Content notes are to be presented on separate sheets. They will be printed below

a solid line separating the content notes from the text.

9. The manuscripts and forum items submitted to the journal for publication contain the author's conclusions and opinions, and if published they do no bear a conclusion or opinion of the Editorial Board.

10. Authors will be provided with 20 reprints free of charge, along with two issues of the journal. Additional copies could be purchased, if ordered when the proofs are returned. Price will be shown on the order form.

11. It is the responsibility of the researcher to make sure that the manuscript is free of linguistic, grammatical and typo errors.

12. The editors' board has the right to set priorities of publishing the research.

13. The journal is not obligated to repeat the research it reaches, whether it was approved for publication or not.

14. All the received research is subject to primary examination by the editorial board in order to determine their eligibility for arbitration. The editorial board is entitled to excusing itself from accepting the research without giving reasons.

15. The journal is published twice a year.

Kingdom of Saudi Arabia
Ministry of Education
Jazan University

**JOURNAL OF
JAZAN UNIVERSITY**

**For
Applied Sciences**

A Refereed Scientific Periodical

Vol. 9 No 2 November 2021 (Rabi` al-Thani 1443 H)

ISSN:1658-6913



**IN THE NAME OF ALLAH, THE MOST GRACIOUS,
THE MOST MERCIFUL**

Journal Jazan University

for applied sciences

Vol. 9 No 2 November 2021 (Rabi` al-Thani 1443 H)

General Supervisor

Prof. Mari Hussain Al-Qahtani

Deputy General Supervisor

Prof. Mohammed Hassan Aburasain

Managing Editor

Mr. Fahd Mohammad Al-Faifi

Editor-in-chief

Prof. Ahmed abdulrahman Al-barraq

Editorial Board

Prof. Muhammad Ali Mubaraki

Prof. Gasem Mohammad Abu-Taweel

Dr. Zaki Weli Hakami

Dr. Mohammed Abdulraheem Akeel

Dr. Basem Ibrahim Assiri

Dr. Nouf Hussain Abuhadi

Administrative and technical staff

Mr. Ahmad Mohammad Al-Hazmi

Mr. Ali Mohammad Qabi

Mr. Bandar Ali Wasli

Correspondence

All correspondence should be directed to:
Editor-in-chief of Jazan University Journal of Applied Sciences, Jazan - University City
Administrative Tower - PO Box 114 - Zip Code 4514, Kingdom of Saudi Arabia
uni-magazine@jazanu.edu.sa

(1443) Jazan University

All copyrights reserved. No part of the magazine may be reproduced or copied in any form or by any means

Electronic or mechanical, including photocopying, recording, or entering into any information storage or retrieval system without obtaining

On the written approval of the editor-in-chief of the magazine.



فهرس المحتويات

الموضوع

صفحة

- تأثير سمية الفيبرونيل على تطور يرقات ذبابة كرايزوميا البيسيس (*Chrysomya Albiceps*)
(Wiedemann, 1819) رتبة ذوات الجناحين فصيلة الذباب الازرق ذات الأهمية الجنائية
حنان أبو القاسم بصلي.....
٢١-١
**Effect of Fipronil Toxicity on the Larval Development of the Forensically
Important Blowfly *Chrysomya albiceps* (Wiedemann, 1819) (Diptera:
Calliphoridae)**
Hanan Abo El-Kassem Bosly
- سلوك الصدم لأعمدة وأرصفة الجسور الخرسانية المسلحة لتصادم المركبات.....
٤٢-٢٢
Impact Behavior of Bridge RC Columns and Piers under Vehicular Collision
Shamsoon Fareed, Ali Almonbhi, Wadea Sindi, Ayed Alluqmani
- تأثير مستوى الضوضاء و حجم الخط و نوع الخط على مستوى أداء الكتابة على أجهزة الكمبيوتر
عبدالرحمن خمج، ماجد موسى، عبدالإله علي، أمير علي، عبدالحليم سامي، مستور
أبوشانقه.....
٥٩-٤٣
**Studying the Effect of Ambient noise, Font size and Character type on Typing
Performance on computers**
Abdulrahman Khamaj, Majed Moosa, Abdulelah Ali, Ameer Ali, Abdelhalim
Samy, Mastoor Abushaega
- تطبيقات مخططات التحكم في التعليم العالي - مراجعة الأدبيات
عبدالإله بن ممدوح محمد علي.....
٦٦-٦٠
The Applications of Control Charts in Higher Education: A Systematic Review
Abdulelah Ali
- التكيف البيئي في بعض حشائش الكثبان الرملية: دراسة مورفولوجية - تشريحية
وفاء بنت حمد بن احمد مقبول.....
٨٦-٦٧
Ecological Adaptation in Some Sand Dune Grasses: Morpho-Anatomical Wafa
Hamad Ahmed Maqbool

Effect of Fipronil Toxicity on the Larval Development of the Forensically Important Blowfly *Chrysomya albiceps* (Wiedemann, 1819) (Diptera: Calliphoridae)

Hanan Abo El-Kassem Bosly

Biology Department - Faculty of Science - Jazan University, Saudi Arabia

Abstract

Fipronil is a worldwide used phenylpyrazole pesticide for the control of insects. In forensic entomology, data about insects' life cycles are used to give clues about a crime. The blowfly, *Chrysomya albiceps* (Wiedemann, 1819), family Calliphoridae, is important insect in forensic entomology. Because its larval development rate is important for forensic entomology estimates, the present study was designed to investigate the fipronil toxicity on the larval development of *C. albiceps* reared on muscle tissues from fipronil-treated rats (administered with a single oral dose 0.1 mg/kg of fipronil). Larvae were then subjected for the determination of the body weight and length every 12 hours for 144 hours. Results showed that the final larval weight and length were 44.30 ± 0.15 mg and 13.25 ± 0.14 mm after 132 h, respectively and pupal formation at 144 h in fipronil group. These measurements were significantly lower as compared to that of control group (reared on non-treated rat muscles) which showed larval weight and length of 77.50 ± 0.84 mg and 12.95 ± 0.12 mm, respectively, after 96 h; and pupal formation at 108 h. Moreover, larval developmental period and the time of finding fresh pupae in fipronil-treated group was 36 hours later than that of the control. The study demonstrates that fipronil affects the larval development of the forensically important *C. albiceps* which should be taken into account in forensic investigations and estimation of postmortem interval (PMI).

Keywords: Forensic entomology; *Chrysomya albiceps*; Fipronil; Larval development; PMI.

1. Introduction

Fipronil (5-amino-1-[2,6-dichloro-4-(trifluoromethyl)-phenyl]-4-(trifluoromethylsulfinyl)-1-H-pyrazole-3-carbonitrile) is a broad-spectrum

phenylpyrazole insecticide which disrupts the central nervous system of insects via interference with the passage of chloride ions through the γ -aminobutyric acid-regulated (GABA) chloride channel

(Raymond-Delpech et al., 2005). Fipronil is used for crop protection in agriculture, animal health, horticulture, house protection and locust control (FAO, 2009). Fipronil is widely marketed due to its activity against a variety of insect pests like, fleas and ticks on pets, mole crickets in turf grass, and indoor pests such as ants and roaches (Kaakeh et al., 1997; Ree et al., 2006; Gunasekara et al., 2007; Insuasty et al., 2010; Poché et al., 2017; Gupta and Anadón, 2018). The U.S. Department of Housing and Urban Development in collaboration with the United States Environmental Protection Agency conducted a survey measuring insecticides in a randomly selected nationally representative sample of residential homes. The survey showed that most floors in occupied homes in the U.S. have measurable levels of insecticides and found that fipronil residues was recorded 40% of tested homes (Stout et al., 2009). The exposure to fipronil can pose a risk for mild, temporary health effects in various human body systems (Mohamed et al., 2004; Lee et al., 2010). Fipronil toxicity recorded not only by direct human dose but also through the food consumption of contaminated food with its residue (Gerletti et al., 2020; Đokić et al., 2020). Hence, the

widespread of fipronil elevate its human exposure directly or indirectly.

In forensic entomology, collecting and analyzing insect evidence help in forensic examinations. Insects were used for the determination of the minimum time since death in cases of suspected death, which is either by determination of the age of the oldest necrophagous insects that developed on the corpse or by the analysis the insect species components on the corpse (Amendt et al., 2011). The Entemotoxicology is considered as an aspect of forensic entomology and examination of insects in corpses can indicate toxins or drugs in it and revealing an evidence about the cause of death (Introna et al., 1990; Goff et al., 1992; Hédouin et al., 1999; Hédouin et al., 2001). Moreover, the postmortem interval (PMI) estimates on larval development (Goff et al., 1992). *Chrysomya albiceps* (Wiedemann, 1819) (Diptera: Calliphoridae) is one of the most studied blowflies and is recognized as a pioneer species in the colonization of corpses and carcasses and is attracted by the odor produced during corpse decomposition (Kosmann et al., 2011; Vasconcelos et al., 2013; Mashaly et al., 2020). It is considered as one of the main species of forensic

importance due to not only its early presence on the corpse but also its high reproductive rate (Grassberger et al., 2003). *C. albiceps* was the dominant species recorded on indoor and outdoor carcasses in stages of bloating, decay and advanced decay in a recently published study in Saudi Arabia (Al-Khalifa et al., 2020; Mashaly et al., 2020). *C. albiceps* has been previously collected and identified in the area of interest of the present study (Jazan, Saudi Arabia) (Bosly, 2010; Setyaningrum and Al Dhafer, 2014; Dawah et al., 2019; Mashaly et al., 2020). *C. albiceps* is important in forensic entomology since it can be used to determine the PMI by calculating the age of the oldest larval stage feeding on a corpse (Gomes et al., 2006; Mendonça et al., 2010; Ramos-Pastrana and Wolff, 2017; Salazar-Souza et al., 2018).

Therefore, the present study aimed to explore the effects of fipronil on the larval development of *C. albiceps* that can provide a tool for forensic entomologists to estimate the PMI as information in judicial cases.

2. Materials and Methods

2.1. Experimental animals

The present study was carried on sixteen adult male albino Wister rats. Rats were supplied by the Animal Research

Center of the Jazan University Medical Research Center (JUMRC) and weighing (200 ± 20 g) and 4 months aged. Animals were housed in environmentally controlled conditions (temperature of $22 \pm 2^\circ\text{C}$) with a 12-h light/dark cycle and had free access to commercial rodent pellets and water *ad libitum*. All experimental procedures involving animals were reviewed and approved by the Standing Committee for Scientific Research Ethics- Jazan University. The ethical approval reference number (REC42/1/080).

2.2. Chemicals:

Fipronil commercial formulation (Fipronil 5% SC) was provided from Jazan Agricultral Research Center, LOT No: MI 190359, India.

2.3. Preliminary study:

The present study was started by pilot using different concentrations of fipronil orally administered to adult male albino Wister rats started from 25 mg/kg that induced mortality after 24 h, then the dose was reduced up to 1.5 mg/kg. The lower doses resulted in no animal mortality but showed *C. albiceps* larval mortality once or they did not complete their maturation for pupal formation.

2.4. Preparation of fipronil treated rat muscles

Animals were randomly divided into two groups, the control group (n=4) where rats were orally administered with single dose *via* oral gavage of 2ml of normal saline (control group) or fipronil-treated group (n=12) where each rat was orally administered a dose of 1mg/kg (in 2ml) fipronil (equivalent to 1/100 LD₅₀ of rats (Tingle et al., 2003). Control and fipronil-treated animals were sacrificed by sudden decapitation 24 h post oral administration and skeletal muscle tissue samples from each group was excised and were stored in freezer until used for feeding the experimental larvae.

2.5. Origin of the *Chrysomya albiceps* Specimens colony

The *C. albiceps* colony was established at the Biology Department, Faculty of Science, Jazan University, and were reared in the laboratory for four generations. Flies were placed in polypropylene breeding cages (45 × 30 × 20 cm), and adults were allowed access to diet (*ad libitum*); the diet consisted of skimmed powder milk and sugar 10g each in 100 ml of water in Petri dishes (Bosly, 2021). Larvae were placed in beakers within transparent boxes containing

sand and sawdust to prevent the post-feeding larvae from escaping. Larva were provided fresh cattle liver tissue (purchased from governmental slaughter house in Abu Arish, Eastern Jazan) *ad libitum* as a rearing medium/substrate in the cages (Figure 1).

2.6. Experimental procedures:

The experimental procedures were performed in three replicates. In each replicate 40-50 first instar larvae/group were picked up under stereomicroscope with the aid of a brush (number 0) to plastic vials (15 × 12 × 11 cm³) containing 20 g of rat muscles from normal untreated rats muscle (control group) and from fipronil treated rats (fipronil group) as larval rearing substrates. The rearing muscles replaced every 24 h until pupation (Figure 2). The rearing vials were covered with muslin secured with a rubber band, and muscle tissue were replaced daily with sterilized muscle shavings. The vials were maintained in climatic chambers at 30±1°C, with 65% ±10% RH and a photoperiod of 12 h/12 d (light/dark). The experimental temperature at 30±1°C was chosen according to results of a previous study which recorded that rearing at 30°C was optimal for *C. albiceps* (Bosly, 2021).

Every 12 h until pupation, thirty randomly selected larvae from the replicates in each group were immersed in hot water (70–80°C) for 3–5 min to prevent shrinkage before preservation in 75% alcohol according to the method described by Adams and Hall (2003). They were used for the determination of the larval weights (mg) by using a sensitive electrical balance with a sensitivity of 0.001 g⁻¹ and larval lengths (mm) to the nearest 0.01 mm under a stereoscopic binocular microscope. The onset times of pupation in each group were recorded.

2.7. Statistical analysis

Data analysis was performed using one-way ANOVA (with a least significant difference (LSD) test), and significant differences were defined as those with $P < 0.05$. Statistical analysis was performed using the Statistical Package for Social Science "SPSS" for Windows software, Release 22.0 (SPSS, Chicago, IL).

3. Results

Data in Table (1) show the means and standard errors of *C. albiceps* larval body weights (mg) every 12 h for 144 h of control and fipronil groups. The larval body weights of the control group were significantly increased after 24 h ($7.50 \pm$

0.15 mg) from that at 12 h (2.30 ± 0.85 mg) of rearing up to 84 h (79.60 ± 0.78 mg) ($P < 0.05$). On the other hand, body weight significantly decreased at 96 h (77.50 ± 0.84 mg) as compared to the last period of detection (84 h) ($P < 0.05$). As in control group, but in a prolonged period, fipronil group showed significant increase in the larval body weight from 24 h (4.40 ± 0.09 mg) compared to that at 12 h (3.00 ± 0.12 mg) of rearing up to 120 h (45.10 ± 0.19 mg) ($P < 0.05$). Then the weight significantly decreased at 132 h (44.30 ± 0.15 mg) as compared to the last period of detection (120 h). Data also presented a significant decrease in the larval body weight in the fipronil group as compared to the corresponding weights in larvae of control group at 12, 24, 48, 72 and 96 h ($P < 0.05$). Moreover, larvae of control group initiated pupation at 108 h, which was earlier than the time of pupation in those reared on muscles of fipronil treated rats (144 h).

The effect of fipronil- treated muscles on larval body length represented in Table (2). Results clearly showed a significant increase in the body length (mm) of control larvae after 24 h (4.78 ± 0.08 mm), 36 h (5.90 ± 0.12 mm), 48 h (7.48 ± 0.08 mm), 60 h (8.89 ± 0.14 mm), 72 h

(13.30 ± 0.14 mm) and 84 h (14.00 ± 0.11 mm). Then the larval body length significantly decreased at 96 h (12.95 ± 0.12) as compared to that detected at 84 h. while, the larval body lengths in fipronil group significantly lower than their corresponding in control group from 12 h up to 96 h. Data showed body length at 12 h (2.00 ± 0.08 mm), 24 h (2.66 ± 0.08 mm), 36 h (4.38 ± 0.08 mm), 48 h (6.19 ± 0.09 mm), 60 h (7.92 ± 0.08 mm), 72 h (8.59 ±

0.05 mm), 84 h (9.55 ± 0.10 mm), 96 h (10.05 ± 0.13 mm), 108 h (11.90 ± 0.14 mm) and at 120 h (14.05 ± 0.11 mm). Then, the larval body length significantly decreased at 132 h (13.25 ± 0.14 mm) as compared to that detected at 120 h. Figure (3) represented the visualized difference in size between larvae in control (A) and fipronil group (B).

Table (1): Effect of fipronil on the average *Chrysomya albiceps* larval body weight (mg) (mean ± SE) at different durations and the onset time of pupa (h).

| Groups Hours | Control | Fipronil |
|------------------------|---------------------------|----------------------------|
| 12 | 3.00 ± 0.12 ^a | 2.30 ± 0.85 ^a |
| 24 | 7.50 ± 0.15 ^b | 4.40 ± 0.09 ^{b*} |
| 36 | 12.90 ± 0.18 ^c | 6.40 ± 0.19 ^{c*} |
| 48 | 39.40 ± 0.54 ^d | 10.10 ± 0.24 ^{d*} |
| 60 | 49.00 ± 0.39 ^e | 14.50 ± 0.19 ^{e*} |
| 72 | 72.60 ± 1.53 ^f | 19.00 ± 0.45 ^{f*} |
| 84 | 79.60 ± 0.78 ^g | 22.40 ± 0.19 ^{g*} |
| 96 | 77.50 ± 0.84 ^h | 27.50 ± 0.24 ^{h*} |
| 108 | Pupation | 32.50 ± 0.09 ⁱ |
| 120 | - | 45.10 ± 0.19 ⁱ |
| 132 | - | 44.30 ± 0.15 ^{i#} |
| 144 | - | Pupation |
| Onset time of pupa (h) | | |

Data represented as mean \pm SE, n=30. Means sharing the same superscript are not significantly different from each other ($P < 0.05$) within the same column and superscript (*) indicates significance between means within the same raw.

Table (2): Effect of fipronil on the average *Chrysomya albiceps* larval body length (mm) (mean \pm SE) at different durations

| <i>Groups</i> <i>Hours</i> | Control | Fipronil |
|-------------------------------|-------------------------------|--------------------------------|
| 12 | 2.85 \pm 0.06 ^a | 2.00 \pm 0.08 ^{a*} |
| 24 | 4.78 \pm 0.08 ^b | 2.66 \pm 0.08 ^{b*} |
| 36 | 5.90 \pm 0.12 ^c | 4.38 \pm 0.08 ^{c*} |
| 48 | 7.48 \pm 0.08 ^d | 6.19 \pm 0.09 ^{d*} |
| 60 | 8.89 \pm 0.14 ^e | 7.92 \pm 0.08 ^{e*} |
| 72 | 13.30 \pm 0.14 ^f | 8.59 \pm 0.05 ^{f*} |
| 84 | 14.00 \pm 0.11 ^g | 9.55 \pm 0.10 ^{g*} |
| 96 | 12.95 \pm 0.12 ^h | 10.05 \pm 0.13 ^{h*} |
| 108 | Pupation | 11.90 \pm 0.14 ⁱ |
| 120 | - | 14.05 \pm 0.11 ⁱ |
| 132 | - | 13.25 \pm 0.14 ^{j#} |
| 144 | - | Pupation |

Data represented as mean \pm SE, n=30. Means sharing the same superscript are not significantly different from each other ($P < 0.05$) within the same column and superscript (*) indicates significance between means within the same raw.



Figure (1): Rearing of *C. albiceps* colony on liver tissue.

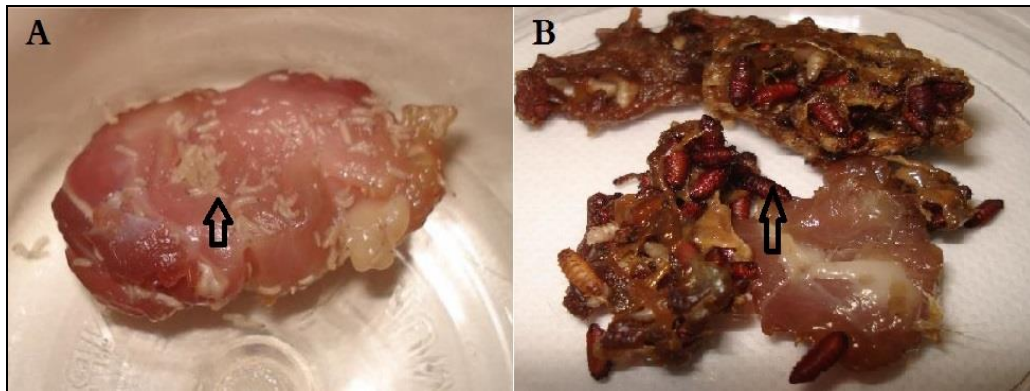


Figure (2): Rearing of *C. albiceps* larvae on rat muscles, the first instar larvae (A) (arrow) and the pupae (B) (arrow).

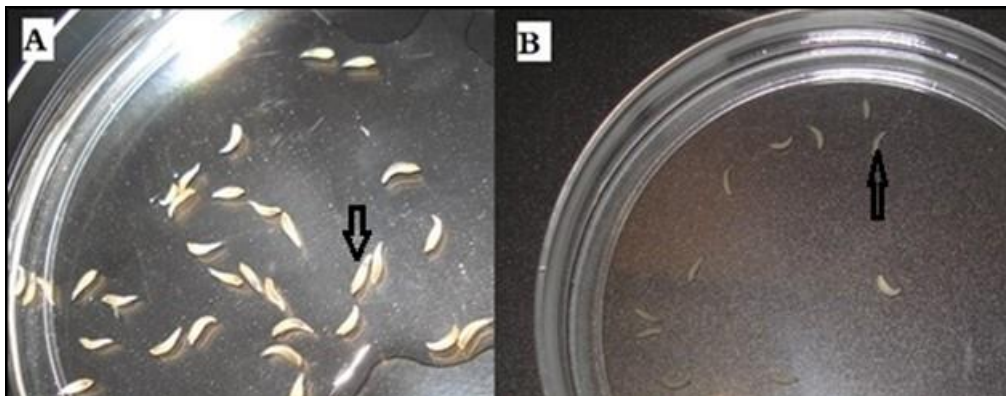


Figure (3): A photograph represent the difference in *C. albiceps* larval size after 24 h (arrow) in control group (A) and in fipronil group (B).

4. Discussion

The present study started by preliminary investigation that showed *C. albiceps* larval mortality once or they did not complete their pupal formation when the first instars reared on muscle tissues from rats orally administered concentrations in a single dose from 25 mg/kg up 1.5 mg/kg. The dead larvae could be used as evidence in case of suspicions deaths by their analysis to elucidate the effect of the insecticide on larvae as previously studied through the insect's protein profile (Sawaby et al., 2009; Abd El-bar and Sawaby, 2011) or the insect's pesticide level (Rashid et al., 2008). In the present study, unfortunately, the analysis was unavailable and the study continued with the single fipronil rat dose induced no mortality (1mg/kg).

The present study results demonstrated the effect of fipronil toxicity on the insect through the significant delayed development of the *C. albiceps* larvae and pupal formation. Where the larval development period and the time of finding fresh pupae in fipronil group was 36 hours later than that of the control. In addition to reduced larval body length and weight in the prepupal determined time. It was known that the *C. albiceps* life cycle constitutes three

larval instars and a pupal stage, where the 1st stage feed on the decaying flesh while the 2nd and 3rd ones feed on other blow fly larvae (Faria et al. 1999). The 3rd larva continues to feed for a while then it stops feeding and inter a non-feeding wandering stage is called a prepupa (where larvae decreased in weight and length) to pupate (Dhang et al. 2008; Joseph et al., 2011).

Carrion flies feed on poisoned dead bodies previously ingested drugs or toxic substances and the investigation about how these substances interact with the insect following ingestion and the possibility to estimate the time of death is decisive to forensic entomotoxicology (Stojak, 2017). It was reported that the presence of drugs in decomposing tissues could alter the rate of development of insects colonized on carcass. Where insects could be alternative specimens when the body fluids and tissues are not valid for analysis and constitute an evidence to establish the estimation of PMI (Amendt et al., 2011; Harvey et al., 2016).

As regard to drugs, it is well known that addiction is a major public health problem worldwide and deaths through overdoses are common. The presence of drugs in carcass tissues can alter the rate of development and biomass of insects that

colonize them and affect the estimate of PMI (Mashaly et al., 2020). *Chrysomya albiceps* when was reared on rabbit tissues administered tramadol (opoid drud) caused a significant decrease in weight, length, width and showed abnormal fused small sized respiratory spiracles and deformed small posterior end with hypogenesis of the posterior respiratory spiracles of *C. albiceps* third instars larvae and the results collectively could affect PMI estimation (Elshehaby et al., 2019). In the same manner, cypermethrin (a pyrethroid pesticide) and tramadol hydrochloride retarded the mean total developmental period from egg to adult of *C. albiceps* (Ekkrakene and Odo, 2017). In addition, higher concentrations of heroin or higher amounts of alcohol consumption as drug abuse or addiction may sometimes be a direct cause of death and that affect the succession patterns of insects that colonize a body (Tabor et al., 2005). Morphine sulphate when was previously administered to rabbits in recorded decreased *C. albiceps* larval development rate by an increase larval length and weight and accelerated the puparial development rate when they fed on rabbits tissues in a dose dependent manner (Salimi et al., 2018). The study concluded

that the time taken for morphine-fed larvae to pupariate was longer and for puparial stage was shorter, than the time taken by control colonies (Salimi et al., 2018). The larvae of *C. albiceps* that fed on the cocaine-containing livers were developed faster than that fed on control liver tissue declaring the cocaine stimulation influence on the larval growth (de Carvalho et al., 2012).

Different studies were performed to assess the effect of insecticides on the on maggots and insects as a guide for establishment of the cause of death and could be aid in estimating postmortem interval. Previously, Malathion increased the period of larval development, the larval length and weight and delayed the pupal onset time in *C. megacephala* species and the pesticide accumulated in larvae (Yan-Wei et al., 2010). Dimethoate organophosphate showed delayed growth development effect on four species of blowflies (*Chrysomya megacephala*, *Chrysomya saffranae*, *Chrysomya rufifacies* and *Chrysomya Indiana*) that reared on sheep liver contaminated with dimethoate from the minimum dose concentration was used (1 ppm dose) up to 4 ppm in a concentration dependent manner (Abd Al Galil et al., 2021). In the same manner

Terbufos organophosphate (5 or 10 mg/kg) administered decomposed rats under environmental conditions affected the development of the forensic potential flies and implicated for the PMI estimation (Jales et al., 2021).

Fipronil as a pesticide worldwide used and actively marketed throughout a wide range of industrialized and developing countries. People are readily exposed to it in daily life, as it is effective against a variety of insect pests and control parasites in pets and possibly as a residual in feeding materials, so it offers hazards to human health. In humans, poisoning is mainly due to accident or suicide attempt (Chodorowski and Sein Anand, 2004; Lee et al., 2010; Gutta et al., 2019). A previous study (Pisa et al., 2015) concluded that the existing levels of pollution under authorized uses with fipronil probably to have large-scale and wide range negative biological and ecological impacts. Fipronil side effect on non-target invertebrates as honeybees when exposed to the nectar and pollen of treated plants showed evidenced effects on learning, memory, orientation and reduced their efficiency of foraging (El Hassani et al., 2009; Holder et al., 2018). Fipronil showed highly toxic to all tested bee species in

addition to the effect on the predatory invertebrates of natural pest species (Pisa et al., 2015). The toxicity of fipronil and its degradates to nontarget species, such as aquatic invertebrates, is well documented (Mize et al., 2008; Overmyer et al., 2007; Weston and Lydy, 2014).

Fipronil insecticidal activity exerts by binding GABA receptors and glutamate receptors leading to hyperexcitability (Gunasekara et al., 2007; Narahashi et al. 2010). The continuous neurons stimulation leads to death of the target invertebrates. While the binding of fipronil to insect GABA receptors is tighter than that observed for vertebrate receptors. In addition, the effect on the glutamate receptors is specified to insects and make the difference in efficiency on invertebrates over that on vertebrates (Grant et al. 1998; Hainzl et al. 1998; Ikeda et al., 2003; Mohamed et al., 2004; Narahashi et al. 2010). Fipronil metabolism in vitro and in vivo studies revealed that fipronil is converted to fipronil sulfone as a major metabolite that have oxidative and similar toxicity effects as the parent compound in insects and mammals (Scharf et al., 2000). Fipronil-desulfinyl, a photodegradation product of fipronil, on the basis that it could

be a significant residue, and its toxicity appeared to be greater than that of the parent molecule, fipronil. The sulfone was the major metabolite in rat fat and tissues (FAO fipronil). The presence of adipocytes associated with rat skeletal muscle can be important in addition to the skeletal muscles themselves in accumulation of the insecticide as previously detected because of fipronil oral administration in rats (Powles, 1992; Cravedi et al., 2013). Fipronil and its metabolites are widely distributed, particularly in adipose tissues, and have a high level of enterohepatic recirculation (Hainzl and Casida 1996; Mohamed et al. 2004). This in line with the predicted toxicity effects on larvae that fed on muscles from rats administered fipronil.

Conclusion: The present study demonstrates practically that fipronil affects the larval development of the forensically important *Chrysomya albiceps* and this practical implications may add for forensic investigations with suspected poisoning by fipronil to estimate the PMI as information in judicial cases.

Acknowledgements: The author wish to appreciate the Jazan Agricultural Research Center for providing fipronil material and the Animal Research Center of the Jazan

University Medical Research Center (JUMRC) for supplying the experimental animals.

Conflict of interest: The author declare that she has no competing interests

5. References

- Abd Al Galil, F.M., Zambare, S.P., Al-Mekhlafi, F.A., Al-Keridis, L.A., 2021. Effect of dimethoate on the developmental rate of forensic importance Calliphoridae flies. Saudi J. Biol. Sci. 28, 1267–1271. <https://doi.org/10.1016/j.sjbs.2020.12.022>
- Abd El-bar, M.M., Sawaby, R.F., 2011. A preliminary investigation of insect colonization and succession on remains of rabbits treated with an organophosphate insecticide in El-Qalyubiya Governorate of Egypt. Forensic Sci. Int. 208, e26–e30. <https://doi.org/10.1016/j.forsciint.2010.10.007>
- Adams, Z. J. O., Hall, M. J. R., 2003. Methods used for the killing and preservation of blowfly larvae, and their effect on post-mortem larval length. Forensic Science International, 138(1–3), 50–61. <https://doi.org/10.1016/j.forsciint.2003.08.010>

- Al-Khalifa, M.S., Mashaly A.M., Al-Qahtni, A.H., 2020. Insect species colonized indoor and outdoor human corpses in Riyadh, Saudi Arabia Journal of King Saud University-Science 32: 1812–1817.
- Amendt, J., Richards, C.S., Campobasso, C.P., Zehner, R., Hall, M.J.R., 2011. Forensic entomology: applications and limitations. Forensic Sci. Med. Pathol. 7, 379–392.
- Bosly, H.A., 2021. Development of *Chrysomya albiceps* (Wiedemann, 1819) (Diptera: Calliphoridae) from the Jazan Region of Southwest Saudi Arabia under Different Laboratory Temperatures: Applications in Forensic Entomology. Egypt. J. Forensic Sci. Published online, Vol. 11, Article number: 30, Page 1-8. <https://doi.org/10.1186/s41935-021-00245-3>
- Bosly, H., 2010. Prevalence of dipterous flies with veterinary importance in selected sheep's farms and slaughter houses in Jazan, Saudi Arabia. Egypt. Acad. J. Biol. Sci. A, Entomol. 3, 63-73. <https://doi.org/10.21608/eajbsa.2010.15190>
- Chodorowski, Z., Sein Anand, J., 2004. Accidental dermal and inhalation exposure with fipronil—a case report. J. Toxicol. Clin. Toxicol. 42, 189–190. <https://doi.org/10.1081/CLT-120030948>
- Cravedi, J.P., Delous, G., Zalko, D., Viguie, C., Debrauwer, L., 2013. Disposition of fipronil in rats. Chemosphere 93, 2276–2283. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2013.07.083>
- Dawah, H.A., Abdullah, M.A, Ahmad, S.K., 2019. An overview of the Calliphoridae (Diptera) of Saudi Arabia with new records and updated list of species Journal of the Entomological Research Society 21:65-93. <http://entomol.org/journal/index.php/JERS/article/view/1477>
- de Carvalho, L.M.L., Linhares, A.X., Palhares, F.A.B., 2012. The effect of cocaine on the development rate of immatures and adults of *Chrysomya albiceps* and *Chrysomya putoria* (Diptera: Calliphoridae) and its importance to postmortem interval estimate. Forensic Sci. Int. 220, 27–32.

- <https://doi.org/10.1016/j.forsciint.2012.01.023>
- Dhang, C.C., Ahmad, N.W., Lim, L.H., Jeffery, J., Mustapha, W.-N.W., Ghani, A.A., Sofian-Azirun, M., 2008. Larval growth parameters and growth rates of forensically important flies, *Hypopygiopsis violacea* Macquart, 1835 and *Chrysomya rufifacies* Macquart, 1842, in: Proceeding of the 3rd ASEAN Congress of Tropical Medicine and Parasitology. pp. 97–100.
- Đokić, M., Sedak, M., Bilandžić, N., 2020. Insecticide fipronil in poultry products in the European Union. *Vet. stanica* 51, 165–174.
- Ekrakene, T., Odo, P.E., 2017. Comparative developmental effects of tramadol hydrochloride and cypermethrin on *Chrysomya albiceps* (Weid.)(Diptera: Calliphoridae) reared on rabbit carrions. *Sci. World J.* 12, 28–32. **Doi:** <https://doi.org/10.4314/swj.v12i1>
- El Hassani, A. K., Dupuis, J. P., Gauthier, M., Armengaud, C., 2009. Glutamatergic and GABAergic effects of fipronil on olfactory learning and memory in the honeybee. *Invertebrate Neuroscience*, 9(2), 91–100.
- <https://doi.org/10.1007/s10158-009-0092-z>
- Elshehaby, M.I., Tony, M.F., Abdellah, N., 2019. Effects of tramadol on *Chrysomya albiceps* larvae and its concentration in postmortem tissues and larvae. *Egypt. J. Forensic Sci. Appl. Toxicol.* 19, 11–24. <https://doi.org/10.21608/ejfsat.2019.12549.1078>
- FAO, 2009. Specifications and evaluations for agricultural pesticides (fipronil). http://www.fao.org/fileadmin/templates/agphome/documents/Pests_Pesticides/Specs/fipronil09.pdf
- FAO fipronil. Accessible at: http://www.fao.org/fileadmin/templates/agphome/documents/Pests_Pesticides/JMPR/Evaluation01/08_Fipronil.pdf
- Faria, L.D.B., Orsi, L., Trinca, L.A., Godoy, W.A.C., 1999. Larval predation by *Chrysomya albiceps* on *Cochliomyia macellaria*, *Chrysomya megacephala* and *Chrysomya putoria*. *Entomol. Exp. Appl.* 90, 149–155. <https://doi.org/10.1046/j.1570-7458.1999.00433.x>
- Gerletti, P., Von Kleist, M., Mielke, H., Kuhl, T., Pieper, R., Lahrssen-Wiederholt,

- M., Numata, J., 2020. Transfer kinetics of fipronil into chicken (*Gallus gallus domesticus*) eggs. *Comput. Toxicol.* 15, 100131.
- Goff, M.L., Brown, W.A., Omori, A.I., 1992. Preliminary observations of the effect of methamphetamine in decomposing tissues on the development rate of *Parasarcophaga ruficornis* (Diptera: Sarcophagidae) and implications of this effect on the estimations of postmortem intervals. *J. Forensic Sci.* 37, 867–872. DOI: [10.1520/JFS11999J](https://doi.org/10.1520/JFS11999J)
- Gomes, L., Godoy, W.A.C., Von Zuben, C.J., 2006. A review of postfeeding larval dispersal in blowflies: implications for forensic entomology. *Naturwissenschaften* 93, 207-215. DOI [10.1007/s00114-006-0082-5](https://doi.org/10.1007/s00114-006-0082-5)
- Grant, D.B., Chalmers, A.E., Wolff, M.A., Hoffman, H.B., Bushey, D.F., 1998. Fipronil: action at the GABA receptor. In: *Pesticides and the future: minimizing chronic exposure of humans and the environment*. Editors: Kuhr RJ and Motoyama N, IOS Press, Amsterdam, pp 147–156. ISBN : 9051993889
- Grassberger, M., Friedrich, E., Reiter, C., 2003. The blowfly *Chrysomya albiceps* (Wiedemann)(Diptera: Calliphoridae) as a new forensic indicator in Central Europe. *Int. J. Legal Med.* 117, 75–81. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00414-002-0323-x>
- Gunasekara, A.S., Truong, T., Goh, K.S., Spurlock, F., Tjeerdema, R.S., 2007. Environmental fate and toxicology of fipronil. *J. Pestic. Sci.* 32(3), 189–199. DOI: [10.1584/jpestics.R07-02](https://doi.org/10.1584/jpestics.R07-02)
- Gupta, R.C., Anadón, A., 2018. Chapter 42 - Fipronil, in: Gupta, R.C. (Ed.), *Veterinary Toxicology (Third Edition)*. Academic Press, pp. 533–538. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/B978-0-12-811410-0.00042-8>
- Gutta, S., Prasad, J.D., Gunasekaran, K., Iyadurai, R., 2019. Hepatotoxicity and neurotoxicity of Fipronil poisoning in human: A case report. *J. Fam. Med. Prim. care* 8, 3437. <https://doi.org/10.4103/jfmpe.jfmpe.48619>
- Hainzl, D., Casida, J.E., 1996. Fipronil insecticide: novel photochemical desulfinylation with retention of

- neurotoxicity. *Proc. Natl. Acad. Sci.* 93, 12764–12767. <https://doi.org/10.1073/pnas.93.23.12764>
- Hainzl, D., Cole, L.M., Casida, J.E., 1998. Mechanisms for selective toxicity of fipronil insecticide and its sulfone metabolite and desulfinyl photoproduct. *Chem. Res. Toxicol.* 11(12), 1529–1535. <https://doi.org/10.1021/tx980157t>
- Harvey, M.L., Gasz, N.E., Voss, S.C., 2016. Entomology-based methods for estimation of postmortem interval. *Res. reports forensic Med. Sci.* 6, 1–9. <https://doi.org/10.2147/rfms.s68867>
- Hédouin, V., Bourel, B., Bécart, A., Tournel, G., Deveaux, M., Goff, M.L., Gosset, D., 2001. Determination of drug levels in larvae of *Protophormia terraenovae* and *Calliphora vicina* (Diptera: Calliphoridae) reared on rabbit carcasses containing morphine. *J. Forensic Sci.* 46, 12–14. <https://doi.org/10.1520/jfs14905j>
- Hédouin, V., Bourel, B., Martin-Bouyer, L., Bécart, A., Tournel, G., Deveaux, M., Gosset, D., 1999. Determination of drug levels in larvae of *Lucilia sericata* (Diptera: Calliphoridae) reared on rabbit carcasses containing morphine. *J. Forensic Sci.* 44, 351–353. <https://doi.org/10.1520/jfs14905j>
- Holder, P.J., Jones, A., Tyler, C.R., Cresswell, J.E., 2018. Fipronil pesticide as a suspect in historical mass mortalities of honey bees. *Proc. Natl. Acad. Sci.* 115, 13033–13038. <https://doi.org/10.1073/pnas.1804934115>
- Ikeda, T., Zhao, X., Kono, Y., Yeh, J.Z., Narahashi, T., 2003. Fipronil modulation of glutamate-induced chloride currents in cockroach thoracic ganglion neurons. *Neurotoxicology* 24, 807–815. [https://doi.org/10.1016/S0161-813X\(03\)00041-X](https://doi.org/10.1016/S0161-813X(03)00041-X)
- Insuasty, B., Tigreros, A., Orozco, F., Quiroga, J., Abonía, R., Nogueras, M., Sanchez, A., Cobo, J., 2010. Synthesis of novel pyrazolic analogues of chalcones and their 3-aryl-4-(3-aryl-4, 5-dihydro-1H-pyrazol-5-yl)-1-phenyl-1H-pyrazole derivatives as potential antitumor agents. *Bioorg. Med. Chem.* 18, 4965–4974. <https://doi.org/10.1016/j.bmc.2010.06.013>

- Introna, F., Dico, C. Lo, Caplan, Y.H., Smialek, J.E., 1990. Opiate analysis in cadaveric blowfly larvae as an indicator of narcotic intoxication. *J. Forensic Sci.* 35, 118–122. <https://doi.org/10.1520/jfs12808j>
- Jales, J.T., Barbosa, T.M., Soares, V.P., Gama, R.A., 2021. Effect of Terbufos (Organophosphate) on the Cadaveric Colonization Process: Implications for Postmortem Interval Calculation. *J. Med. Entomol.* DOI: <https://doi.org/10.1093/jme/tjaa284>
- Joseph, I., Mathew, D.G., Sathyan, P., Vargheese, G., 2011. The use of insects in forensic investigations: An overview on the scope of forensic entomology. *J. Forensic Dent. Sci.* 3, 89. <https://doi.org/10.4103/0975-1475.92154>
- Kaakeh, W., Reid, B.L., Bennett, G.W., 1997. Toxicity of fipronil to German and American cockroaches. *Entomol. Exp. Appl.* 84, 229–237. <https://doi.org/10.1046/j.1570-7458.1997.00220.x>
- Kosmann, C., Macedo, M.P., Barbosa, T.A.F., Pujol-Luz, J.R., 2011. *Chrysomya albiceps* (Wiedemann) and *Hemilucilia segmentaria* (Fabricius)(Diptera, Calliphoridae) used to estimate the postmortem interval in a forensic case in Minas Gerais, Brazil. *Rev. Bras. Entomol.* 55, 621–623. <https://doi.org/10.1590/S0085-56262011000400022>
- Lee, S.-J., Mulay, P., Diebolt-Brown, B., Lackovic, M.J., Mehler, L.N., Beckman, J., Waltz, J., Prado, J.B., Mitchell, Y.A., Higgins, S.A., 2010. Acute illnesses associated with exposure to fipronil—surveillance data from 11 states in the United States, 2001–2007. *Clin. Toxicol.* 48, 737–744. <https://doi.org/10.3109/15563650.2010.507548>
- Mashaly, A., Al- Khalifa, M., Al- Qahtni, A., 2020. *Chrysomya albiceps* Wiedemann (Diptera: Calliphoridae) colonising poisoned rabbit carcasses. *Entomol. Res.* 50, 552–560. <https://doi.org/10.1111/1748-5967.12483>
- Mendonça, P.M., Santos- Mallet, J.R. Dos, Queiroz, M.M.D.C., 2010. Ultramorphological characteristics of immature stages of *Chrysomya albiceps* (Wiedemann 1819)(Diptera:

- Calliphoridae), a fly specie of forensic importance. *Microsc. Res. Tech.* 73, 779–784. <https://doi.org/10.1002/jemt.20819>
- Mize, S. V, Porter, S.D., Demcheck, D.K., 2008. Influence of fipronil compounds and rice-cultivation land-use intensity on macroinvertebrate communities in streams of southwestern Louisiana, USA. *Environ. Pollut.* 152, 491–503. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2007.03.021>
- Mohamed, F., Senarathna, L., Percy, A., Abeyewardene, M., Eaglesham, G., Cheng, R., Azher, S., Hittarage, A., Dissanayake, W., Sheriff, M.H.R., 2004. Acute human self- poisoning with the n- phenylpyrazole insecticide fipronil—A GABAA- gated chloride channel blocker. *J. Toxicol. Clin. Toxicol.* 42, 955–963. <https://doi.org/10.1081/CLT-200041784>
- Narahashi, T., Zhao, X., Ikeda, T., Salgado, V.L., Yeh, J.Z., 2010. Glutamate-activated chloride channels: unique fipronil targets present in insects but not in mammals. *Pestic. Biochem. Physiol.* 97, 149–152. <https://doi.org/10.1016/j.pestbp.2009.07.008>
- Overmyer, J.P., Rouse, D.R., Avants, J.K., Garrison, A.W., DeLorenzo, M.E., Chung, K.W., Key, P.B., Wilson, W.A., Black, M.C., 2007. Toxicity of fipronil and its enantiomers to marine and freshwater non-targets. *J. Environ. Sci. Heal. Part B* 42, 471–480. <https://doi.org/10.1080/03601230701391823>
- Pisa, L.W., Amaral-Rogers, V., Belzunces, L.P., Bonmatin, J.-M., Downs, C.A., Goulson, D., Kreutzweiser, D.P., Krupke, C., Liess, M., McField, M., 2015. Effects of neonicotinoids and fipronil on non-target invertebrates. *Environ. Sci. Pollut. Res.* 22, 68–102. <https://doi.org/10.1007/s11356-014-3471-x>
- Poché, D.M., Hartman, D., Polyakova, L., Poché, R.M., 2017. Efficacy of a fipronil bait in reducing the number of fleas (*Oropsylla* spp.) infesting wild black- tailed prairie dogs. *J. Vector Ecol.* 42, 171–177. <https://doi.org/10.1111/jvec.12252>

- Powles, P., 1992. Final Report. (14C)-M&B 46,030: Adsorption, distribution, metabolism and excretion in the rat. Hazelton UK, report no 7040-68/117. Unpublished.
- Ramos-Pastrana, Y., Wolff, M., 2017. Postmortem interval estimation based on *Chrysomya albiceps* (Diptera, Calliphoridae) in a forensic case in the Andean Amazon, Caquetá, Colombia. *Acta Amaz.* 47, 369–374. <https://doi.org/10.1590/1809-4392201700392>
- Rashid, R.A., Osman, K., Ismail, M.I., Zuha, R.M., Hassan, R.A., 2008. Determination of malathion levels and the effect of malathion on the growth of *Chrysomya megacephala* (Fabricius) in malathion-exposed rat carcass. *Trop. Biomed* 25, 184–190. PMID: 19287355.
- Raymond-Delpech, V., Matsuda, K., Sattelle, B.M., Rauh, J.J., Sattelle, D.B., 2005. Ion channels: molecular targets of neuroactive insecticides. *Invertebr. Neurosci.* 5, 119–133. <https://doi.org/10.1007/s10158-005-0004-9>
- Ree, H.I., Lee, I.Y., Jeon, S.H., Yong, T.S., 2006. Field trial on the control effect of fipronil bait against German cockroaches. *Korean J. Parasitol.* 44(3), 255-257. <https://doi.org/10.3347/kjp.2006.44.3.255>
- Salazar-Souza, M., Couri, M.S., Aguiar, V.M., 2018. Chronology of the intrapuparial development of the blowfly *Chrysomya albiceps* (Diptera: Calliphoridae): application in forensic entomology *Journal of medical entomology* 55:825-832
- Salimi, M., Rassi, Y., Ahmadi, B., Chatrabgoun, O., Jamshidi, R., Rafizadeh, S., 2018. Effects of morphine on the biomass and development rate of *Chrysomya albiceps* (Diptera: Calliphoridae), a forensically important species. *Trop. Biomed* 35, 560–570. PMID: 33601831
- Sawaby, R., Abd El-Bar, M., El-baramawy, S., 2009. Biochemical studies of two forensically important insects in Egypt which had colonized rabbit carrions treated with organophosphorus compound. *J. Biol. Sci* 1, 5–15. <https://doi.org/10.21608/eajbsf.2009.17548>

- Scharf, M.E., Siegfried, B.D., Meinke, L.J., Chandler, L.D., 2000. Fipronil metabolism, oxidative sulfone formation and toxicity among organophosphate- and carbamate- resistant and susceptible western corn rootworm populations. *Pest Manag. Sci. Former. Pestic. Sci.* 56, 757–766.
- Setyaningrum, H., Al Dhafer, H.M., 2014. The calliphoridae the blow flies (Diptera: Oestroidea) of Kingdom of Saudi Arabia. *Egypt. Acad. J. Biol. Sci. A, Entomol.* 7, 49–139. <https://doi.org/10.21608/eajbsa.2014.13203>
- Stojak, J., 2017. Use of entomotoxicology in estimating post-mortem interval and determining cause of death. *Issues of Forensic Science*, 295(1). DOI: <https://doi.org/10.34836/pk.2017.295.2>
- Stout, D.M., Bradham, K.D., Egeghy, P.P., Jones, P.A., Croghan, C.W., Ashley, P.A., Pinzer, E., Friedman, W., Brinkman, M.C., Nishioka, M.G., 2009. American Healthy Homes Survey: a national study of residential pesticides measured from floor wipes. *Environ. Sci. Technol.* 43, 4294–4300. <https://doi.org/10.1021/es8030243>
- Tabor, K.L., Fell, R.D., Brewster, C.C., Pelzer, K., Behonick, G.S., 2005. Effects of antemortem ingestion of ethanol on insect successional patterns and development of *Phormia regina* (Diptera: Calliphoridae). *J. Med. Entomol.* 42, 481–489. <https://doi.org/10.1093/jmedent/42.3.481>
- Tingle, C.C.D., Rother, J.A., Dewhurst, C.F., Lauer, S., King, W.J., 2003. Fipronil: environmental fate, ecotoxicology, and human health concerns. *Rev. Environ. Contam. Toxicol.* 1–66. https://doi.org/10.1007/978-1-4899-7283-5_1
- Vasconcelos, S.D., Cruz, T.M., Salgado, R.L., Thyssen, P.J., 2013. Dipterans associated with a decomposing animal carcass in a rainforest fragment in Brazil: notes on the early arrival and colonization by necrophagous species. *J. Insect Sci.* 13, 145. <https://doi.org/10.1673/031.013.14501>
- Weston, D.P., Lydy, M.J., 2014. Toxicity of the insecticide fipronil and its

degradates to benthic macroinvertebrates of urban streams. Environ. Sci. Technol. 48 (2), 1290–1297.

<https://doi.org/10.1021/es4045874>

Yan-Wei, S., Xiao-Shan, L., Hai-Yang, W., Run-Jie, Z., 2010. Effects of malathion on the insect succession and the development of *Chrysomya megacephala* (Diptera: Calliphoridae) in the field and implications for estimating postmortem interval. Am. J. Forensic Med. Pathol. 31, 46–51.

DOI:

<https://doi.org/10.1097/PAF.0b013e3181c215b4>

تأثير سمية الفيبرونيل على تطور يرقات الذبابة ذات الأهمية الجنائية كرايزوميا البيسبس *Chrysomya Albiceps* (Wiedemann, 1819) رتبة ذوات الجناحين فصيلة الذباب الأزرق.

حنان أبو القاسم بصلي

قسم الأحياء، كلية العلوم، جامعة جازان. المملكة العربية السعودية

الملخص العربي

الفيبرونيل مبيد حشري يتبع المجموعة الكيميائية الفينيل بيرازول والمستخدم في جميع أنحاء العالم لمكافحة الحشرات. في علم الحشرات الجنائي تعد البيانات المتعلقة بدورة حياة الحشرات أداة تستخدم لإعطاء أدلة في حل القضايا الجنائية وتعد الذبابة الخضراء (كرايزوميا البيسبس) (*Chrysomya albiceps* (Wiedemann, 1819))، فصيلة الذباب الأزرق (Calliphoridae) مهمة في علم الحشرات الجنائي ولأن معدل تطور اليرقات مهم لتقديرات علم الحشرات الجنائي صممت الدراسة الحالية لتقييم سمية الفيبرونيل على نمو اليرقات، حيث تمت تربية يرقات الطور الأول للذبابة الخضراء على نسيج عضلات جردان معاملة تم تجريعها فميا بالفيبرونيل بجرعة واحدة قيمتها ٠.١ مج/كج (مجموعة الفيبرونيل) وهذه المجموعة استخدمت لتقدير وزن وطول اليرقات كل ١٢ ساعة لمدة ١٤٤ ساعة.

أظهرت النتائج أن وزن يرقات كرايزوميا البيسبس وطولها النهائي سجل (٤٤,٣٠ ± ٠,١٥ مجم) و (١٣,٢٥ ± ٠,١٤ مم) على التوالي بعد ١٣٢ ساعة وظهور العذارى عند (١٤٤ ساعة) في مجموعة الفيبرونيل، كانت القياسات المذكورة أعلاه أقل بكثير مقارنة بقياسات المجموعة الضابطة (التي تمت تربيتها على عضلات الفئران غير المعالجة) والتي سجلت (٧٧,٥٠ ± ٠,٨٤ مجم) و (١٢,٩٥ ± ٠,١٢ مم) على التوالي بعد ٩٦ ساعة وظهور العذارى عند (١٠٨ ساعة). كانت فترة نمو اليرقات ووقت ظهور العذارى الحديثة في مجموعة الفيبرونيل متأخرة ٣٦ ساعة عن تلك في المجموعة الضابطة. أوضحت الدراسة عملياً أن الفيبرونيل يؤثر على تطور يرقات ذبابة كرايزوميا البيسبس المهمة من الناحية الجنائية وقد يضيف هذا المتضمن العملي إلى تحقيقات الطب الشرعي في حالة التسمم المشتبه به بواسطة الفيبرونيل لتقدير فترة ما بعد الوفاة.

الكلمات المفتاحية: علم الحشرات الجنائي؛ كرايزوميا البيسبس؛ الفيبرونيل؛ تطور اليرقات؛ فترة ما بعد الوفاة.

Impact Behavior of Bridge RC Columns and Piers under Vehicular Collision

Shamsoon Fareed¹, Ali Almonbhi², Wadea Sindi³, Ayed Alluqmani^{4*}

¹Assistant Professor, Department of the Civil Engineering, NED University of Engineering & Technology, Karachi, Pakistan

²Advisor, Survey and Assessment Department, Ministry of Transportation, Riyadh, Saudi Arabia,

³Assistant Professor, Department of Civil Engineering, Islamic University of Madinah, Saudi Arabia,

⁴Associate Professor, Department of Civil Engineering, Islamic University of Madinah, Saudi Arabia,

ABSTRACT

There has been a growing interest in the past few decades among the engineering community to understand the behaviour of reinforced concrete structures exposed to severe loads due to blast and impact. Although these severe transient dynamic loads are rare in occurrence for most structures, their effect can result in catastrophic and sudden structural failure. The structural elements of the bridges are most venerable to these accidental loadings. However, the piers are most critical and venerable to these kinds of loadings, therefore, in this investigation a detailed numerical investigation have been carried out which initially used the experimental data of published study of RC columns under impact to validate the Finite Element (FE) models, which is then extended to study the number of parameters (percentage of the longitudinal reinforcement, compressive strength of concrete (f_c), impact velocity and, stirrups spacing) which may influence the impact behaviour of the RC columns. Following this a typical RC pier full scale model has been used to investigate the vehicular collision. Based on the detailed numerical investigation, it was found that the percentage of steel significantly influence the impact force, however, compressive strength of concrete and stirrup spacing was found to have no significant influence on the impact force.

Keywords: Impact Loading, Vehicular Collision, Finite Element, Reinforced Concrete, Piers, Columns.

1. INTRODUCTION

As per 2017 statistics of Ministry of Transportation, Kingdom of Saudi Arabia (KSA) there are approximately 4989 Bridges. These bridges are typically designed for a live load of 600-kN (60-Ton) 3-Axle Truck Loading (133-K 3-Axle Truck Loading) and typically these bridges are made up of Reinforced concrete construction with concrete having compressive strength of approximately 35 MPa after 28-days moist curing and yield steel yield Strength of Grade-60 i.e 420 MPa. Furthermore, there are large number of these bridges having age of 45 and now under repair in order to use these bridges for there whole design life. The structural components of these bridges which are mostly under repair are Abutments, Girders, and Piers. There are several causes which requires maintenances of these bridges which may include higher traffic volume than the design loads, corrosion of reinforcement, natural disasters like floods, high speed winds, etc. These activities are not that frequent which results in the deterioration

of the bridges on a daily basis, however, collision of vehicles with the structural elements significantly cause damage to the structure and require immediate action in order to avoid the closure of the route which may have significant influence on the economic.

Vehicular collision may cause damage to any structural element of the bridge, for e.g. recently a parapet was hit by a concrete mixer truck while passing on the bridge number: B02-0009 (B4929) located at the Eastern province, rout 615, King Abdul Aziz road. The superstructure of the bridge consists of prestressed concrete closed box girder. It was observed that the parapet bridge was hit by concrete mixer truck while passing on the bridge which resulted in severe damage of concrete and exposed bars of about 6-meter length and the height of 1.05 meter as shown in Figure 1.



Figure 1: Damage caused to the Parapet of Bridge B02-0009 (B4929) Located at the Eastern Province, Rout 615, King Abdul-Aziz Road.



Figure 2: Damage caused to the Bridge Number B3429 Located at the Western Province, Rout 15, Makkah – Madinah Road.

Similarly, another vehicular collision was reported on bridge number (B3429 located at the Almadina province, rout 15, Makkah – Almadina road in which bridge was hit by a trailer while passing under the bridge. The superstructure of the bridge consists of prestressed concrete Girder (4 Girder/ span). It was observed that the bridge was hit by a high vehicle while passing under the bridge in which the external girder-1 exhibited severe

damage at 2 prestressing tendon and girder -3 showing lateral distortion and damaged concrete of about 3m length and exposed tendon as shown in Figure 2. Based on above two report vehicular collision on the bridges, it is important that the structural element should be able to withstand the dynamic forces generated during these impacts such that it should be able to operated through its design life. As mentioned above, any structural

member of the bridge i.e. girders, piers, deck can be subjected to the impact load produced due to the vehicular collision, however, the piers are most critical and vulnerable to these kinds of loadings. Therefore, investigating the behaviour of Piers under impact loading is very important in order to ensure smooth operation of the bridges. Number of studies have been carried out which studies the behaviour of RC columns under impact loadings.

The behaviour of reinforced concrete (RC) columns subjected to impact loading was studied by Cai *et al.* [1]. For this purpose, seven RC columns having identical cross-sections of 150mm x 150mm and having height of 1200mm were used. The specimen was tested using impact test setup which consist of drop weight and impacting hammer. In this investigation seven columns were impacted at the mid-height region with three different masses of (i) 1200 kg (ii) 1500 kg (iii) 1800 kg representing light, medium and heavy trucks respectively. The velocity of the impacting hammer used in this investigation was (i) 0.4 m/s (ii) 0.6 m/s (iii) 0.8 m/s (iv) 1.0 m/s (v) 1.2 m/s. In general, it was seen that for identical mass and with increasing velocity the maximum contact force and impact duration exhibited by the specimen increases. It was also observed that for identical velocity

specimen impacted with smaller mass exhibits higher impact force. Similar to the observations of contact force time histories it was found that for identical mass and with increasing velocity the displacement exhibited by the specimen also increases.

The behaviour of a RC column subjected to multiple impact was studied by Zhang *et al.* [2]. A column having a square cross-section of 100mm x 100mm and a height of 800mm was used for this purpose. The impact load was applied using pendulum and for this purpose the pendulum was raised to desired height and released with velocities ranging from 230 m/s to 3580 m/s. It was observed that for the case when RC column was impacted multiple times the maximum contact force increases significantly with 1st, 2nd and 3rd impact. This may attribute to the fact that with each impact the local stiffness of RC column at the contact area decreases and as a result contact force increase. However, when a RC column is impacted fourth time a significant reduction in contact force was observed as due to last 3 impacts the column has lost its stiffness significantly.

The behaviour of Reinforced Concrete columns (RC) subjected to impact loading was studied by Demartino *et al.* [3]. For this purpose, four

cantilever circular RC columns having diameter of 300mm and a height of 1700mm were used. Two columns with a stirrup spacing (a) $s = 330\text{mm}$ and the remaining two columns with spacing (b) $s = 100\text{mm}$. The specimens were tested using impact test setup which comprises of drop weight and a test truck. The drop weight and the test truck was connected with the help of steel wires. The test truck was accelerated by the drop weight drive mechanism. In order to apply impact load, the drop weight was released which transferred the force to the test truck using steel wire. The separation system detached the test truck and steel wires (and the drop weight). After the separation the test truck strikes the specimen with the exhibited velocities. In this investigation four columns were impacted with two different velocities respectively. The adopted velocities were (i) 3.0 m/s (lower velocity) (ii) 4.5 m/s (higher velocity). In general, it was observed that large impact velocity leads to large damage. It was observed that when the columns were impacted with lower velocity the columns sustained their stiffness whereas when impacted with higher velocity the columns lost their stiffness resulting in failure of the column.

The behaviour of the columns under vehicular impact loads was also studied numerically; for

e.g. Zhou & Li [4] proposed a model for assessing the damage caused to the bridges piers using non-linear finite element analysis. Chen *et al.* [5] carried out a detailed numerical investigation for studying the behaviour of bridge pier under the heavy-duty truck's collisions. Based on the detailed numerical investigation it was found that during the collision the heavy-duty trucks shows two to three peaks in the impact force time histories. AuYeung & Alipour [6] studied numerically the influence of vehicle mass, velocity, diameter of the pier and transverse reinforcement on the bridge pier under vehicular collision and found that pier diameter is the main parameter in detecting the failure mode under vehicular collision. Brackin *et al.* using detailed numerical investigation found that 600 kips load is an appropriate design load for pier subjected to heavy vehicular impacts.

Based on above literature review and discussion, it is evident that most of the experimental studies focused on studying the scaled RC specimens, however, full scale RC piers under impact loading have not been studied extensively. Therefore, in this investigation a detailed numerical investigation have been carried out which initially used the experimental data of published study of RC columns under impact to validate the Finite

Element (FE) models, which is then extended to study the number of parameters which may influence the impact behaviour of the RC columns. Following this a typical RC pier full scale model has been used to investigate the vehicular collision.

2. NUMERICAL INVESTIGATION

The numerical investigation was conducted using non-linear finite element software ABAQUS- 2016. Nonlinear FE analysis were carried out using implicit scheme. The same material properties were used as reported by Do *et al.* [7] for the validation of FE models. The concrete block and steel plates at the top of the column representing the super-structural loads were modeled as an elastic material with defined properties same as of concrete used in column and steel used in reinforcement. The other end of the column is made fixed by applying boundary condition such that translation and rotation in every direction is restricted. In order to ensure reinforcement is properly embedded in the column, a constraint of “embedded region” is used with reinforcement cage defined as embedded region and concrete column as host region. The steel impactor was also modeled as an elastic material and was given an initial velocity of

640m/s. The contact between the impactor and column is made by creating a surface-to-surface contact between the contacting surfaces with a friction co-efficient of 0.5.

3. VALIDATION OF THE FINITE ELEMENT ANALYSIS

In order to validate the prediction of the finite element analysis an experiment impact test results of a bridges column subjected to lateral impact load carried out by reported by Do *et al.* [7] were used. For this purpose, non-linear finite element analysis was conducted using ABAQUS [8]. The experiment test setup consists of a RC column having a cross-sectional area of 100 mm x 100 mm and a height of 800 mm subjected to lateral impact load). In order to represent the super-structure of the bridge a load was imposed on to the column with the help of a concrete block having a mass of 173 kg and steel plates with a mass of 115 kg prior to the application of the impact load. The impact load was applied with the help of the pendulum which consist of the impactor having a 300 kg which was used to impact the column at its mid height. Further details of the impact test setup can be found elsewhere [7].

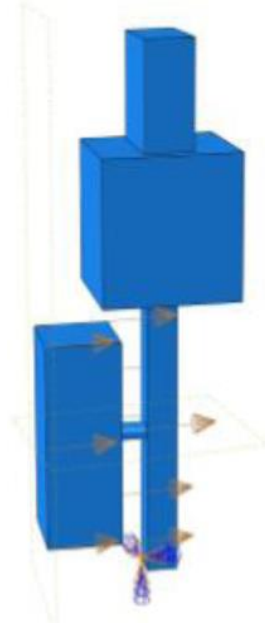


Figure 3: Finite Element Model used for Conducting Validations.

A finite element model, similar to the impact test set up used [7] was developed as shown in Figure 1. The concrete block and steel plates at the top of the column which were used to represent the super-structural loads in the impact test setup was modeled assuming its elastic behaviour. Figure 2 shows the comparison of the impact force-time histories exhibited experimentally and predicted

numerically. A good agreement between the experimental and numerical result is observed indicating the validation of the model. A slight deviation is observed in the time of the contact and the peak impact force established experimentally and numerically. The peak impact force from the experimental data is found to 21.49 kN while numerically it is 24.53 kN.

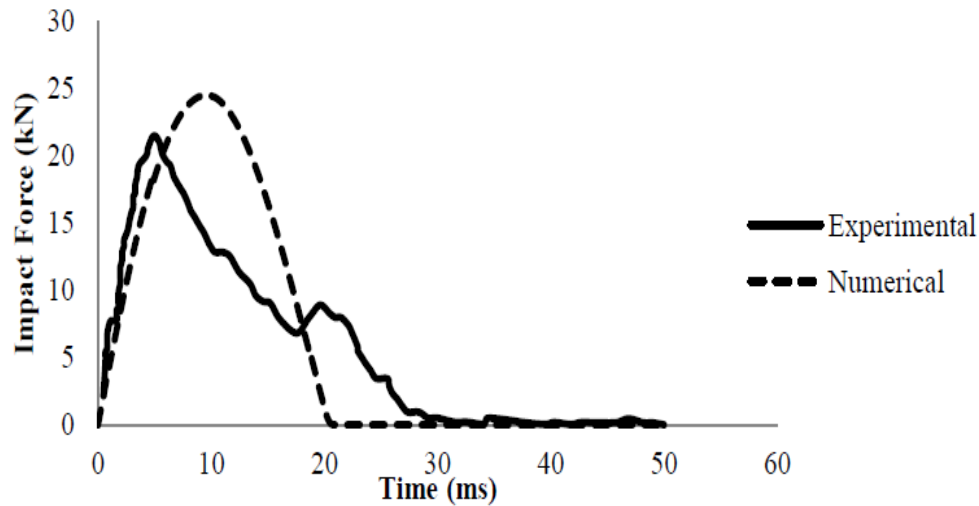


Figure 4: Comparison between Impact-Force versus Time-Histories Established Experimentally [7], and Predicted Numerically.

4. PARAMETRIC STUDIES

In order to study the influence of various parameters on the impact behaviour of the RC columns parametric studies were carried out using same FE validated model as described above. The parameters considered in this study are:

- (a) Percentage of the longitudinal reinforcement
- (b) Compressive strength of concrete ($f_{c'}$)
- (c) Impact velocity
- (d) Stirrups spacing

4.1. Influence of Percentage of Longitudinal Reinforcement

As per ACI 318-14 [9] specifications, the minimum and maximum percentage of longitudinal reinforcement allowed for the design of RC columns is 1% and 8% respectively. Therefore, the study herein focuses on studying the influence of these longitudinal reinforcement on the impact behaviour of the RC columns. In the first case study, maximum percentage of steel i.e. 8% is considered (case(a)), whereas, in the second case study 4% of longitudinal steel was used (case(b)). The results of both these case studies are also compared with the column specimen having 1% longitudinal reinforcement as used

in the case for the validation of the FE analysis (FE Model). Figures 3 and 4 show the comparison between impact force-time histories, and midspan deflection of RC columns having different percentages of longitudinal steel and subjected to same impact load as used above in the validation. As can be

seen that increasing the percentage of steel results in increase in impact force hence a direct relation is established, whereas, the increase in percentage of steel results in decrease in the displacement at the point of impact.

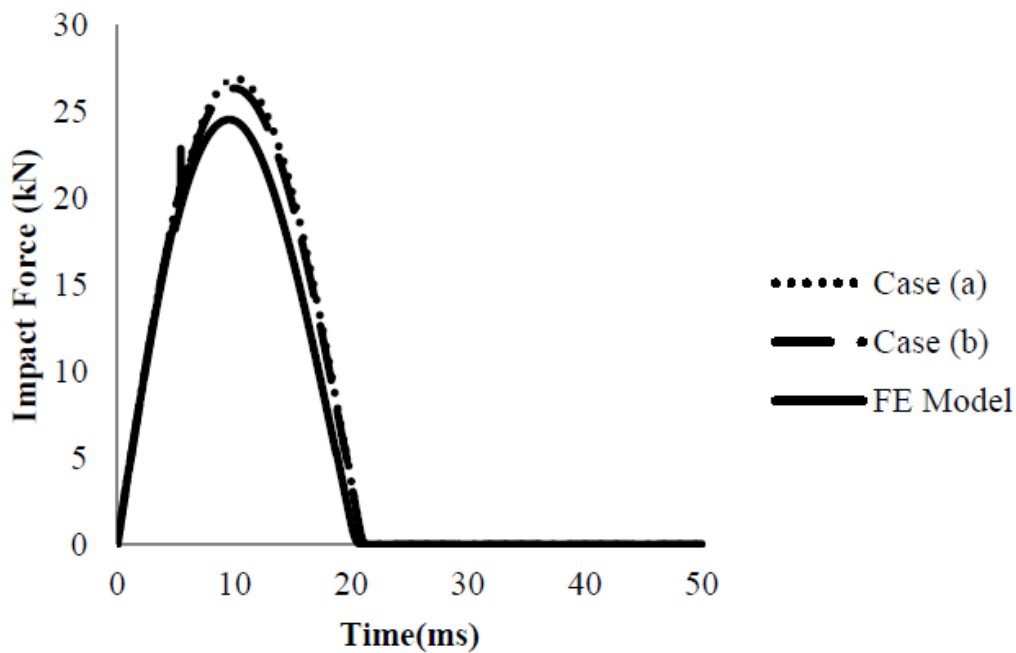


Figure 5: Comparison between Impact-Force versus Time-Histories for RC Columns having 8% (Case (a)), 4% (Case (b)) and 1% (FE Model) Longitudinal Reinforcement.

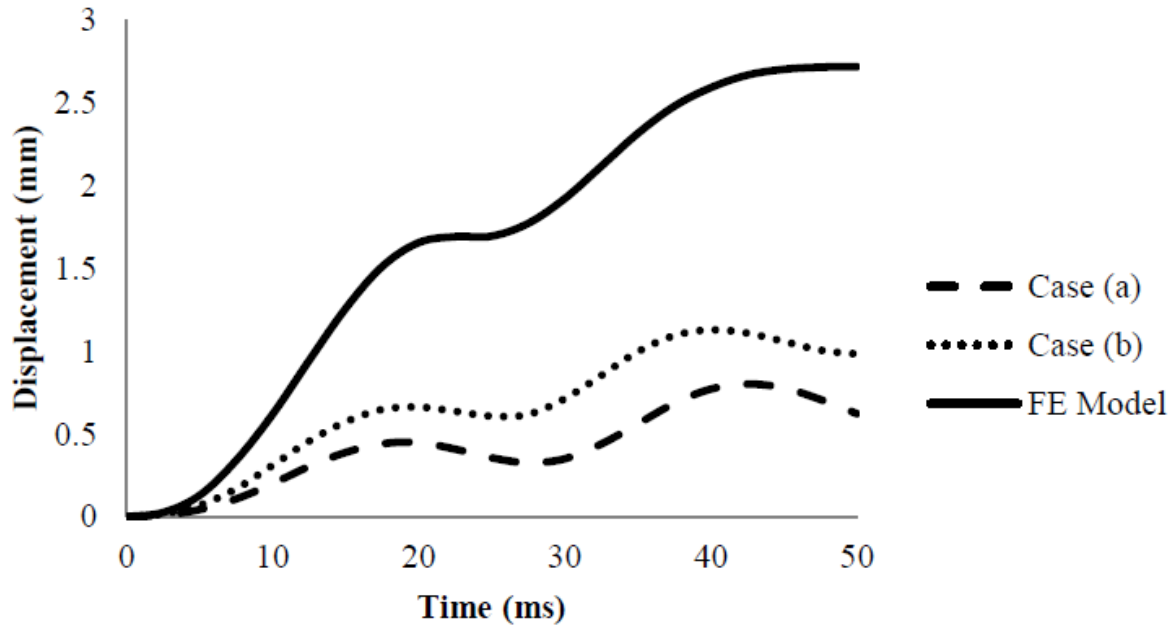


Figure 6: Mid-Span Deflection with respect to Time observed for RC Columns having 8% (Case (a)), 4% (Case (b)) and 1% (FE Model) Longitudinal Reinforcement.

4.2. Influence of Compressive Strength of Concrete

In order to study the influence of compressive strength of concrete (f_c) on the impact behavior of the RC columns, three case studies were considered using different concrete compressive strengths:

(a) $f_c = 20.6$ MPa

(b) $f_c = 60$ MPa

(c) $f_c = 80$ MPa

The reason for the consideration of compressive strength of 20.6 MPa is that it corresponds to 3 ksi which is common value of compressive strength considered for designing.

The results of these case studies are also compared with the column specimen made with concrete compressive strength of 42MPa as used in the case for the validation of the FE analysis (FE Model). Figures 5 and 6 indicate the effect of compressive strength of concrete on impact force and mid-span displacement. It was found that compressive strength of concrete does not have any significant influence on the impact force as similar magnitude of the impact force was observed for the case of RC columns made with different f_c . It was also found that increasing f_c results

in decrease in displacement but this decrease

becomes insignificant at higher values of f_c .

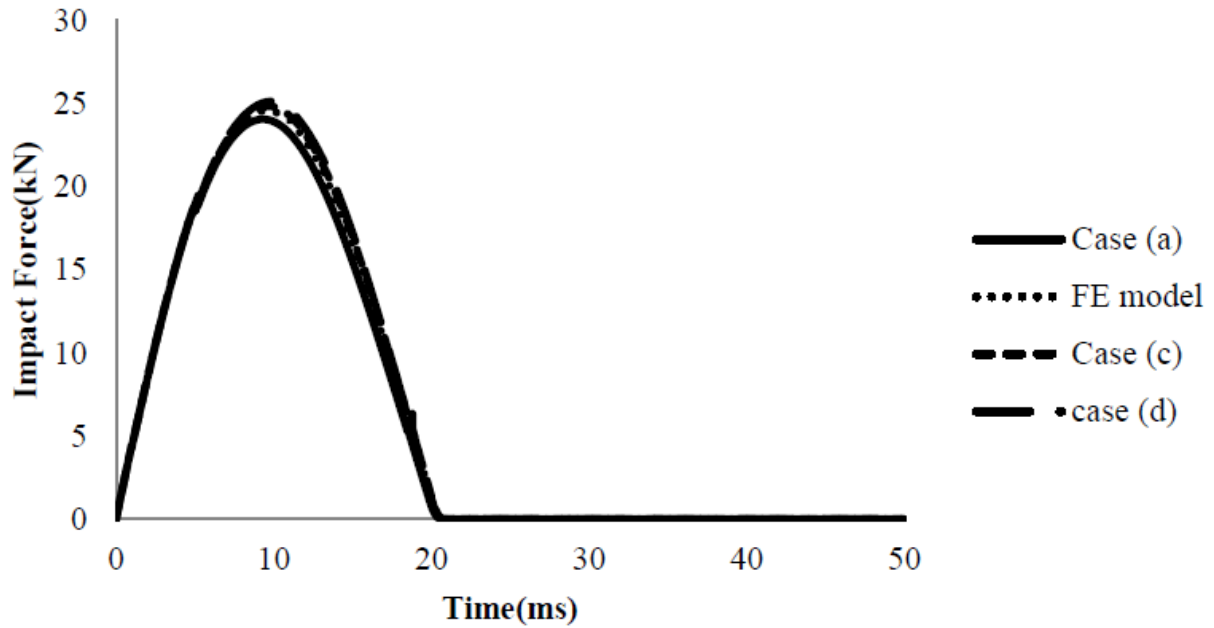


Figure 7: Comparison between Impact-Force versus Time-Histories for RC Columns made with Concrete Compressive Strength of 20.6 MPa (Case (a)), 42MPa (FE Model), 60MPa (Case (c)) and 80MPa (Case (d)).

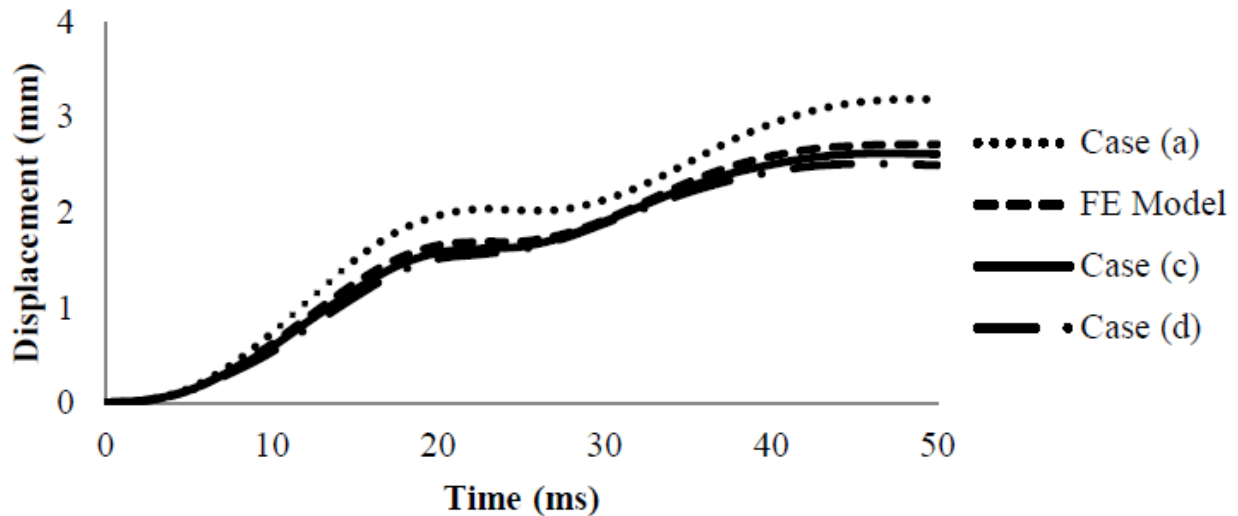


Figure 8: Mid-Span Deflection with respect to Time observed for RC Columns made with Concrete Compressive Strength of 20.6 MPa (Case (a)), 42MPa (FE Model), 60MPa (Case (c)) and 80MPa (Case(d)).

4.3. Influence of Velocity

In order to study the influence of the impacting velocity on the impact of the RC columns, two velocities as shown below were considered; (a) 320 mm/s and (b) 1280 mm/s.

These velocities correspond to the half and double of the FE model velocity used above in the validation of the FE analysis. Figures 7 and 8 show the comparison of impact force time histories and mid-span displacement exhibited by RC columns subjected to different impact velocities. It can be seen that velocity of the impactor has significant influence on the impact force and the exhibited deflection. It was also observed that when considering the

velocity as twice of the velocity used in the experimental setup [7] the magnitude of the impact force become twice, whereas, when velocity was considered half of that used in the experimental setup [7] approximately half of the impact force was observed when compared with the magnitude of the impacting force observed with the impact test velocity. Based on above, it can be concluded that direct linear relationship was observed between the impact velocity and the magnitude of the impact force. It was also observed that an inverse relation is observed between the velocity of the impactor and the deflection exhibited by the RC column at the point of impact.

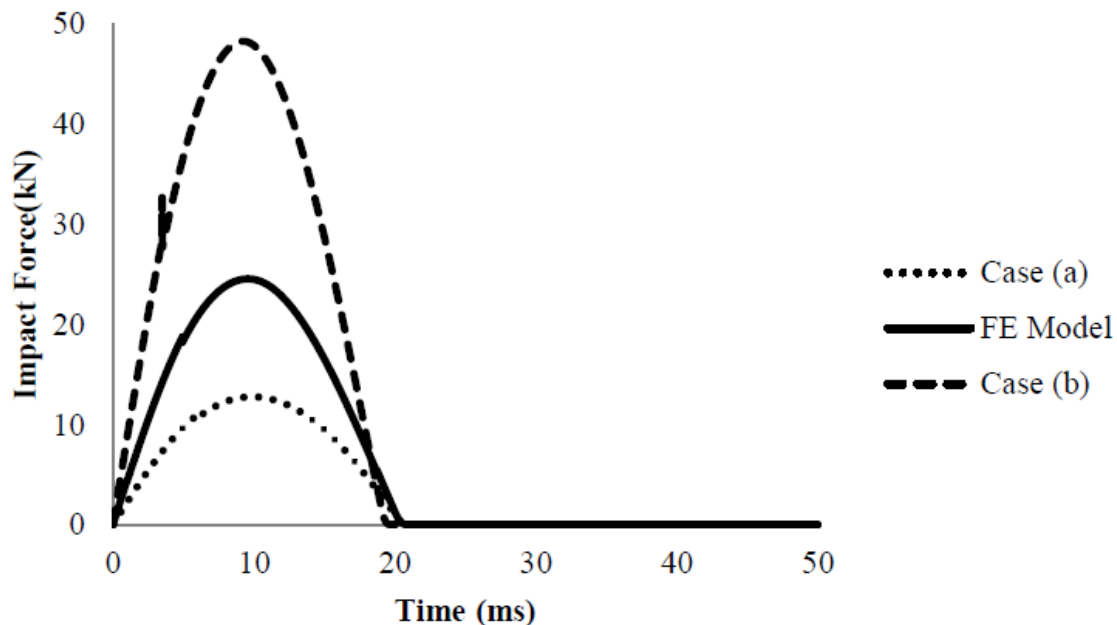


Figure 9: Comparison between Impact-Force versus Time-Histories for RC Columns subjected to Impact Velocities of 320mm/s (Case (a)), 740mm/s (FE Model), and 1280MPa (Case (c)).

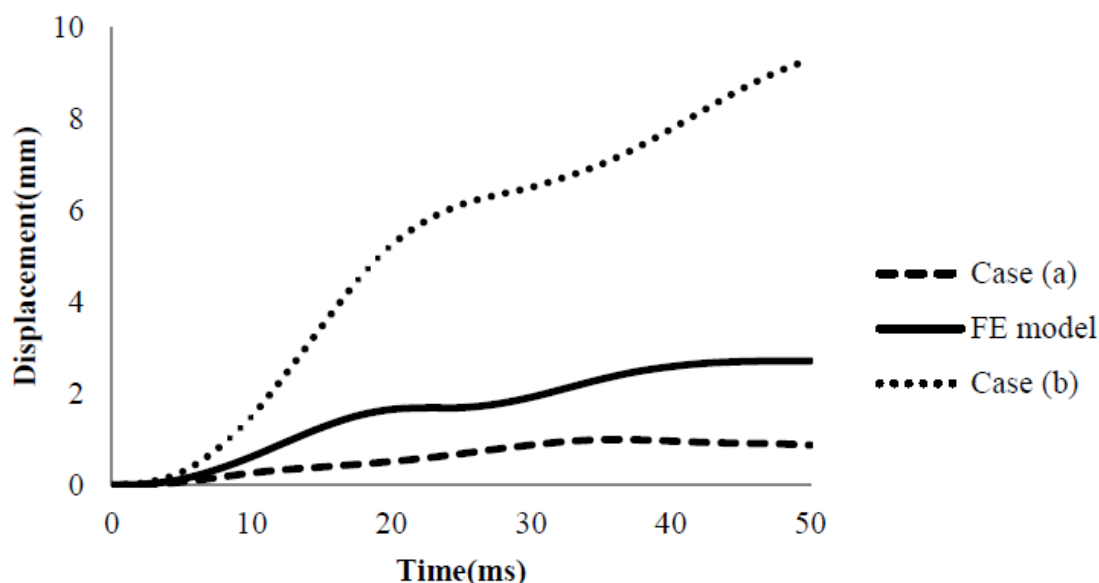


Figure 10: Mid-Span Deflection with respect to Time for for RC columns subjected to impact Velocities of 320mm/s (Case (a)), 740mm/s (FE Model), and 1280MPa (Case (c)).

4.4. Influence of Stirrups Spacing

In order to investigate the influence of stirrup spacing on impact behaviour of the RC columns two case studies were carried out:

- (a) Increasing the stirrup spacing to double of that used in the experimental setup (i.e. 80 mm)
- (b) Decreasing the stirrup spacing to half of that used in the experimental setup (i.e. 20 mm)

The results of these case studies are also compared with the column specimen having stirrups spaced at 40 mm as used in the case for

the validation of the FE analysis (FE Model). Figures 9 and 10 show the comparison between impact force and displacement-time histories respectively for RC columns having stirrup spacing at 80 mm (case (a)), 20 mm(case(b)) and 40 mm (FE model). It was observed the stirrup spacing does not significantly influence the impact force time histories, however, displacement time histories were found to be significantly influenced. It was also observed that with the decrease in the spacing of the stirrups the amount of the damage caused at the mid-span also decreased significantly.

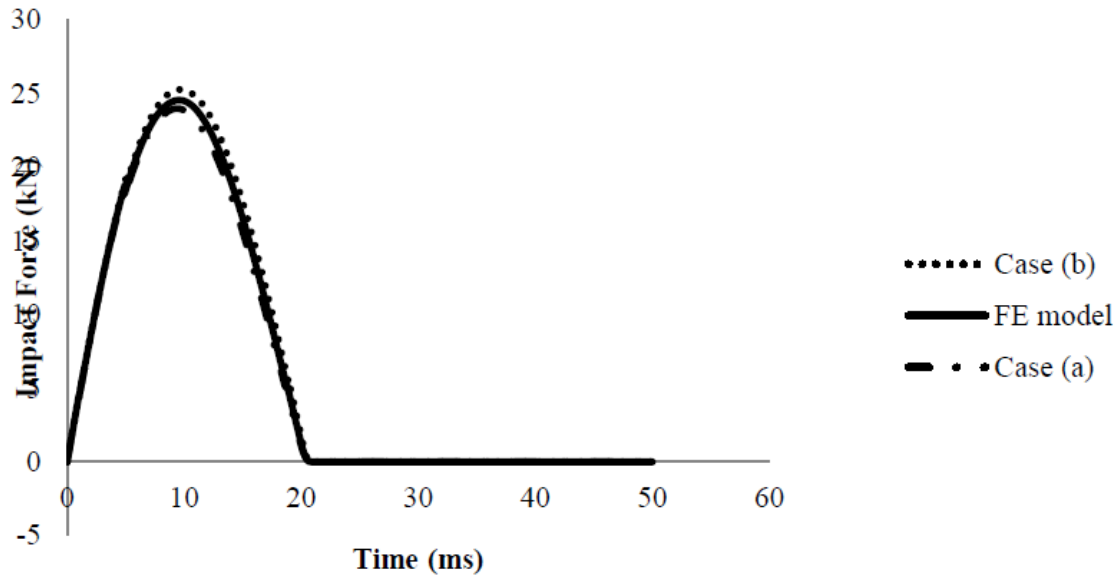


Figure 11: Comparison between Impact-Force versus Time-Histories for RC Columns having Stirrup Spacing at 80 mm (Case (a)), 20 mm (Case (b)) and 40 mm (FE Model).

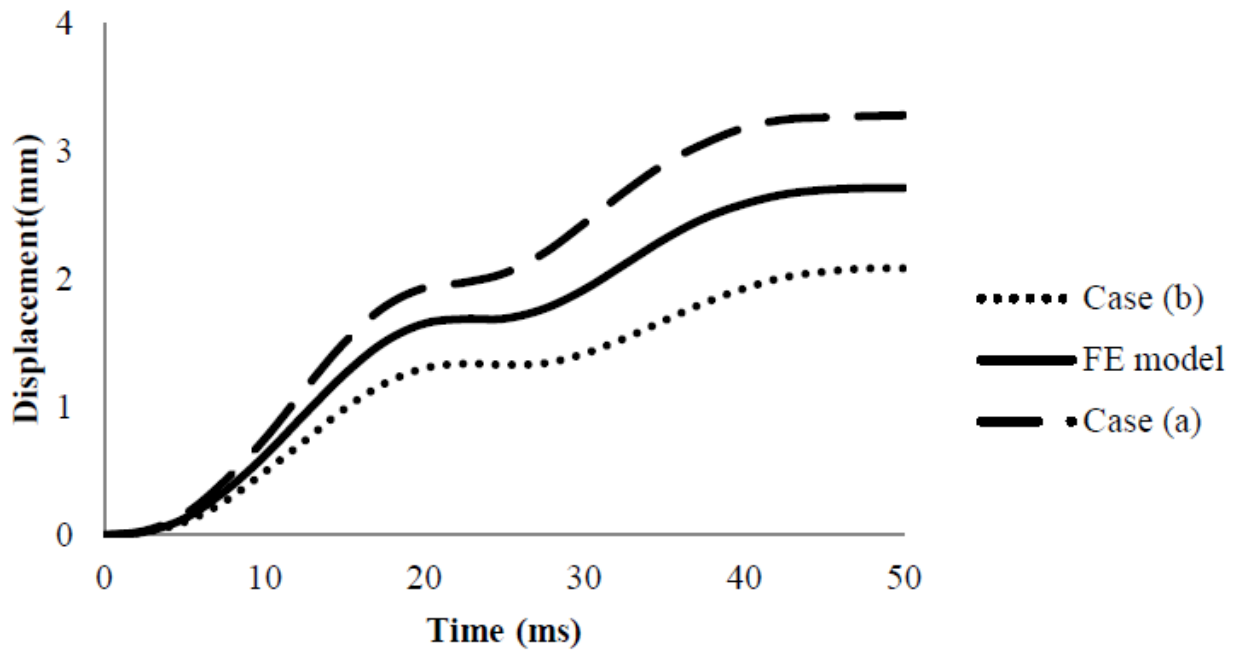


Figure 12: Mid-Span Deflection with respect to Time observed for RC Columns subjected to Impact Velocities of 320mm/s (Case (a)), 740mm/s (FE Model), and 1280MPa (Case (c)).

5. VEHICULAR COLLISION ON A PIER OF RC BRIDGE

AASHTO-LRFD [10] recommends an equivalent static force (ESF) of 2668 kN acting at a height of 1.5m from the ground level to be considered while designing bridge piers in order to consider the vehicular collision, however, the behaviour of such elements significantly differ under dynamic conditions. Therefore, in this study in order to investigate the vehicular collision on a pier of RC bridge, a non-linear FE analysis was conducted using ABAQUS [8]. For this purpose, pier having height of 5.1m supporting girder loads which is considered as an axial load of 9227 kN acting on the pier is modelled. The Pier is reinforced with sixty-three 32mm-dia longitudinal bars till a height of 4 m from the bottom and forty-two bars for the remaining height. Figure 11 shows the pier cross section and reinforcement details. In the FE model, concrete compressive strength is assumed to be 27.5 MPa, whereas, the yield strength of reinforcing steel bar is assumed to be 410 MPa for both longitudinal bars and stirrups.

Figure 12 shows the FE model used for investigating the vehicular collision on pier. The vehicle model is taken from the sample

models present in the ABAQUS [8]. Vehicle model consists of more than 200,000 elements and is designed especially for collision modeling. The vehicle falls in the category of passenger car having an approximate gross vehicle weight rating (GVWR) of 7000 lbs according to the federal highway authority (FHWA) [11] USA classification. In FE model, the vehicle is collided with pier at a height of 1.275m from the bottom with a vehicle velocity of 120 mph.

Figure 13 shows the displacement-time history of the pier at the collision point. It was observed that no significant deformation takes place in the as peak deformation 0.28 mm was exhibited. Figure 14 shows the FE model used for vehicular collision on pier and Figure 15 shows the displacement-time history of the pier at the point of collision. Figure 16 shows the profile of deformation of the FE Modelled collision of the car with the pier at the time of the collision, while Figure 17 shows the profile of deformation along the pier height. As can be seen that due to the collision of the vehicle the behaviour of the pier can be classified into two types; the local behaviour in which the deformation occur at the point of the contact of the collision and the global behaviour in which the deformation occur along its full height.

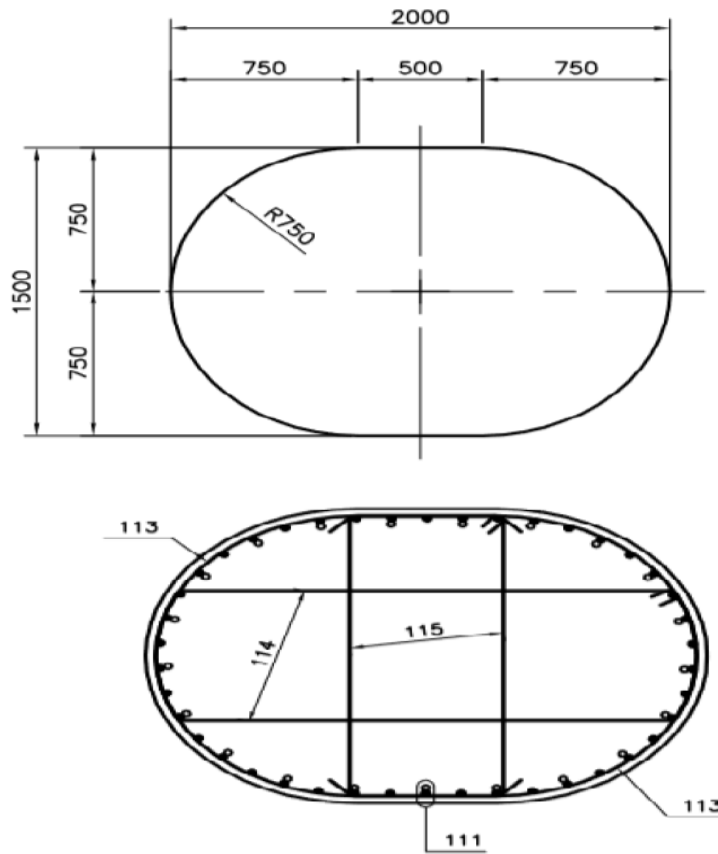


Figure 13: Peir's Cross-Section and Reinforcement Details.

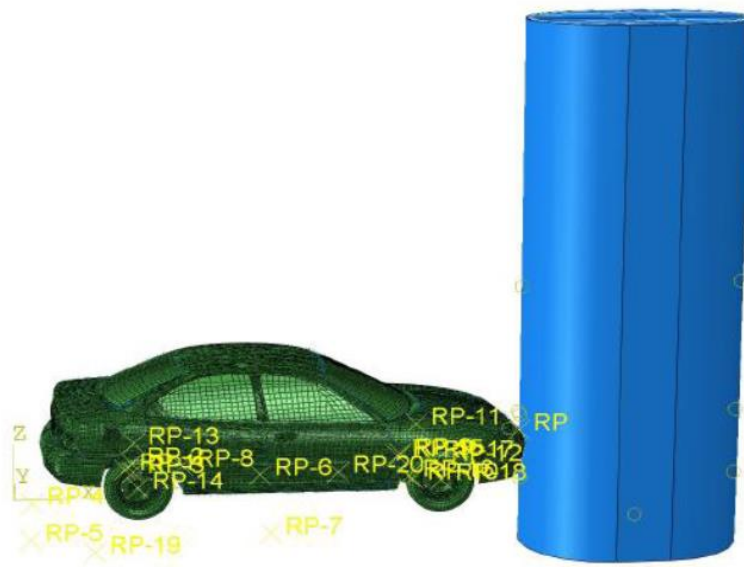


Figure 14: FE Model used for Vehicular Collision on Pier.

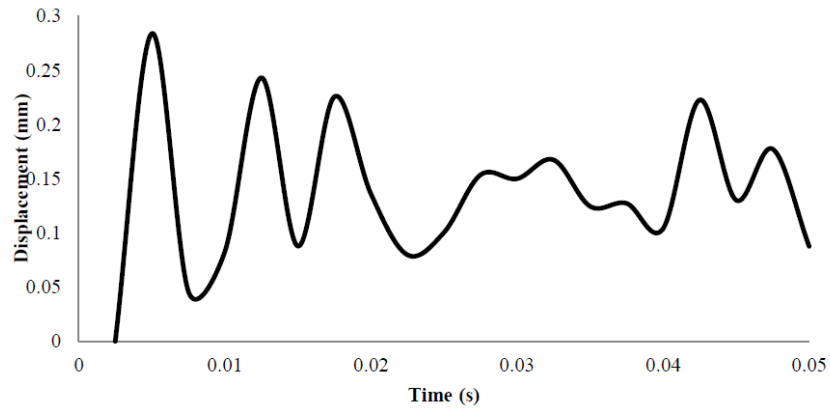


Figure 15: Displacement-Time History of the Pier at the Point of Collision.

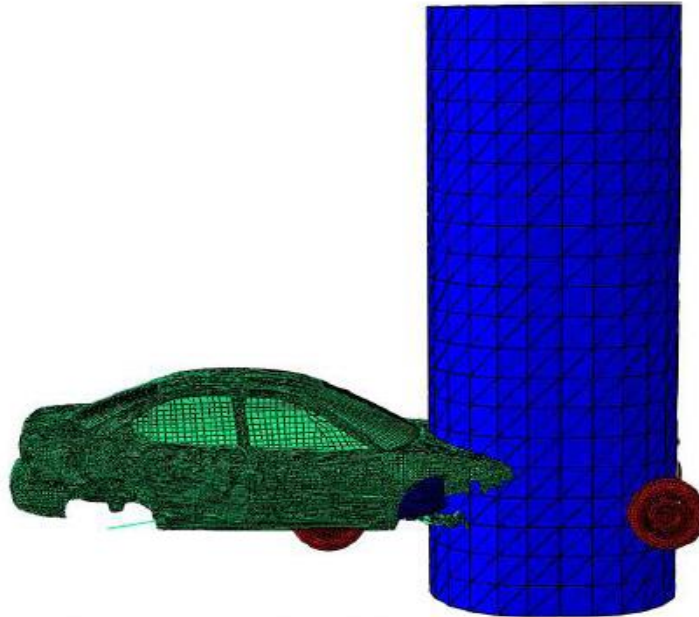


Figure 16: Deformation Profile of the FE Model at the Time of the Collision.

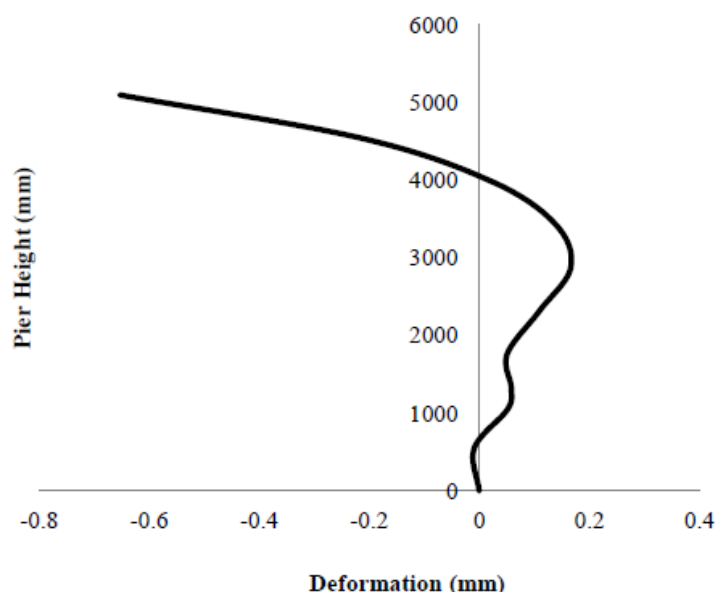


Figure 17: Deformation Profile along Pier Height.

6. CONCLUSIONS

A detailed numerical investigation have been carried out which initially used the experimental data of published study of RC columns under impact to validate the Finite Element (FE) models, which is then extended to study the number of parameters which may influence the impact behaviour of the RC columns. Following this a typical RC pier full scale model has been used to investigate the vehicular collision. Based on the scale RC column FE model and the parametric studies conducted, following conclusions were drawn.

- Impact force is mainly the function of velocity of the impacting object, as a direct relationship was observed.

- Percentage of steel significantly influence the impact force and compressive strength of concrete and stirrup spacing was found to have no significant influence on the impact force.

Based on the FE model investigating the full scale model of RC pier under high speed car collision, it was found that no significant damage was exhibited by pier. Due to the collision of the vehicle the behaviour of the pier can be classified into two types; the local behaviour in which the deformation occur at the point of the contact of the collision and the global behaviour in which the deformation occur along its full height.

7. ACKNOWLEDGEMENT:

The authors acknowledge the information provided by the “Saudi Ministry of Transportation and Logistics Services”, Riyadh – KSA - Engr. Waleed Aldurgham, Director-General of “Survey and Assessment Department”. Acknowledgments are extended to all associated personnel that have supported and contributed to this study; especially: “Engr. Fahd Alsaedi” (Director of Projects Department - Ministry of Transportation and Logistics Services, Branch of Madinah - KSA), “Engr. Maher Haylam” (Bridge Maintenance Engineer - Shihb Al-Jazeera Contracting Company, Madinah - KSA) and “Engr. Nasr Sakr” (Implementation and Supervision Engineer, Euro-Group for Engineering Consultancy, Madinah - KSA).

CONFLICT OF INTEREST: No conflict of interest.

FUNDING: No funding.

REFERENCES

- [1] Cai, J., Ye, J., Wang, Y., and Chen, Q., Numerical study on dynamic response of reinforced concrete columns under low-speed horizontal impact loading, *Procedia engineering* 210 (2017) 334-340.
- [2] Zhang, X., Hao, H., and Li, C., Experimental investigation of the response of precast segmental columns subjected to impact loading, *International Journal of Impact Engineering* 95 (2016) 105-124.
- [3] Demartino, C., Wu, J., and Xiao, Y., Experimental and numerical study on the behavior of circular RC columns under impact loading, *Procedia engineering* 199 (2017) 2457-2462.
- [4] Zhou, D. and Li, R., Damage assessment of bridge piers subjected to vehicle collision, *Advances in Structural Engineering* 15, 21 (2018) 2270-2281 DOI: 10.1177/1369433218772344.
- [5] Chen, L., Wu, H., Fang, Q., and Zhang, T., Numerical analysis of collision between a tractor-trailer and bridge pier, *International Journal of Protective Structures* 4, 9 (2018) 484-503 DOI: 10.1177/2041419618775124.
- [6] AuYeung, S. and Alipour, A., Evaluation of AASHTO Suggested Design Values for Reinforced Concrete Bridge Piers Under Vehicle Collisions, *Transportation Research Record* 1, 2592 (2016) 1-8 DOI: 10.3141/2592-01.

- [7] Do, T.V., Pham, T.M., and Hao, H., Dynamic responses and failure modes of bridge columns under vehicle collision, *Engineering Structures* 156 (2018) 243-259.
- [8] ABAQUS, *6.13-1, User's Manual*, ABAQUS, 2013, Inc.
- [9] ACI, *ACI 318 COMMITTEE (2014). Building Code Requirements for Structural Concrete (ACI 318-14) and Commentary*, American Concrete Institute., 2014.
- [10] AASHTO, L., AASHTO LRFD bridge design specifications. Transportation (Amst). American Association of State Highway and Transportation Officials, Inc.: Washington, DC (2007).
- [11] Herbel, S., Laing, L., and McGovern, C., *Highway Safety Improvement Program Manual: The Focus Is Results*, 2010, United States. Federal Highway Administration. Office of Safety.

سلوك الصدم لأعمدة وأرصفة الجسور الخرسانية المسلحة لتصادم المركبات

الملخص:

كان هناك اهتمام متزايد في العقود القليلة الماضية بين مجتمع الهندسة لفهم سلوك الهياكل الخرسانية المسلحة المكشوفة للأحمال الشديدة بسبب الانفجار والتأثير. على الرغم من أن هذه الأحمال الديناميكية الشديدة العابرة نادرة في حدوث معظم الهياكل، فإن تأثيرها يمكن أن يؤدي إلى فشل الهيكل الكارثي والفاجئ. العناصر الهيكلية للجسور هي الأكثر توقيعا لهذه الأحمال العرضية. ومع ذلك، فإن أعمدة وأرصفة الجسور هي الأكثر أهمية وجوقة لهذه الأنواع من الحملات، وبالتالي، في هذا التحقيق تم إجراء تحقيق رقمي مفصل الذي استخدم في البداية البيانات التجريبية للدراسة المنشورة للأعمدة الخرسانية المسلحة بموجب التأثير على التحقق من صحة نماذج العناصر المحدودة، ومن ثم تم توسيعها بعد ذلك لدراسة عدد المعلمات (النسبة المئوية للتسليح الطولي، قوة الضغط للخرسانة، سرعة الإصطدام، وتباعد الركاب) والتي قد تؤثر على سلوك تأثير الأعمدة الخرسانية المسلحة. بعد ذلك تم استخدام نموذج رصيف نموذجي من أرصفة الخرسانة المسلحة للتحقيق في تصادم المركبات. بناء على التحقيق العددي التفصيلي، وجد أن النسبة المئوية للتسليح تؤثر بشكل كبير على قوة الإصطدام بشكل كبير، ومع ذلك، فقد وجد أن قوة ضغط الخرسانة وتباعد الكانات ليس لها تأثير كبير على قوة الإصطدام.

الكلمات المفتاحية: حمل الإصطدام، تصادم المركبات، العناصر المحدودة، الخرسانة المسلحة، الأرصفة، الأعمدة.

Studying the Effect of Ambient noise, Font size and Character type on Typing Performance on computers

Abdulrahman Khamaj¹, Majed Moosa¹, Abdulelah Ali¹, Ameer Ali², Abdelhalim Samy², Mastoor Abushaega¹

¹Dept. of Industrial Engineering, College of Engineering, Jazan University, Jazan, Saudi Arabia

²Dept. of Production Engineering and Mechanical Design, Faculty of Engineering, Minia University, Egypt

ABSTRACT

Noise is considered one of the primary pollutions worldwide, which plays a key role in harming human physical and rational health. The current study was conducted to evaluate the effect of noise level, font size, and character type on the typing performance on computers. The data were obtained by measuring ambient noise at five levels of noise: 56, 63, 70, 76, and 82 dba during typing on computers by 20 participants. The noise was measured by a noise level meter device. We measured the average typing time and average typing accuracy at each level of noise at two different conditions. The first condition is by dividing the typing on computers into three types of characters (Times new roman, Arial, Andalus) and the second condition by dividing the font size into four types (10, 12, 14, 16). After that, we measured the average typing time with different font sizes at different characters type. The findings are discussed thoroughly in the paper, revealing that noise level, character type as well as font size are the remarkable conditions amid all controllable aspects that affect the average typing time and accuracy. In addition, the results show that the ideal conditions were, 70 dBa Noise level, Times New Romans and fourteen font sizes. In conclusion, working at noise level of 70 dBa would greatly optimize the human performance represented by a low typing time and high typing accuracy.

KEYWORDS: Noise Level, Font Type, typing Time, computers, Font Size.

INTRODUCTION

Noise has been called one of the four primary pollutions worldwide, industriously alarming human physical and rational health and wellness. Noises such as make-up noise, passage sound, and workplace noises are arbitrarily circulating variables as well as the sound pressure scale modifications irregularly. The effect of noise has been well-elaborated from the sights of working accomplishment, [1, 2], diseased erection syndrome, [3], human health, [4] and feelings, [5]. A significant quantity of examination has been carried out on the feasible effects of sound on thermal

sensation and communications in the middle of the understanding of noise and temperature.

For the time being, computer usage is predominant, while keyboard usage is a prominent characteristic of everyday life. Keyboard usage has been considered as a strong risk variable for carpal subway disorder as well as a diversity of various other musculoskeletal conditions, inclusive of epicondylitis [6]. According to the writing desk of Labor Data as well as several various other research studies, upper extremity MSD (Musculoskeletal Symptoms and Disorders) associating with computer keyboard usage is a

significant concern in work-related wellness [7, 8] as a result of its high propagation rate. Given that the computer's keyboard usage can be explained by recurring finger motions, those conditions may expand from accumulative valuables of transitory loads on the tarpaulin out of recurring muscular tissue activations.

Word treatment jobs are a substantial part of everyday bureaucracy jobs, which need focus and concentration that might drive to cerebral stress and fatigue. Given that it is appealing mutual in workplaces to focus on the music while at the office [9, 10], music might have some comfy effect on people in reducing the work-related anxiety. Psychophysiological anxiety restriction has actually been recognized to increase muscle stress in repeated manual jobs [11], and if songs with its comfy impact can decrease muscular tissue stress it could possibly decrease Musculoskeletal Disorder (MSD) risk. Till now, there is no studies on the direct physical as well as psychological influence of music on computer word treatment jobs. This research study aims to analyze the impacts of music and intellectual tons induction on keying productivity, inputting force and also EMG (Electromyography) activity extensor digestome muscular tissues in word processing tasks.

Noise defilement in operating rooms negatively impacts both patient integrity and staff well-being prospectively predestined noise levels in the operating room and establishes a positive engagement amidst intraoperative noise levels and operative site infections, [12, 13]. Intraoperative noise confuses surgery, which may have unfavorable impacts on the focus of operating room staff, [14,16]. The poor focus caused by high levels of noise may affect operating room staff's capability to implement aseptic techniques, growing the eventuality of developing operating site infections. Intraoperative noise affects operating room staff's dialectics and their capability to execute their tasks, [13]. Anesthesiologists' clinical

thinking execution was poorer in a noisy medium than in a peaceful environment, [17]. Moreover, intraoperative noise may damage efficient communication between operating room staff, [14,18,19] and unavailing communication is a leading factor contributing to inverse events, [20]. Unavailing communication not only negatively affects patient safety but also causes a raise in stress among operating room staff, [21].

Moreover, ambient noise in an artificial operating room generated a growth in the psychological and physiological stress of apprentice operators during laparoscopy, [22]. Besides the increase in stress, intraoperative noise growing the perception of workload and fatigue of operating room staff, [23].

Previous research has shown that vocals can have a negative influence on reproduction typing accomplishment, however high-volume music can have a positive effect on typing speed. The influence of accompanying music also seems to vary according to whether the entrant is a skillful typist or minimal experienced. The results from this work obviously shows that various parameters of music have different effects [24], and suggests that we intensity be able to achievement raucous, pragmatic music to improve execution when active at a computer. The study shows that the conditional reinforcing belongings of verbal feedback for accuracy or speed single increased accuracy or speed scores of typing achievement. Feedback for accuracy alone (quality of achievement) had the utmost, influence on overall performance raise. Therefore, feedback for accuracy appears to be the feedback of choice in this specific regulation, though utmost changes are anticipated if extra achievement administration tool are added [25]. Another study by Majaranta et al. [26] did not find different effects between superintendent and peer feedback, but this observation should further be scrupulous. Additional studies are

indispensable to further examine long-term effects of oral feedback unique as well as in group with other rendering enhancing tools. Such studies showed that the uninteresting task of eye typing is facilitated using appropriate feedback. The form of feedback impacts both employee performance and experience. By adding a short heard “click”, both the typing accuracy and speed is afflicted [26]. The period of the dwell time affects the suitability of different types of feedback: Short stay times demand short and pure feedback while long stay times can be showing extra information. Word forecast has been shown to be a potentially beneficial tool in supporting children with spelling distress to spell more carefully, despite the costs related to its use. However, the restraint of a person with spelling difficulties to word- forecast employment varies and is difficult to foresee, [27].

The main goals of this paper are to understand just how individuals are influenced by noise as an enhancement to mundane, tedious job-related computing jobs. By carrying out empirical studies in the field, it is hoped that this study will certainly cause a far better understanding of just how noise impacts individuals when functioning and also add to the advancement of theories describing why noise can transform people's habits.

EXPERIMENTAL METHODS

1. Participants

Twenty male participants with average age 20-23 years old. The participants, who were in decent physical health and condition, have no history of hand nor forearm musculoskeletal signs. As well, they were able to read and write.

2. Design and Study

This descriptive, prospective, cross-sectional study was conducted and the data were obtained by measuring ambient noise at five levels of noise 56, 63, 70, 76 and 82 dBa during typing on computers by 20 participants. We measured the average typing time and average typing accuracy at each level of noise at two

different conditions. The first condition was by dividing the typing on computers into three types of characters (Times new roman, Arial, Andalus) and the second condition was by dividing the font size into four types (10, 12, 14, 16). After that, we measured the average typing time and average typing accuracy with different font sizes at different characters types.

3. Research Instruments

The dimensions of the adjustable table to fit the study was (length 100 cm x breadth 70 cm x height 59 ~128 cm), as well as several 20-laptop computers, which were placed on the tables, were used. In addition, and to simulate the office workstation, adjustable office chairs with armrests were used. The participants adjusted the height of the chair's seat according to their desire, following by the adjustment of the table height to relax and upright the upper body posture in order to feel comfortable when using the laptop keyboard. The noise was measured by a noise level meter device. Stopwatch with Countdown Timer was used to determine the typing time for each student.

4. Experimental procedure

This descriptive, prospective, cross-sectional study was conducted and the data were obtained by measuring ambient noise at five levels of noise during typing on computers by 20 participants.

Participants were provided first with a student worksheet, and then performed a word processing task by typing a paragraph contain 70 words. Then, the time of typing full paragraphs was monitoring using a stopwatch for each participant. In the end, the average time of typing was computed from twenty participants.

5. Design of experiments

The experiences were designed to compute the following: 5 (level noise) * 3 (character type) * 4 (font size) within the subject design. The subsequent tables show the aggregate number of experiments considering the diverse conditions.

Table 1 Aggregate Number of Experiments with Diverse Conditions

| Noise,5 experiment | Characters type,15 experiment | | | Font size,20 experiment | | | |
|--------------------|-------------------------------|-------|---------|-------------------------|----|----|----|
| 56 dBa | Times new roman | Arial | Andalus | 10 | 12 | 14 | 16 |
| 63 dBa | Times new roman | Arial | Andalus | 10 | 12 | 14 | 16 |
| 70 dBa | Times new roman | Arial | Andalus | 10 | 12 | 14 | 16 |
| 76 dBa | Times new roman | Arial | Andalus | 10 | 12 | 14 | 16 |
| 82 dBa | Times new roman | Arial | Andalus | 10 | 12 | 14 | 16 |

Table 2 Number of Experiments of Characters Type and Font Size at Noise Level 1, 65 dBa.

| Noise, 56 dBa | | | | |
|-----------------|-------------------------|----|----|----|
| Characters type | Font size,12 experiment | | | |
| Times new roman | 10 | 12 | 14 | 16 |
| Arial | 10 | 12 | 14 | 16 |
| Andalus | 10 | 12 | 14 | 16 |

Table 3 Number of Experiments of Characters Type and Font Size at Noise Level 2, 63 dBa.

| Noise, 63 dBa | | | | |
|-----------------|-------------------------|----|----|----|
| Characters type | Font size,12 experiment | | | |
| Times new roman | 10 | 12 | 14 | 16 |
| Arial | 10 | 12 | 14 | 16 |
| Andalus | 10 | 12 | 14 | 16 |

Table 4 Number of Experiments of Characters Type and Font Size at Noise Level 3, 70 dBa.

| Noise, 70 dba | | | | |
|-----------------|-------------------------|----|----|----|
| Characters type | Font size,12 experiment | | | |
| Times new roman | 10 | 12 | 14 | 16 |
| Arial | 10 | 12 | 14 | 16 |
| Andalus | 10 | 12 | 14 | 16 |

Table 5 Number of Experiments of Characters Type and Font Size at Noise Level 4, 76 dBa.

| Noise, 76 dba | | | | |
|-----------------|-------------------------|----|----|----|
| Characters type | Font size,12 experiment | | | |
| Times new roman | 10 | 12 | 14 | 16 |
| Arial | 10 | 12 | 14 | 16 |
| Andalus | 10 | 12 | 14 | 16 |

Table 6 Number of Experiments of Characters Type and Font Size at Noise Level 5, 82 dBa.

| Noise, 82dba | | | | |
|-----------------|-------------------------|----|----|----|
| Characters type | Font size,12 experiment | | | |
| Times new roman | 10 | 12 | 14 | 16 |
| Arial | 10 | 12 | 14 | 16 |
| Andalus | 10 | 12 | 14 | 16 |

6. Test Conditions

Windows 7 was installed by students for typing on computers. After students finished typing the task, the data were recorded for the task time and typing accuracy. The task contains seventy words. Screen resolution was 720*1280 at the same zoom level of 100%. The tests were done at room temperature.

7. Data Analysis

The software used for data analysis is Minitab. The analysis of variance (ANOVA) and analysis of mean (ANOM) were applied to the collected data.

RESULTS AND DISCUSSIONS

Figures 1 and 2 show that the average typing time and average typing accuracy were affected by noise level under parameters of times new roman, character type and fourteen font size. In Fig. 1. The noise level shows remarkable effect on decreasing typing time, it can be investigated that, average typing time shows the minimum value at noise level 70 dba then increases. The lowest typing time was observed at 70 dba noise level. In Fig. 2. The highest accuracy was noticed at 70 dBA noise level followed by 82 dBA. These results matched the results of noise level with average typing time.

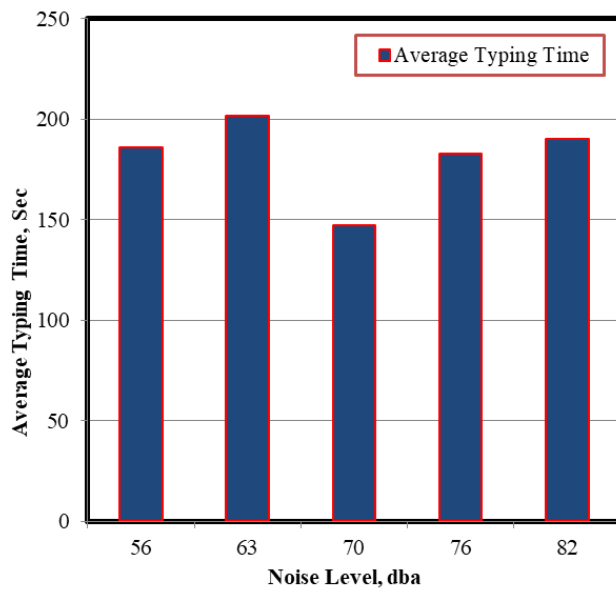


Fig. 1 Effect of noise level on average typing time

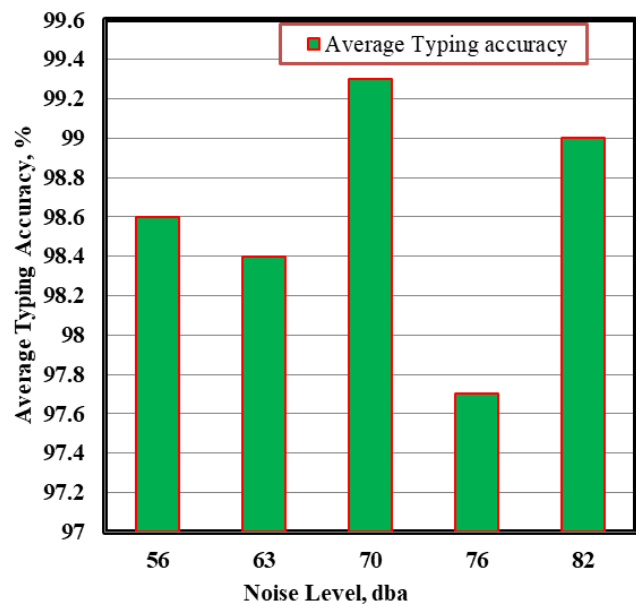


Fig. 2 Effect of noise level on average typing accuracy

Figure 3 and figure 4 display the main consequence of font size on average typing time and average typing accuracy under conditions of 70 dBa noise level and fourteen font sizes for times new roman character type. In Figure 3, it can be observed that the average typing time declines with rising font size up to fourteen font sizes, then slightly increases for

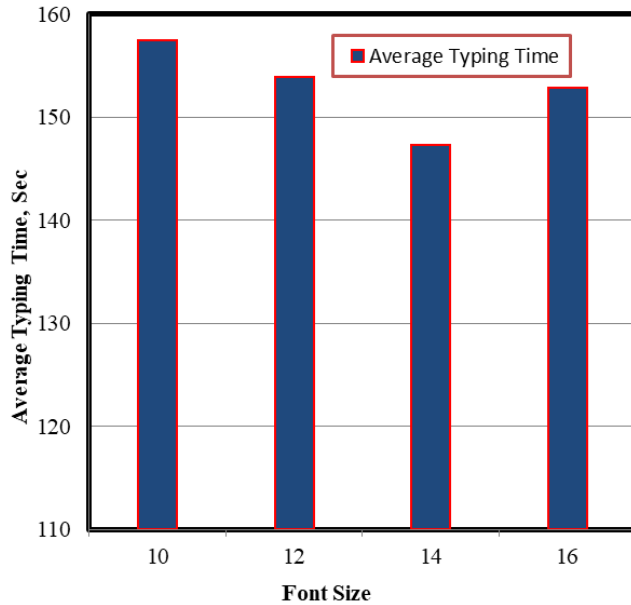


Fig. 3 Effect of font size on average typing time at 70 dBa and times new roman font type

sixteen font sizes. The lowest average time was observed at 14 font size. The average typing accuracy was shown in Figure 4. The highest accuracy is perceived at fourteen font size. These results may indicate that the recommended font size for such conditions is fourteen points.

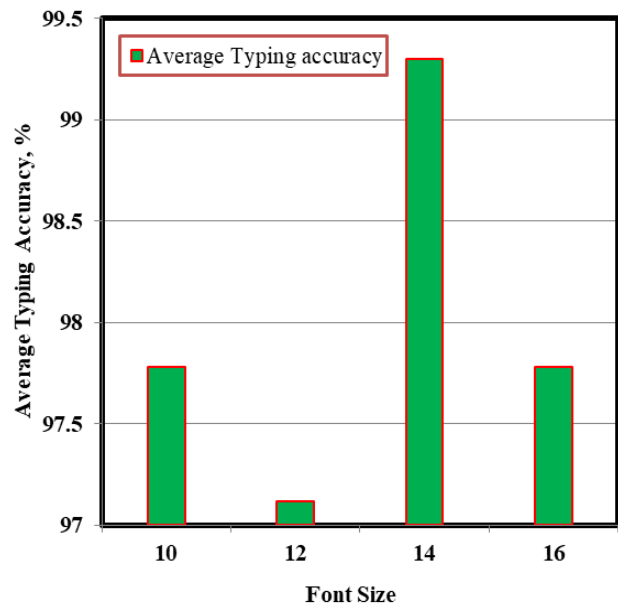


Fig. 4 Effect of font size on average typing accuracy at 70 dBa and times new roman font

Figures 5 and 6 display the consequence of character type on average typing time and average typing accuracy under conditions of 70 dBa noise level and fourteen font sizes. In Figure 5, it can be shown that the lowest average typing time at times new roman character type then at Arial followed by Andalus. The average typing accuracy was shown in Figure 4. The highest accuracy is noticed at times new roman font type.

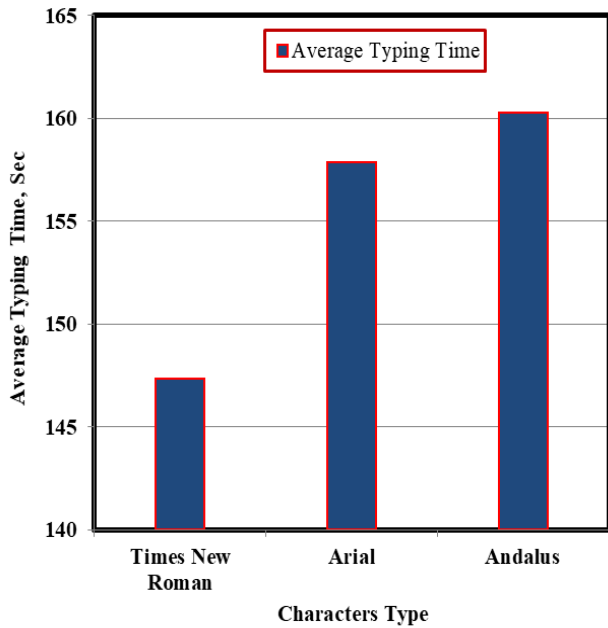


Fig. 5 Effect of font type on average typing time at 70 dBa and 14 font size

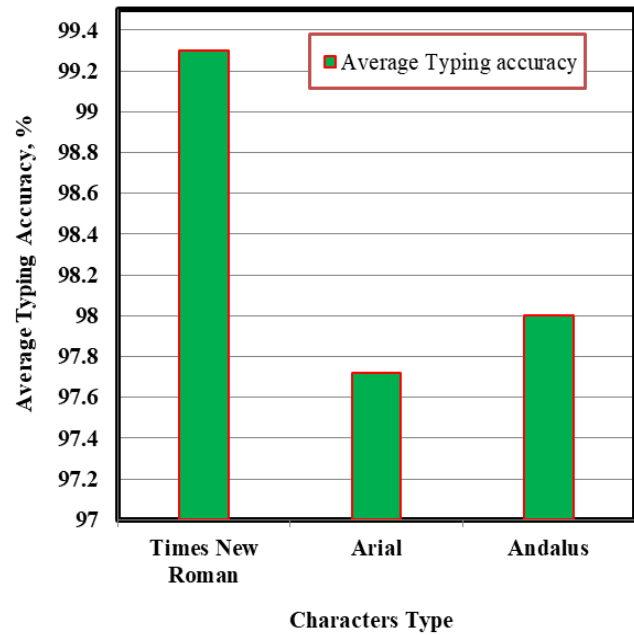


Fig. 6 Effect of font type on average typing accuracy at 70 dBa and 14 font size

Figures ٧ and ٨ show the effect of noise level as well as font type on average typing time and average typing accuracy at fourteen font sizes. In figure 7, it can be shown that the typing time declines until 70 dBa then increases for all character types and the lowest average typing time was at 70 dBa for times new roman font type. The average typing accuracy was shown in Figure 8, the highest accuracy observed for times new roman font type was at 70 dBa, the highest accuracy observed for Arial font type was at 56 dBa and the highest accuracy shown for Andalus font type was at 82 dBa.

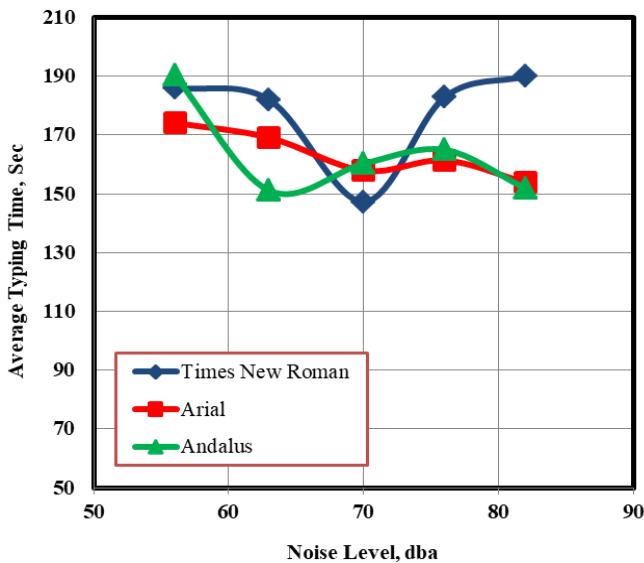


Fig. 7 Effect of noise level and font type on average typing time at 14 font size

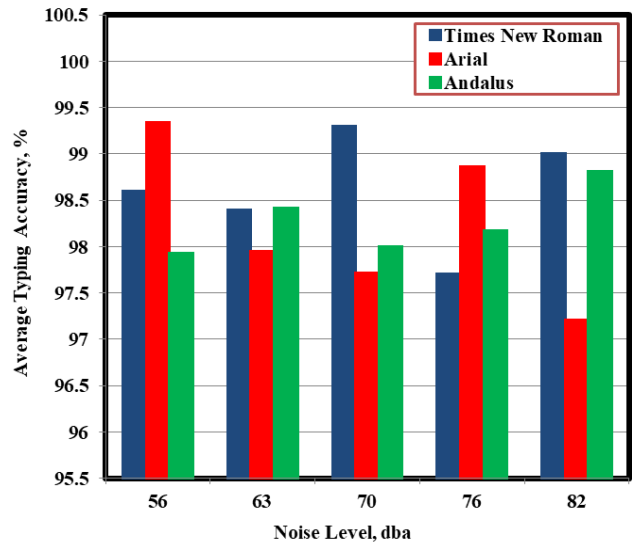


Fig. 8 Effect of noise level and font type on average typing accuracy at 14 font size

Figures 9 and 10 show the main consequence of noise level as well as font size on average typing time and average typing accuracy for times new roman character type. In figure 9, it can be observed that the average typing time decreases until 70 dBa then increases for all

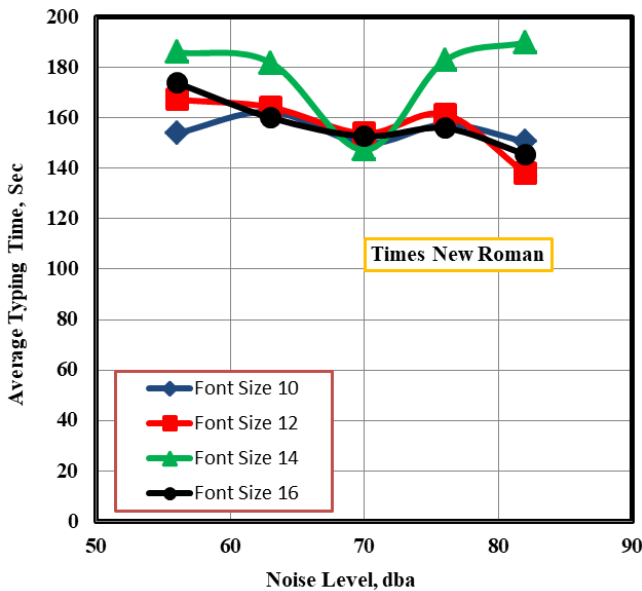


Fig. 9 Effect of noise level and font size on average typing time for times new roman

Figures 11 and 12 show the effect of noise level and font size on average typing time and average typing accuracy for Arial font type. In figure 11,

font sizes and the lowest average typing time was at 70 dBa for fourteen font sizes. The average typing accuracy was shown in Fig. 10, the highest accuracy shown for times new roman font type was at 70 dBa and fourteen font sizes then at 56 dBa and sixteen font sizes.

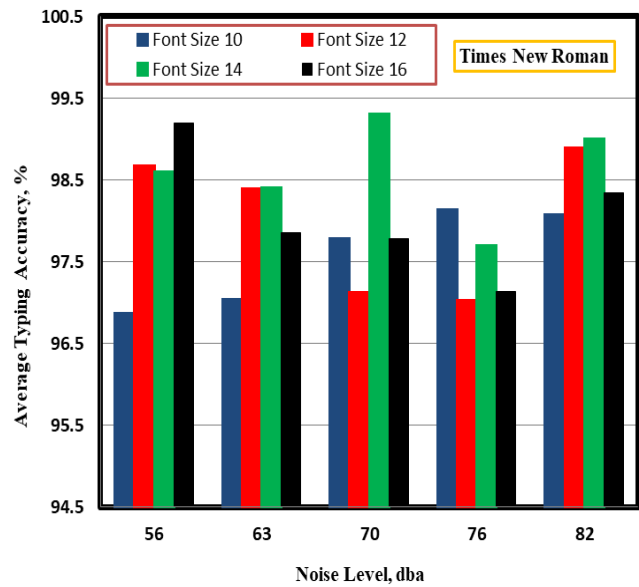


Fig. 10 Effect of noise level and font size on average typing accuracy for times new roman

it can be observed that the average typing time declines gradually while noise level increases for all font sizes and the lowest typing time was at 82 dBa for twelve font sizes. The typing accuracy was shown in Figure 12, the highest accuracy investigated for Arial font type was at 56 dBa and font size sixteen then fourteen then, twelve and ten font sizes for the same noise level.

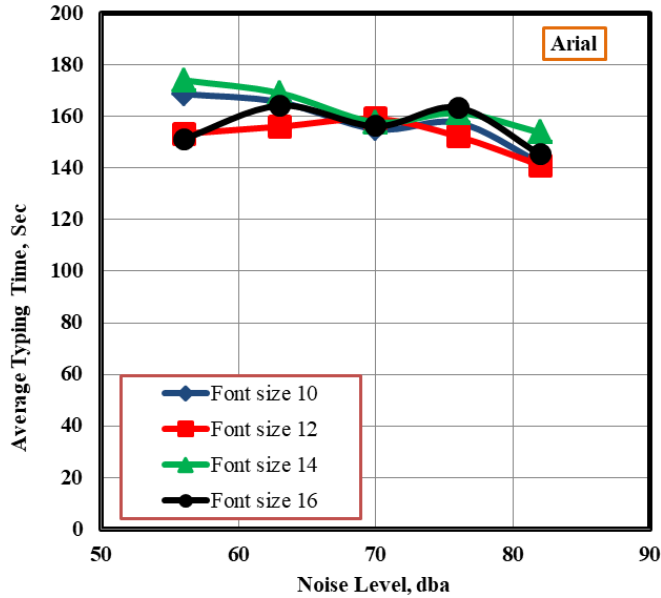


Fig. 11 Effect of noise level and font size on average typing time for Arial font type

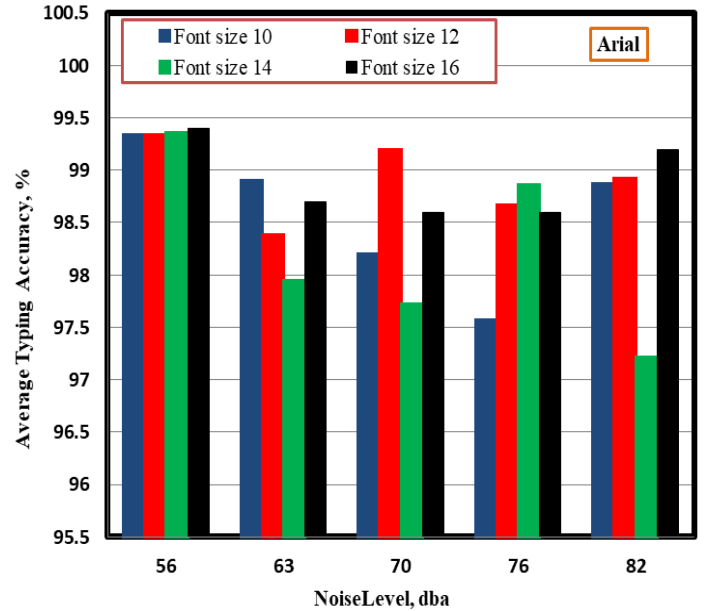


Fig. 12 Effect of noise level and font size on average typing accuracy for Arial font type

Figures 13 and 14 demonstrate the primary consequence of noise level and font size on average typing time and average typing accuracy for Andalus font type. In figure 13, it can be seen that the average typing time declines until 70 dba then rises for all font sizes

and the lowest average typing time was at 70 dba for sixteen font size. The average typing accuracy was shown in Figure 14, the highest accuracy perceived for Andalus font type was at 70 dba, and font size ten then at 56 dba and font size twelve.

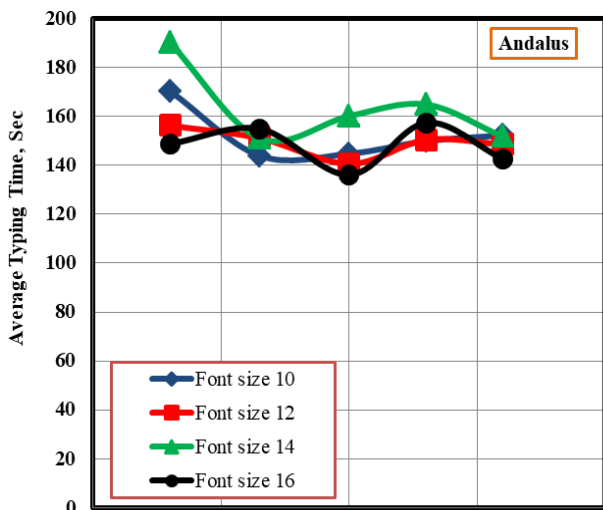


Fig. 13 Effect of noise level and font size on average typing time for Andalus font type

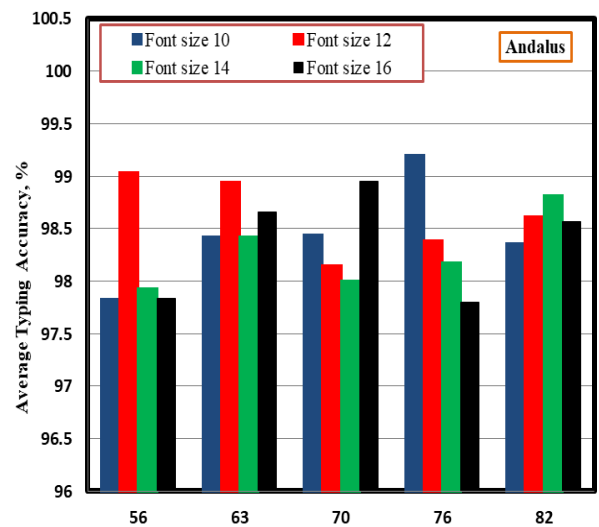


Fig. 14 Effect of noise level and font size on average typing accuracy for Andalus font type

To estimate the significance of each control

factor's effect on the response factor, ANOVA was used, The conditions description were shown in table 7.

Table 7 Conditions Description:

| A | | B | | C | |
|-------------|--------|----------------|------------------|-----------|----|
| Noise Level | | Character Type | | Font Size | |
| LEVEL 1 | 56 dBa | LEVEL 1 | Times New Romans | LEVE | 10 |
| LEVEL 2 | 63 dBa | LEVEL 2 | Arial | LEVE | 12 |
| LEVEL 3 | 70 dBa | LEVEL 3 | Andalus | LEVE | 14 |

According to S/N Ratio, the ideal conditions observed at noise level 3, level 1 in character type and level 3 in font size, this parameters are 70 dBa Noise level and Times New Romans and 14 Font size. According to the standard deviation the ideal conditions shown at noise level 2, level 3 in character type and level 1 in

font size, these parameters are 63 dBa Noise level, Andalus and 10 Font size. According to the means the ideal conditions were at noise level 2, level 2 in character type and level 2 in font size, these parameters are 63 dBa Noise level, Arial and 12 Font size.

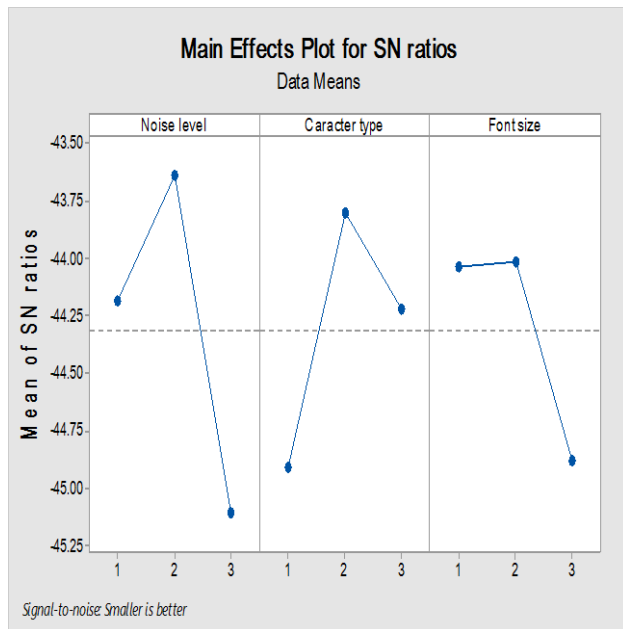


Fig. 14 Main Effects Plot for SN Ratios

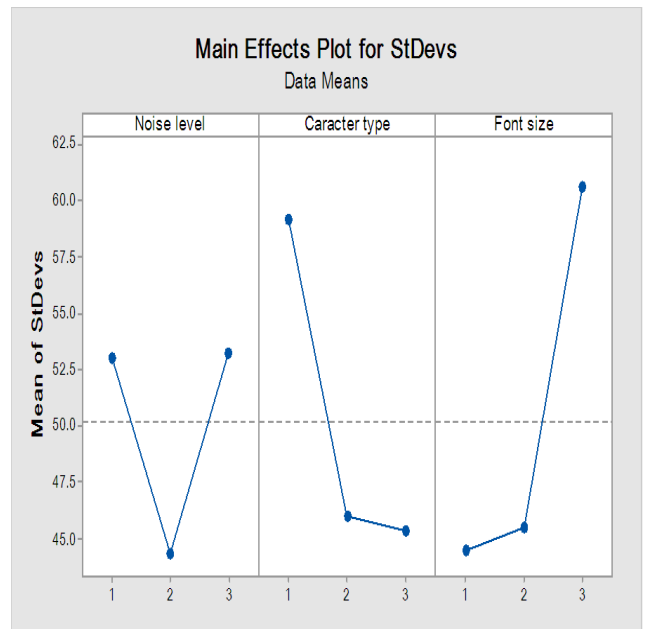


Fig. 15 Main Effects Plot for Standard Deviation

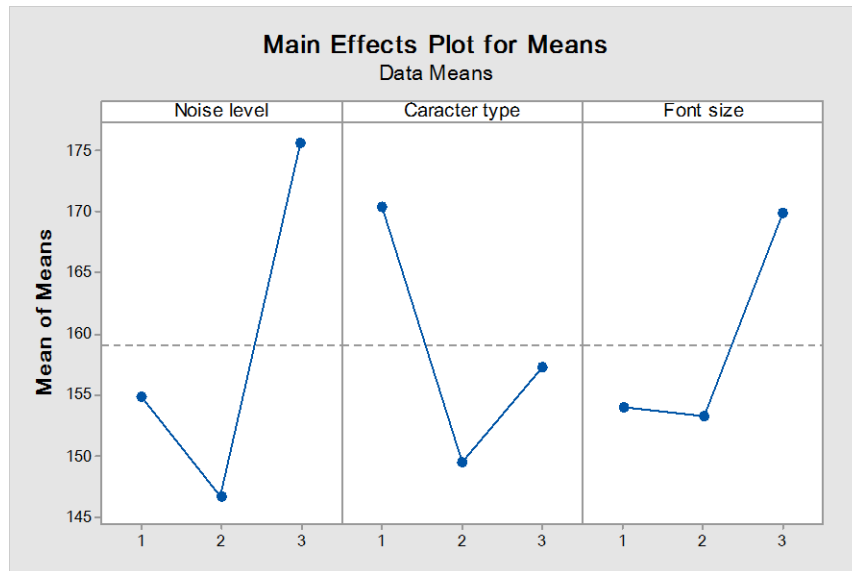


Fig. 16 Main Effects Plot for Means

Response Table for S/N Ratios, Smaller is the best.

The response table displays the most affecting conditions' effect on typing time. The response table for the S/N ratio investigated the noise level is the most affecting conditions then the character type followed by the font size. The

response table for the means displays the same detected at the S/N ratio. The response table for standard deviation displayed that the font size is the most affecting condition followed by the character type and the noise level, tables 8 to 10.

Table 8 Response Table for S/N ratio.

| Level | Noise level | Character type | Font size |
|-------|-------------|----------------|-----------|
| 1 | -44.19 | -44.91 | -44.03 |
| 2 | -43.63 | -43.8 | -44.01 |
| 3 | -45.11 | -44.22 | -44.88 |
| Delta | 1.47 | 1.11 | 0.87 |
| Rank | 1 | 2 | 3 |

Table 9 Response Table for Means

| Level | Noise level | Character type | Font size |
|-------|-------------|----------------|-----------|
| 1 | 154.9 | 170.5 | 154 |
| 2 | 146.7 | 149.5 | 153.3 |
| 3 | 175.6 | 157.3 | 169.9 |
| Delta | 28.9 | 21 | 16.7 |
| Rank | 1 | 2 | 3 |

Table 10 Response Table for Standard Deviations

| Level | Noise level | Character type | Font size |
|-------|-------------|----------------|-----------|
| 1 | 53.03 | 59.19 | 44.52 |
| 2 | 44.33 | 46.04 | 45.51 |
| 3 | 53.25 | 45.37 | 60.58 |
| Delta | 8.92 | 13.82 | 16.06 |
| Rank | 3 | 2 | 1 |

The (ANOVA), (ANOM), the standard deviation of the investigated collected data, and S/N ratio were done. The minimum value that carried to identify the remarkable variables and to quantify their effects on the response characteristics was the best, show tables 11 to 13.

Table 11 Analysis of Variance S/N ratio (ANOVA)

| Source | DF | Adj SS | Adj MS | F-Value | P-Value |
|----------------|----|--------|--------|---------|---------|
| Noise level | 2 | 3.313 | 1.6563 | 1.42 | 0.0414 |
| Character type | 2 | 1.888 | 0.9441 | 0.81 | 0.0553 |
| Font size | 2 | 1.483 | 0.7413 | 0.63 | 0.0612 |
| Error | 2 | 2.336 | 1.1682 | | |
| Total | 8 | 9.02 | | | |

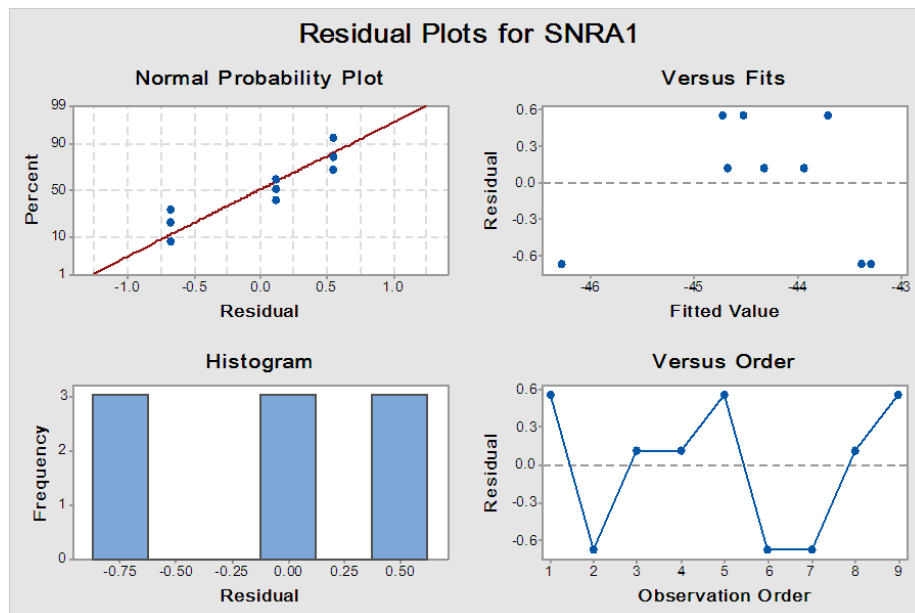
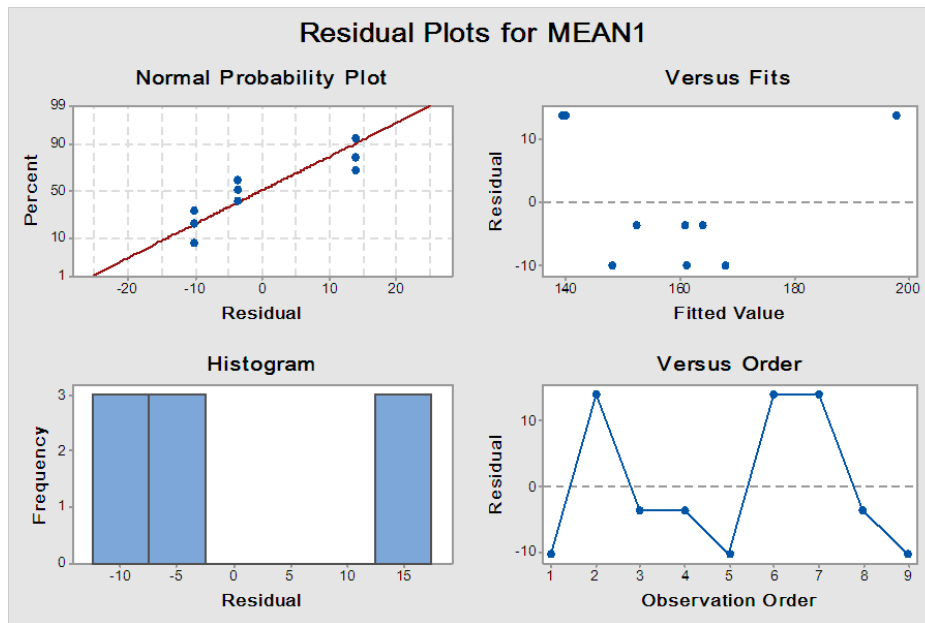
Table 12 (ANOM)

| Source | DF | Adj SS | Adj MS | F-Value | P-Value |
|----------------|----|--------|--------|---------|---------|
| Noise level | 2 | 155.3 | 77.66 | 1 | 0.05 |
| Character type | 2 | 364.4 | 182.22 | 2.34 | 0.0299 |
| Font size | 2 | 485.9 | 242.96 | 3.12 | 0.0242 |
| Error | 2 | 155.5 | 77.77 | | |
| Total | 8 | 1161.2 | | | |

Table 13 (ANOVA)

| Source | DF | Adj SS | Adj MS | F-Value | P-Value |
|----------------|----|--------|--------|---------|---------|
| Noise level | 2 | 1329.3 | 664.7 | 1.42 | 0.413 |
| Character type | 2 | 676.1 | 338 | 0.72 | 0.581 |
| Font size | 2 | 532.2 | 266.1 | 0.57 | 0.638 |
| Error | 2 | 936.3 | 468.2 | | |
| Total | 8 | 3473.9 | | | |

Residual plots are mainly utilized for checking issues related to normality, variance randomization, and outliers.



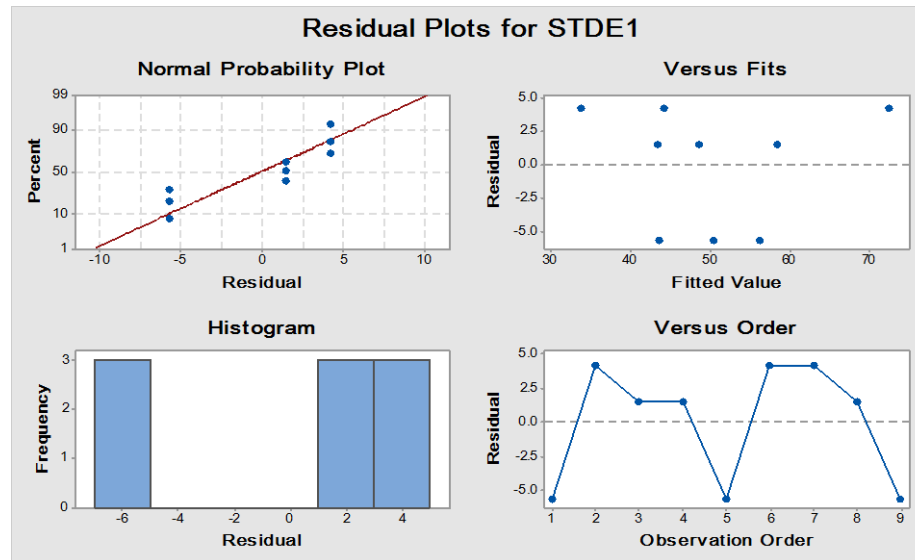


Fig. 17 Residual Plots For MEAN1, SNRA1 and STDE1.

CONCLUSION

Although previous studies have investigated the impact of noise on individuals' typing performance, they have not considered various relevant conditions. Hence, this study evaluated human performance (typing time and accuracy) at different combinations of conditions. Several key points are summarized as follows:

- **Purpose:** The research was conducted to evaluate the effect of noise level, font size, and character type on the typing performance on computers.
- **Design:** Descriptive and cross-sectional study.
- **Methods:** The data were obtained by measuring ambient noise at five levels of noise: 56, 63, 70, 76, and 82 dBA during typing on computers by 20 participants. The noise was measured by a noise level meter device. We measured the average typing time and average typing accuracy at each level of noise at two different conditions. The first condition is by dividing the typing on computers into three types of characters (Times new roman, Arial, Andalus) and the second condition by dividing the font size

into four types (10, 12, 14, 16). After that, we measured the average typing time with different font sizes at different characters type.

- **Findings:** Noise level, character type as well as font size are the remarkable conditions amid all controllable aspects that affect the average typing time. In addition, the results show that the ideal conditions were, 70 dBA Noise level, Times New Romans and fourteen font sizes.
- **Conclusions:** Working at noise level of 70 dBA would greatly optimize the human performance represented by a low typing time and high typing accuracy.

REFERENCES

1. Guan H., Hu S., Liu G, Zhang L., "The combined effects of temperature and noise on the comfort perceptions of young people with a normal Body Mass Index", Sustainable Cities and Society 54, 101993, 2020.
2. Szalma, J. L., & Hancock, P. A. Noise effects on human performance: A metaanalytic synthesis. Psychological Bulletin, 137(4), 682–707, 2011.

3. Witterseh, T., Wyon, D. P., & Clausen, G. The effects of moderate heat stress and open-plan office noise distraction on SBS symptoms and on the performance of office work. *Indoor Air*, 14, pp.30–40, 2004.
4. Basner, M., Babisch, W., Davis, A., Brink, M., Clark, C., Jassen, S., et al. Auditory and non-auditory effects of noise on health. *The Lancet*, 383(9925), 1325–1332, 2014.
5. Juang, D. F., Lee, C. H., Yang, T., & Chang, M. C. Noise pollution and its effects on medical care workers and patients in hospitals. *International Journal of Environmental Science and Technology*, 7(4), 705–716, 2010.
6. Pascarelli, E.F. and Kella, J.J., Soft-tissue injuries related to use of the computer keyboard: A clinical study of 53 severely injured persons, *Journal of Occupational Medicine* 35(5) 522–532, 1993.
7. (BLS) BoLS. Reports on survey of occupational injuries and illnesses in 1977–2001. In: Bureau of Labor Statistics UDoL, Washington, DC. ed., 2002.
8. Gerr, F., Marcus, M., Ensor, C., Kleinbaum, D., Cohen, S., Edwards, A. et al., A prospective study of computer users: I. Study design and incidence of musculoskeletal symptoms and disorders, *American Journal of Industrial Medicine* 41(4), 221–235, 2002.
9. Oldham, G.R., Cummings, A., Mischel, L.J., Schmidtke, J.M. and Zhou, J., Listen while you work? Quasi-experimental relations between personal-stereo headset use and employee work responses, *Journal of Applied Psychology* 80(5), 547–564, 1995.
10. Day, R.F., Lin, C.H., Huang, W.H. and Chuang, S.H., Effects of music tempo and task difficulty on multi-attribute decision-making: An eye-tracking approach, *Computers in Human Behavior* 25(1), 130–143, 2009.
11. Rissén, D., Melin B., Sandsjö L., Dohns, I. and Lundberg, U., Surface EMG and psychophysiological stress reactions in women during repetitive work, *Eur J Appl Physiol* 83(2–3), 215–222, 2000.
12. AORN position statement on managing distractions and noise during perioperative patient care. AORN Inc; 2020. Available at: <https://www.aorn.org/guidelines/clinical-resources/position-statements>. Accessed April 13, 2020.
13. Dholakia S, Jeans JP, Khalid U, Dholakia S, D'Souza C, Nemeth K. The association of noise and surgical-site infection in day-case hernia repairs. *Surgery*. 157:1153-1156, 2015.
14. Padmakumar AD, Cohen O, Churton A, Groves JB, Mitchell DA, Brennan PA. Effect of noise on tasks in operating theatres: A survey of the perceptions of healthcare staff. *Br J Oral Maxillofac Surg*. 55, pp.164-167, 2017.
15. Van Pelt M, Weinger MB. Distractions in the anesthesia work environment: Impact on patient safety? Report of a meeting sponsored by the anesthesia patient safety foundation. *Anesth Analg*. 125:347-350, 2017.
16. Keller S, Tschan F, Semmer NK, et al. Noise in the operating room distracts members of the surgical team. An observational study. *World J Surg*. 42: 3880e3887, 2018.
17. Enser M, Moriceau J, Abily J, et al. Background noise lowers the performance of anaesthesiology residents' clinical reasoning when

- measured by script concordance: A randomised crossover volunteer study. *Eur J Anaesthesiol.* 34(7):464-470, 2017
18. Keller S, Tschan F, Beldi G, Kurmann A, Candinas D, Semmer NK. Noise peaks influence communication in the operating room. An observational study. *Ergonomics.* 59:1541-1552, 2016.
 19. Cheriyan S, Mowery H, Ruckle D, et al. The impact of operating room noise upon communication during percutaneous nephrostolithotomy. *J Endourol.* 30:1062-1066, 2016.
 20. Minimizing noise and distractions in the OR and procedural units. Joint Commission Quick Safety. The Joint Commission; 2017. <https://bit.ly/315brxe>. Accessed April 13, 2020.
 21. U_gurlu Z, Karahan A, Ünlü H, et al. The effects of workload and working conditions on operating room nurses and technicians. *Workplace Health Saf.* 63:399-407, 2015.
 22. Waterland P, Khan FS, Ismaili E, Cheruvu C. Environmental noise as an operative stressor during simulated laparoscopic surgery. *Surg Laparosc Endosc Percutan Tech.* 26:133-136, 2016.
 23. McNeer RR, Bennett CL, Dudaryk R. Intraoperative noise increases perceived task load and fatigue in anesthesiology residents: A simulation-based study. *Anesth Analg.* 122:512-525, 2016.
 24. Bramwell-Dicks, A., Petrie, H. and Edwards, A., The Effect of Vocals and Music Volume on Transcription Typing Speed. In Eighth York Doctoral Symposium on Computer Science & Electronics (p. 18), 2015.
 25. Tittelbach, Danielle, Lanny Fields, and Alicia M. Alvero. "Effects of performance feedback on typing speed and accuracy." *Journal of Organizational Behavior Management* 27, no. 4, pp. 29-52, 2008
 26. Majaranta, P., MacKenzie, I.S., Aula, A. and Rähä, K.J. Effects of feedback and dwell time on eye typing speed and accuracy. *Universal Access in the Information Society*, 5(2), pp.199-208, 2006.
 27. Herold, M. and Bornman, J. Typing speed, spelling accuracy, and the use of word-prediction. *South African Journal of Education*, 28(1), pp.117-134, 2008

تأثير مستوى الضوضاء و حجم الخط و نوع الخط على مستوى أداء الكتابة على أجهزة الكمبيوتر

١ عبدالرحمن خمج، ١ ماجد موسى، ١ عبدالإله علي، ٢ أمير علي، ٢ عبدالحليم سامي، ١ مستور أبوشائقة

1 قسم الهندسة الصناعية، كلية الهندسة، جامعة جازان، جازان، المملكة العربية السعودية
2 قسم هندسة الإنتاج و التصميم الميكانيكي، كلية الهندسة، جامعة المنيا، جمهورية مصر العربية

الملخص

الضوضاء تعتبر من المصادر الرئيسية للتلوث حول العالم، حيث تلعب دورا بارزا في الأذية الجسدية للبشر. تم إجراء هذا البحث من أجل تقييم مستوى الضوضاء، حجم الخط، نوع الخط على الأداء أثناء الكتابة على أجهزة الكمبيوتر. تم الحصول على البيانات من خلال قياس مستوى الضوضاء عند ٥ مستويات: ٥٦، ٦٣، ٧٠، ٧٦، و ٨٢ و ذلك من خلال أداء ٢٠ مشارك لمهمة الكتابة على أجهزة الكمبيوتر. تم قياس مستوى الضوضاء من خلال جهاز خاص بقياس مستوى الضوضاء. لقد قمنا بقياس متوسط وقت الكتابة و متوسط دقة الكتابة عند كل من المستويات الخمسة في سياقين مختلفين. النتائج تُناقش بعمق في هذه الورقة العلمية، موضحة مستوى الضوضاء المقبول و حجم و نوع الخط المناسبين هي أهم الظروف و الخصائص التي تؤثر على زيادة او نقصان دقة و وقت الكتابة على أجهزة الكمبيوتر. النتائج أوضحت أيضا أن (الضوضاء عند مستوى ٧٠، نوع الخط: تايمز نيو رومان، و حجم الخط: ١٤) هي أفضل ظروف مجتمعة لأفضل دقة و أقل وقت كتابة. بشكل ملخص، عند التعرض للضوضاء أثناء العمل، فإن مستوى ضوضاء يقدر ب ٧٠ يعتبر أفضل مستوى لأداء الكتابة على أجهزة الكمبيوتر.

The Applications of Control Charts in Higher Education: A Systematic Review

Abdulelah Ali

Department of Industrial Engineering
Jazan University, Saudi Arabia

ABSTRACT

The aim of present review is to investigate the impact of quality control charts on enlightening the quality of higher education and the effectiveness of education and learning. A systematized literature search was accomplished from numerous sources viz., PubMed, MEDLINE, CINAHL, and EMBASE to identify relevant studies published from 1998 to 2019. Based on the search methodology it was tried to reveal the factors that influence the quality control chart's enlightenment on the quality of higher education. In addition, it tries to emphasize how statistical control charts can help teachers improve the quality of education and the effectiveness of supervision in practice. Therefore, all quality control challenges have been addressed so that appropriate actions and adjustments can be coordinated. Thus, quality control enhances thorough quality oversight in higher education and stimulates the professional growth and development of teachers and students. It can be concluded that, if researchers use control charts as SPC methods to improve Saudi Arabian higher education institutions (educational outcomes, non-curriculum skills, success/failure rates, mental stress, etc.), it will be beneficial. Therefore, statistical control charts are a tool for moving problems in right direction. This is a recognized and consistent way to find its place, particularly in quality control of higher education systems

Key Words: Control Charts, Higher Education, Statistical Quality Control, Academic Progress.

1 INTRODUCTION

Higher education (HE), also referred to tertiary education, comprising private and public institutions that help promote growth, reduce poverty and promote shared prosperity. A skilled workforce with a concrete knowledge is essential for invention and development. Well-educated workforces are more likely to be hired, receive better salaries, and cope better with

financial shocks. Higher education graduates behave better and make higher levels of public contribution. In short, HE institutions not only provide the right and proper work skills, but also prepare individuals to become active members of the community and society. Reforms of existing higher education institutions can be facilitated through deliberate collaboration by governments, the corporate sector, civil society and academia. This could help reinvent the HE

system for quality delivery in research, education and community services. Higher education institutions need to set up internal quality assurance and quality control techniques to enhance quality delivery.

Traditionally, a variety of quality "quantitative" tools (such as control charts) have been applied primarily in industrial products. In addition, the use of control charts for quality evaluation has been gradually introduced into the service sector since the last few decades. However, quality of service has been associated with increased profitability, creating a significant competitive benefit for service businesses by creating repetitive sales and greater market share, confirming consumer retention and positive reviews [1]. Therefore, service suppliers should always stick to quality measurements so that they can establish ways to improve quality. Among the many types of existing services, present study focuses on education, more precisely higher education (HE).

However, in some situations, it has been found that due to educational system policies and strict regulations, it also plays a role that can lead to increased levels of stress by students. Some sources include overcrowded lecture rooms, semester grade evaluation systems, insufficient resources and equipment [2], huge syllabuses [3] lengthy hours, and expectations for memorization [4]. In addition, parents and institutes are relentlessly instilling fear of failure that affects their self-esteem and self-confidence.

Therefore, the purpose of this review is to investigate the impact of quality control charts on improving the quality of higher education and the effectiveness of education and learning. It

was also attempted to emphasize how teachers improved internships in the quality of education and the effectiveness of supervision.

1.1 STATISTICAL PROCESS CONTROL

Walter Shewhart introduced the concept of statistical process control (SPC) to improve industrial production. SPC is an online quality control system that can be defined as a philosophy, policy, and method for improving systems, results, and processes. SPC is based on the theory of variability, the general and special causes of variability. This includes the theory of process thinking, data learning, analytical research, experiments, measurement, and methods of data gathering reported by Ning et al. [5]. The most widely used charts in SPC are run charts, average charts, range charts, histograms, Pareto charts, and so on. It should be noted that while SPC and statistical quality control are frequently used reciprocally, the latter is used to define a broader management approach towards quality management.

1.2 DESIGN OF A CONTROL CHART

Control charts are mainly graphs derived from the normal distribution curve. There are two categories of control charts, variable charts and attribute charts, depending on the nature of data. The data is placed in subgroups to establish a set of interpretations that indicate stable and controlled behavior for the process. For example, you can select interpretations of group reaction times that can involve subgroups on a regular basis throughout the day and plot them as a single point on the control chart. The attribute chart is used to predict the number of defective products. One defective unit can have several defects. Control charts can be categorized into X & S charts, X & R charts, p

charts, np charts, and more. For more information on creating and using control charts, see Kaminsky et al. [6] and Amin [7]. Thor et al. [8] discussed variables used in medical observations, their benefits, and the obstacles related with the use of control charts. Laney [9] and Mohammed & Laney [10] have proposed used of control charts for attributes with very large sample sizes (thousands or millions). Prajapati [11] have proposed a modified X-chart for autocorrelation observations. Depending on the suitability of the chart; it can be used in certain situations.

In addition to the charts above, there are additional charts used for the quality control such as CUSUM (Cumulative Sum Chart) and EWMA (Exponentially Weighted Moving Average Chart). However, these charts fall into the category of variable control charts. These control charts are highlighted because the above control charts are not sufficiently sensitive to process measurements. For more information on creating and using CUSUM and EWMA charts, see Woodall [12]. Pillet et al. [13] states that multivariate charts are used when monitoring multiple variables.

2 METHODOLOGY

Extensive research is done to find articles related to the use of control charts in various service departments. A systematized literature search was accomplished from numerous sources viz., PubMed, MEDLINE, CINAHL, and EMBASE to identify relevant studies published from 1998 to 2019. Based on the search methodology it was tried to reveal the factors that influence the quality control chart's enlightenment on the quality of higher education. The search keywords are "SPC", "control chart", "application", "and control chart

application in higher education", and "SPC to promote student progress". The search excluded unpublished work from the master's and doctoral dissertations because these studies are likely to appear.

3 RESULTS AND DISCUSSION

Many countries have embarked on a major reformation of their higher education systems, increasing their scope and effectiveness. However, the progress is uneven. Many countries around the globe need to confirm that national policies prioritize fair access, better-quality learning, competent retention, and augmented assurance of success for all the students, regardless of background. Both the policy and the degree programs need to be better tailored to the needs of the local economy. Only then can the government achieve improved achievement in high education, turning its success into increasing and sustaining economic and social development. Thus, quality control enhances thorough quality oversight in higher education and stimulates the professional growth and development of teachers and students.

In one study Braimah and Abdulsalam [14] monitored the training / learning process at a college in Kwara, Nigeria, and to confirm that whether teacher services to students meet the university's academic standards. This goal is achieved by monitoring student failure rates after the end of an academic session. They used the P-chart to observe the rate of failure (process average shift). Based on their findings, they encouraged management to take action on the part of teachers and students to stay in control of the process (reduce failure rates). In addition, Taiwo and Olufemi [15], investigated the

performance process in higher education in Nigeria using Ibadan's polytechnic as a case study to see if institutions, students and teachers meet the academic standards set. The P-chart reveals that the failure rate is out of statistical control. However, they found that some of the content of these courses was a school certificate syllabus that students must have done in secondary school, but nevertheless the failure rate of some courses is high. This indicates that student performance is not encouraged in some of the courses offered, which can be caused by a range of reasons. In another study, Okwonu and Ogini [16] investigated student performance based on two semester exam scores. They reported that student performance fluctuated due to common or assignable causes. Positive fluctuations improve the student's overall performance, and negative fluctuations adversely affect the overall performance.

In another study, Braimah and Abdulsalam [14] use the P-Charts in the Quality Control of Students Performance in Tertiary Educational Since P-chart detected shift in the process (teaching/learning), it can be used to monitor failure rate in schools (Colleges and Tertiary Institutions). Conclusively, the teaching/learning process is said to be out of statistical control since some of the plotted points fall outside the upper control limit (UCL), meaning that the failure rate of courses corresponding to these points above the UCL are not conforming to the failure level of conformance by the college.

In another study, Braimah and Abdulsalam [1] used P-graphs in the quality control of student performance in higher education. Since P-graphs detect changes in the

process (teaching/learning), it can be used to monitor school failure rates. (College and colleges and universities). Finally, the teaching/learning process is considered to be out of statistical control because some of the plotted points exceed the upper control limit (UCL), which means that the failure rate of the courses corresponding to these points is higher than the UCL non-conformity level of the college.

Hanna et al. [17] present a different approach to identify educational issues in retention, progression, and graduation. They use the SPC to analyze changes related to a student's academic performance and enable the supervisor to perform root cause analysis and take corrective action. In addition, they emphasize that in the current academic environment, the evaluation process guarantees learning, and that the SPC also provides a means of monitoring the relationship between quality of education (i.e., learning outcomes) and academic progress. Therefore, the main goal of SPC is to discover the occurrence of special causes in time, so as to investigate the process and take corrective measures. Focusing on higher education teaching issues, control chart can be used to monitor the performance of different faculty members over time. It is certainly feasible to compare the performance of several faculty members at a specific moment (such as a semester) at the same time [18].

In addition, Sivena and Nikolaidis [18] elaborate on statistical frameworks based on SPC technology and tools, such as those extensively used in some application control charts. In addition, by scientifically determining the limits of the suggested control chart, decision makers can not only identify

unproductive faculty members, but also decrease the adverse reactions evoked by the recognized members. In addition, for HE institutions around the world that have not been evaluated by questionnaires, they actually improve monitoring and, as a result, improve the quality of university courses, as well as educational ability and performance.

The academic stress due to academics has become an unescapable problem worldwide in different cultures and ethnicities. The academic stress prevalence cannot be a stream-specific condition, and high-stress levels have been reported among engineering and medical students, which emphasizes necessary medical intervention [19]. In a study Reddy et al. [20] showed that academic stress remains a catastrophic problem affecting students' mental health and well-being. In addition, techniques such as biofeedback, yoga, life skills training, mindfulness, meditation, and psychotherapy have been found to be effective in reducing student stress. Therefore, the basic knowledge provided by learning and development science, coupled with decades of educational research insights, provide a framework to support the welfare of children in various environments [21]. Some sources include overcrowded lecture rooms, semester grade evaluation systems, insufficient resources and equipment [2], huge syllabuses [3] lengthy hours, and expectations for memorization [4]. If students do not take appropriate exams according to the standards, their teachers may be lazy, corrupt and incompetent, and the exams set are far below the standards [22]. Therefore, external examinations are a way to ensure that all written examinations meet the standards. For example, if the failing rate of a course in an academic institution is too

high, the management of the institution can take action. In another study, Cervetti et al. [23] recommended that the PCC should be clearly displayed on the wall of the classroom so that students and teachers can easily see it. Teachers should encourage students to master class progress and point out the goals of each exam. This should encourage teamwork and cooperation with teachers in the class, thereby creating a more conducive classroom environment. Therefore, the use of statistical control tools can help management meet the standards of educational quality.

4 RECOMMENDATIONS

Based on our review results, the following suggestions can be made. Control charts can often be used to identify courses that students seem to have a problem with them. Instead of complaining about high failure rates and uncontrollable problems, university administrators and teachers should focus on what they can control. In addition, reforms of existing higher education institutions can be facilitated through deliberate collaboration by governments, the corporate sector, civil society and academia. This could help reinvent the HE system in Saudi Arabia for quality delivery in research, education and community services. Staff must be available through the provision of improved service, basic infrastructure, virtual libraries, communication technology, and internet connectivity. Higher education institutions need to set up internal quality assurance and lecture unit monitoring to enhance quality delivery. To improve quality, teachers and non-teachers should be motivated to make them more devoted and effective in their work. Therefore, if researchers use control charts as SPC methods in order to improve Saudi Arabian higher education institutions (educational

outcomes, non-curriculum skills, success/failure rates, mental stress, etc.), it would be beneficial.

5 CONCLUSION

Higher education principally aims at developing the mental capacity and the character of the individual to lead a productive life in society. It is worth mentioning here that the future of countries greatly relies on quality education. Among many useful techniques, statistical control charts are seen as a practical tool for efficient problem-solving. This method is widely known, and, at the same time, reliable to be applied in the social sciences field, particularly in the educational systems' quality control.

6 REFERENCES

- [1] F. Abdullah, R. Suhaimi, G. Saban and J. Hamali, "Bank service quality (BSQ) index, an indicator of service performance," *International Journal of Quality & Reliability Management*, vol. 28, no. 5, pp. 542-555, 2011.
- [2] J. O. Awino and J. E. Agolla, "A quest for sustainable quality assurance measurement for universities: case of study of the University of Botswana," *Educ. Res. Rev.*, vol. 6, pp. 213-218, 2008.
- [3] C. T. Sreeramareddy, P. R. Shankar, V. S. Binu, C. Mukhopadhyay, B. Ray and R. G. Menezes, "Psychological morbidity, sources of stress and coping strategies among undergraduate medical students of Nepal," *BMC Medical education*, vol. 7, no. 1, pp. 1-26, 2007.
- [4] S. Deb, E. Strodl and J. Sun, "Academic stress, parental pressure, anxiety and mental health among Indian high schoolstudents," *International Journal of Psychology and Behavioral Sciences*, vol. 5, no. 1, pp. 26-34, 2015.
- [5] X. Ning, Y. Shang and F. Tsung, "Statistical process control for service processes: A review," in *6th International conference on Service Systems and Service Management*, 2009.
- [6] F. Kaminsky, J. Maleyeff and D. Mullins, "Using SPC to analyse measurements in healthcare organisations," *J. Healthc. Risk Manag.*, vol. 18, pp. 36-46, 1998.
- [7] S. Amin, "Control chart 101: A guide to healthcare applications," *Qual. Manag. Healthc.*, vol. 9, pp. 1-27, 2001.
- [8] J. Thor, J. Lundberg, J. Ask, J. Olsson, C. Carli, K. Harenstam and M. Brommels, "Application of statistical process control in healthcare improvement: systematic review," *Qual Saf Healthc.*, vol. 16, pp. 387-399, 2007.
- [9] D. Laney, "Improved control charts for attributes," *Qual. Eng*, vol. 14, pp. 531-537, 2002.
- [10] M. A. Mohammed and D. Laney, "Overdispersion in health care performance data: Laney's approach," *Qual Saf. Healthc.*, vol. 15, pp. 383-384, 2006.
- [11] D. R. Prajapati, "Cost comparisons of modified chart for autocorrelated observations," *Int. J. Metrol. Qual. Eng*, vol. 7, pp. 100-102, 2016.
- [12] W. H. Woodall, "The use of control chart in healthcare and public health surveillance," *J. Qual. Technol.*, vol. 38, no. 2, pp. 89-104, 2006.

- [13] M. Pillet, A. Boukar, E. Pairel, B. Rizzon, N. Boudaoud and Z. Cherfi, "Multivariate SPC for total inertial tolerancing," *Int. J. Metrol. Qual Eng.*, vol. 4, pp. 169-175, 2013.
- [14] O. J. Braimah and M. B. Abdulsalam, "On the Use of P-Charts in the Quality Control of Students Performance in Tertiary Educational System Using MINITAB," *American Journal of Mathematics and Statistics*, vol. 5, no. 5, pp. 259-264, 2015.
- [15] O. J. Taiwo and A. Olufemi, "Assessment of student's performance in Tertiary Education in Nigeria using statistical quality control," *Anale. Seria Informatică*, vol. 17, pp. 164-168, 2019.
- [16] F. Z. Okwonu and N. O. Ogin, "Application of and Control Charts to Investigate Students' Performance," *Journal of Advances in Mathematics and Computer Science*, vol. 23, no. 4, pp. 1-15, 2017.
- [17] M. D. Hanna, N. Raichura and E. Bernardes, "Using Statistical Process Control to Enhance Student Progression," *Journal of Learning in Higher Education*, vol. 8, no. 1, pp. 71-82, 2012.
- [18] S. Sivena and Y. Nikolaidis, "Improving the quality of Higher Education teaching through the exploitation of student evaluations and the use of control charts," *Communications in Statistics - Simulation and Computation*, vol. 48, pp. 1-24, 2019.
- [19] S. P. Behere, R. Yadav and B. P. Behere, "A comparative study of stress among students of medicine, engineering, and nursing," *Indian Journal of Psychological Medicine*, vol. 33, no. 2, pp. 140-145, 2011.
- [20] K. J. Reddy, M. S. Karishmarajanmenon and Anjanathattil, "Academic Stress and its Sources among University Students," *Biomedical & Pharmacology Journal*, vol. 11, no. 1, pp. 531-537, 2018.
- [21] L. Hammond, L. Flook, C. Harvey, B. Barron and D. Osher, "Implications for educational practice of the science of learning and development," *Applied Developmental Science*, vol. 24, no. 2, pp. 97-140, 2020.
- [22] R. Moore, "Education and Society: Issues and Explorations in the Sociology of Education," *Cambridge: Polity*, 2004.
- [23] M. Cervetti, M. Royné and J. Shaffer, "The Use of Performance Control Charts in Business Schools: A Tool for Assessing Learning Outcomes," *Journal of Education for Business*, vol. 87, pp. 247-252, 2012.

تطبيقات مخططات التحكم في التعليم العالي - مراجعة الأدبيات

عبدالإله بن ممدوح محمد علي
قسم الهندسة الصناعية-كلية الهندسة
جامعة جازان
المملكة العربية السعودية

الملخص

في هذه البحث، تم إجراء مراجعة للأدبيات لفحص تأثير مخططات التحكم الإحصائية على تطوير جودة التعليم العالي ، بالإضافة إلى تعزيز فعالية التعليم والتعلم. تهدف هذه الدراسة أيضًا إلى التأكيد على كيفية قيام المعلمين بتحسين التدريب الداخلي في جودة التعليم وفعالية الإشراف لتنمية وتحسين العلاقات بين المشرف والمعلم لتحقيق تعليم وتعلم أكثر كفاءة. تحقيقًا لهذه الغاية ، تمت معالجة جميع تحديات مراقبة الجودة بحيث يمكن تنسيق الإجراءات والتعديلات المناسبة. يمكن تعزيز مراقبة الجودة من خلال مراقبة الجودة في التعليم العالي لتحفيز النمو المهني وتطوير المعلمين ، وكذلك الطلاب على حد سواء. لتحسين جودة التعليم في مؤسسات التعليم العالي ، يمكن للمشرفين المعاد تدريبهم بالتأكيد توفير التسهيلات المناسبة للمعلمين. يمكنهم أيضًا النظر في مواقف المعلمين تجاه التعليم والتحرير الإحصائي المناسب. لذلك ، يُنظر إلى مخططات التحكم الإحصائي على أنها أداة مفيدة لحل المشكلات بكفاءة. هذه الطريقة معروفة على نطاق واسع. كما أنها موثوقة عند تطبيقها في مجال العلوم الاجتماعية ، وخاصة في مراقبة جودة الأنظمة التعليمية.

الكلمات المفتاحية: مخططات التحكم، التعليم العالي، مراقبة الجودة الإحصائية ، التقدم الأكاديمي

التكيف البيئي في بعض حشائش الكتبان الرملية: دراسة مورفولوجية – تشريحية

وفاء بنت حمد بن احمد مقبول

كلية العلوم- جامعة جازان

الملخص

تعتبر بيئة الكتبان الرملية الساحلية في جنوب غرب المملكة العربية السعودية من البيئات ذات الإجهادات البيئية العديدة المتمثلة في شدة الإشعاع الشمسي والحرارة العالية والجفاف والتعرض المستمر للرياح والغمر بالرمال. القليل من الأنواع النباتية من يستعمر هذه البيئات. ونظراً لقلة الدراسات التي تناولت تكيف وتأقلم بيئة الكتبان الرملية من النواحي المورفولوجية والتشريحية الدقيقة على المستوى العالمي عامة، وفي بيئات المملكة العربية السعودية خاصة، كانت فكرة هذه الدراسة التي تم إجرائها خلال عامي ٢٠٢٠-٢٠٢١ بهدف إلقاء الضوء على بعض الجوانب المورفولوجية التركيبية التكيفية والتشريحية الدقيقة لنباتات الكتبان الرملية المختارة؛ ومن أبرز هذه الأنواع السائدة في المنطقة والمنتشرة على نطاق واسع فيها والتي تعتبر من الحشائش المعمرة، والتي تمتلك العديد من الخصائص المظهرية والتشريحية والفسولوجية التي هيئها الله عز وجل لها للتكاثر والانتشار، ولمقاومة وطأة الظروف السائدة في بيئتها؛ وهي كل من الثمام *Panicum turgidum*، والشوكم *Odyssea mucronata*، والسعد *Cyperus conglomeratus*.

أظهرت نتائج هذه الدراسة تبايناً واضحاً في الخصائص المظهرية. امتلك السعد أكبر سمك للأوراق بين الأنواع الثلاثة، وهذا يدل على حجم داخلي أكبر لتخزين الماء مقارنة بسطح خارجي أقل للبناء الضوئي. الشوكم والثمام ذوي سمك أقل من السعد مما يعني مساحة أكبر للبناء الضوئي مقارنة بحجم داخلي أقل لحفظ الماء، والأوراق ذات التفاف يزداد في أوقات الجفاف؛ مما يقلل من مساحة الأسطح المعرضة للنتح. فيما يخص سمك الطبقة الحدية في سوق الأنواع الثلاثة أظهر تبايناً بين الأنواع، حيث كانت الطبقة الحدية أسمك في سوق الشوكم، يليه السعد ثم الثمام. زيادة سمك الطبقة الحدية تقلل من النتح وفقد الماء. وتظهر الأنواع الثلاثة تكويناً واضحاً للأغلفة الرملية Rhizosheath على جذورها.

يُظهر التركيب التشريحي للأوراق في الأنواع الثلاثة أنماطاً متشابهة، حيث تتركب الأوراق من طبقة مفردة من الخلايا تؤلف كلاً من السطح العلوي والسفلي، تحصر فيما بينها النسيج الوسطي الذي يضم خلايا غمد الحزمة المحيطة بالحزم الوعائية. بعض خلايا السطح العلوي تتضخم مكونة خلايا حركية bulliform cells ذات جدر رقيقة عادة وقدرة عالية على الانكماش والتمدد، مما يسبب انطباق جانبي سطح الورقة العلوي عند الجفاف وتمدده عند الامتلاء. خلايا غمد الحزمة (التي تتألف من طبقتين من الخلايا التمثيلية chlorenchyma تحيط بكل حزمة وعائية) توجد في أوراق الأنواع الثلاثة. هذه الخلايا تؤلف نمط التركيب التشريحي المسمى بتشريح كرانز kranz anatomy، وهو دلالة على امتلاك هذه النباتات لمسار C4 في البناء الضوئي الذي يمثل تكيفاً للبناء الضوئي مع ظروف نقص الماء والحرارة. السوق والريزومات في كل من الشوكم *Odyssea mucronata* والثمام *Panicum turgidum* تظهر نمطاً متشابهاً يميز النمط المعروف في سوق الحشائش، الذي تكون فيه الحزم الوعائية مبعثرة ضمن النسيج الأساسي، وفي ذلك تعزيز لنقل الماء الممتص عبر الجذور بفعالية. وبخلاف النوعين (الشوكم والثمام) أظهر ساق السعد تركيباً مميزاً بوجود خلايا غمد الحزمة (تشريح كرانز kranz anatomy) وهي صفة تشريحية غير مألوفة للساق، ولعلها خاصية تعزز من فعالية البناء الضوئي لساق السعد.

وبذلك يتضح ان الخصائص التركيبية والتكيفية المتشابهة عند تشابه الظروف البيئية في نفس الموقع، والذي يعزز من امتصاص الماء ونقله للأجزاء الخضرية بفعالية. التركيب التشريحي للجذور كان متشابهاً إجمالاً في كل الأنواع الثلاثة، وهذا إشارة إلى الخصائص التركيبية والتكيفية المتشابهة عند تشابه الظروف

البيئية في نفس الموقع، وهذا النمط (بتوزيع حزمه الوعائية حول نخاع مركزي) يعزز من امتصاص الماء ونقله للأجزاء الخضرية بفعالية.

الخصائص المظهرية والتشريحية لهذه النباتات تساهم بشكل أساسي وجوهري في استعمارها لبيئات الكثبان الرملية في المنطقة، وتعزز من انتشارها وتكاثرها في تلك البيئات التي تقل فيها الأنواع الأخرى من النباتات. والتي تساهم في جهود المحافظة على هذه الأنواع وغيرها من مكونات الحياة النباتية الفطرية، والاستغلال الأمثل لمواردها.

الكلمات المفتاحية: حشائش، الكثبان الرملية، الثمام *Panicum turgidum*، والشوكم *Odyssea mucronata*، والسعد *Cyperus conglomeratus*.

١,١ مقدمة

الأنماط الجيومورفولوجية لشبة الجزيرة العربية، وأنواع تربها. تختلف طبيعة هذه التربة باختلاف نوع الصخور، ويعتمد نوع الصخور على مجموعة متنوعة من العوامل الجيولوجية التي تشمل بيئة الترسيب، آثار التغيرات المناخية عبر الزمن والعمليات الجيولوجية الأخرى. نظراً لأن التضاريس الأساسية لها تأثير كبير على تكوين التربة وبالتالي تكوين مجتمع النبات؛ فإن فهم التاريخ والتوزيع الجغرافي للأنواع الصخرية والجيومورفولوجية يؤدي إلى فهم أفضل لتوزيع النباتات.

توجد الكثبان الرملية إما ضمن النطاق الساحلي أو الداخلي (القاري)، ويتم التحكم في الكثبان الرملية الداخلية والساحلية في البيئات الصحراوية من خلال العمليات الكيميائية والفيزيائية مثل: حركة الرياح، والعمليات النهرية والبحرية، والعوامل الجوية، وهطول المطر، ودرجة حرارة الهواء. وتستخدم الاختلافات في حجم الحبيبات في الكثبان الرملية الصحراوية والساحلية بشكل شائع لفهم آليات النقل والترسيب.

يختلف المناخ في المملكة العربية السعودية اختلافاً كبيراً بين السواحل والمناطق الداخلية (القارية). تتميز السواحل بالرطوبة العالية إلى جانب درجات الحرارة الأكثر اعتدالاً، في حين تتميز المناطق الداخلية بالجفاف ودرجات الحرارة القصوى (Osman, et al., 2014)، ومعظم هذه المناطق هي صحراء قاحلة باستثناء المرتفعات الجنوبية الغربية ذات الامطار الغزيرة والمناخ المعتدل الذي يدعم الحياة النباتية.

إن معظم هذه التغيرات تنشأ بالعمليات الطبيعية في حين ان التغيرات الأخرى هي نتاج الأنشطة البشرية. بالنظر إلى بيئات الكثبان الرملية في

بشكل عام، تعرف الصحاري بالمناطق القاحلة التي تتميز بنقص المياه والجفاف، وقلة النباتات. إن معظم دول الشرق الأوسط تقع داخل النطاق الصحراوي شبة القاحل والجاف (اليونسكو، ١٩٧٩). وتتميز هذه المناطق بمؤشر الجفاف (الذي يمثل النسبة بين هطول الامطار السنوي ومتوسط التبخر السنوي) الذي يتراوح بين $0.03 \leq$ و $0.20 \geq$ (Yossef & Mearz 2013). توجد الصحاري عبر كوكبنا على طول هامشين متوازيين لخط الاستواء عند خط عرض ٣٥-٢٥ درجة في نصف الكرة الشمالي والجنوبي. ومن الناحية الطبيعية، يمكن تعريف الصحاري على أنها مناطق ذات نباتات متفرقة، هذه النباتات لها خصائص معينة تمكنها من المعيشة في البيئات القاسية ومقاومة ظروفها أو تحملها. تغطي الصحاري حوالي ٣٥% من مساحة سطح الأرض في العالم. ويقيم حوالي ٢٠% من سكان العالم في هذا النطاق الجغرافي. ان موقع هذه المنطقة القاحلة هو في المقام الأول نتيجة للضغط العالي شبة الدائم المهيمن على هذه المنطقة إضافة إلى جوانب أخرى مثل: تأثيرات ظل المطر، والبعد عن مصادر الرطوبة، وطبيعة واتجاه الرياح (Tchakerian, 2015). ومن الصحاري الكبرى القاحلة التي تضم نطاقات كبيرة من الكثبان الرملية الصحراء الكبرى في إفريقيا، وصحراء الربع الخالي في المملكة العربية السعودية، والأخيرة تمثل أكبر تجمع متصل للكثبان الرملية على الأرض، وهي معلم بارز ضمن تضاريس شبه الجزيرة العربية. لم تكن شبه الجزيرة العربية قاحلة دائماً، فقد لعبت المناخات الماضية دوراً أساسياً في تشكيل المشهد الذي نراه اليوم. ساعدت عمليات التجوية والتعرية في تشكيل

١. ٢. الهدف من البحث:

تهدف هذه الرسالة الى دراسة بعض الجوانب المورفولوجية - التشريحية التكيفية التي تتأقلم بها الأنواع الثلاث السائدة في بيئة الكثبان الرملية الساحلية في منطقة جازان مع ظروف بيئتها الجافة (الثمام *Panicum turgidum*، الشوكم *Cyperus Odyssea mucronata*، والسعد *Cyperus conglomeratus*)، ويتضمن الأهداف الفرعية:

- الخصائص الطبيعية لبيئة الكثبان الرملية ضمن نطاق الدراسة.
- الأنواع المرافقة للأنواع المزمع دراستها في بيئتها.
- تحليل ودراسة الشكل المورفولوجي للمجموع الخضري من حيث الخصائص الشكلية ونسبة مساحة السطح إلى الحجم، وعلاقة ذلك بالإجهاد الحراري والجفاف.
- دراسة نمط وعمق تفرع الجذور في التربة، وخصائصها المورفولوجية والتشريحية.
- دراسة التركيب التشريحي للمجموع الخضري، وعلاقته بكفاءة البناء الضوئي، ومقاومة الإجهاد المائي.

٢. مواد وطرق العمل:

٢. ١. الموقع والجيومورفولوجيا

تقع منطقة جازان في الركن الجنوبي الغربي من المملكة العربية السعودية بين خطي عرض (١٦٥ ٢٢ - ١٧٥ ٤٦) شمالاً، وخطي طول (٤١٥ ٣٣ - ٤٣ ٠٩٥) شرقاً. بما في ذلك أرخبيل فرسان. تشمل السمات الجيومورفولوجية العديدة للمنطقة الجزر والحزام الساحلي لجنوب شرق البحر الأحمر، سهل ساحلي واسع نسبياً، موطن صخري انتقالي وسلسلة جبال يصل ارتفاعها إلى ٢٦٢١ متراً فوق سطح البحر. (Al-Turki, et al., 2019). وضمن الحزام الساحلي يمكن تمييز ثلاثة أنماط من البيئات (إضافة إلى خط الشاطئ نفسه وما يؤويه من بيئات المانجروف في المناطق المحمية من الأثر المباشر للمد):

١. سهل ساحلي واسع بمعدل ٤٠ كلم في العرض يتكون في معظمه من الإرسابات الرملية الطميية.

المملكة والتي تشغل مساحات شاسعة ضمن ظروف بيئية شديدة الوطأة من إجهاد الجفاف والحرارة، ومثل هذه البيئات الجافة تمثل الحد الأقصى للظروف البيئية وضغوطها على الكائن الحي، ومع ذلك تضم هذه البيئات بعض الأنواع التي تكيفت على المعيشة والبقاء، ضمن آليات تكيف عُرف بعضها ولا يزال الكثير بانتظار الدراسة والبحث.

يتحمل النبات البيئات القاحلة-كبيئة الكثبان الرملية- بالعديد من التكيفات التي حباه الله عز وجل بها، مع أن العديد من الظروف (كالرياح العاتية) تتحدى استمرار النبات في هذه البيئات (Bradley, et al., 2019). ونباتات الكثبان الرملية تأقلمت للمعيشة في بيئتها عن طريق قدراتها الكبيرة على النمو ضمن رواسب الرمال بالإضافة الى الموارد الضئيلة للموائل الرملية. إضافة إلى قدرتها العالية على الإنبات ضمن فترات قصيرة من توفر الماء؛ مما يمثل جزء هام في تكيفها مع بيئتها (Danin, 2012).

في منطقة جازان يتواجد نطاق الكثبان

الرملية بشكل شريط متقطع على امتداد مواز للشريط الساحلي. وضمن هذا النطاق من بيئة الكثبان الرملية تعيش بعض الأنواع المميزة لهذه البيئة، أهمها:

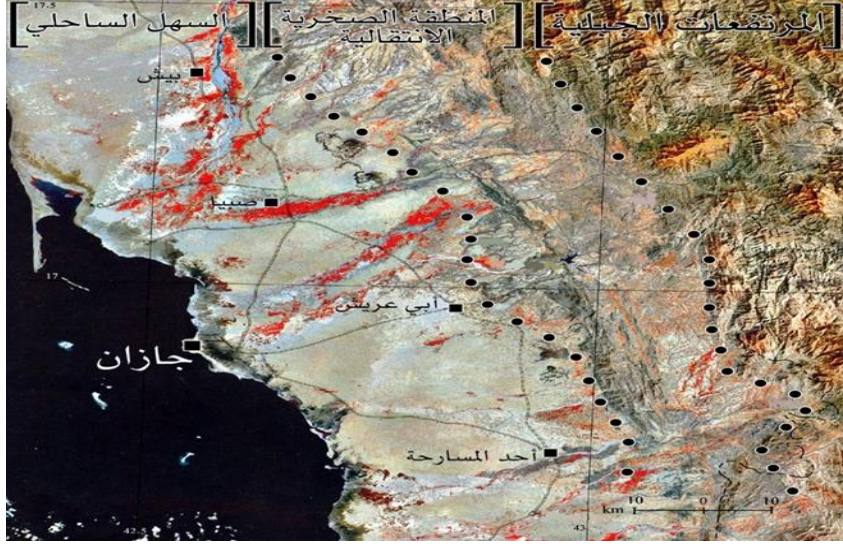
الشوكم (*Odyssea*)

mucronata) والثمام (*Panicum turgidum*) الـ لذان يتبعان الفصيلة النجيلية *Poaceae*، والسعد (*Cyperus conglomeratus*) الذي يتبع الفصيلة السعدية. *Cyperaceae* (مسرحي ٢٠١٢). وفي هذا النطاق تلعب عمليات تآكل الرياح دوراً هاماً في بيئة الكثبان الرملية، فضلاً عن الاستغلال غير المنظم للموارد الطبيعية من قبل الإنسان الذي يعتبر من الأسباب الرئيسية لتدهور العديد من أنواع النظم البيئية.

ونظراً لقلة الدراسات التي تناولت تكيفات وتأقلم بيئة الكثبان الرملية من النواحي المورفولوجية والتشريحية الدقيقة (*Morphology and Anatomy*) على المستوى العالمي عامة، وفي بيئات المملكة العربية السعودية خاصة، كانت فكرة وهدف هذه الدراسة.

الكثبان الرملية الساحلية (مسرحي، ٢٠١٢)، ويوضح الشكل (٢-١) مظاهر السطح الجيومورفولوجية الثلاث للمناطق.

٢. وقبالة الساحل يمتد شريط من السباخ يتألف من ترسبات الطمي والطين مع محتوى عال من الأملاح الناتجة عن ارتفاع منسوب الماء الأرضي water table ومعدل التبخر العالي. ٣. وبمحاذاة الجزء الشرقي من السباخ توجد في بعض المواضع مساحات منقطعة من



شكل (٢-١): جزء من منطقة جازان يوضح مظاهر السطح الجيومورفولوجية الثلاث للمناطق (تفصل بينها النقاط السوداء) (صورة الأقمار الصناعية Nasa Landsat- بتكريم من هيئة المساحة الجيولوجية)

تقع منطقة الدراسة على امتداد طريق جازان المدينة الصناعية وتم اختيار الموقع بالإحداثيات التالية: (E- 17°03'47.0 "N) وضمن هذا النطاق من الكثبان الرملية تنمو بعض النباتات الجفافية في تربة قليلة الاحتفاظ بالماء.

٢. الغطاء النباتي السائد لموقع الدراسة: منطقة الدراسة تمثل جزءاً من الكثبان الرملية الساحلية، وتنتمي من الناحية الجغرافية النباتية إلى الأراضي السودانية التي تضم نباتات جفافية (xerophytes)، وهي أكثر أشكال الحياة شيوعاً في هذه المنطقة (el-demerdash, et al., 1994).



(شكل ٢ - ٢): يوضح منطقة الدراسة (علامة النجمة) في نطاق الكثبان الرملية الساحلية.

٢

قياس أبعاد الأوراق والسوق:

تم قياس كل من سمك وعرض الأوراق، وسمك السوق الحاملة للأوراق، بواسطة المسامك caliper (بالملم mm). تم تقدير نسبة مساحة السطح إلى الحجم من الأوراق والسوق بالعلاقات التالية (Mauseth, 2000):

- نسبة مساحة السطح إلى الحجم (S/V ratio) في الأوراق

S/V ratio of cladodes and flat leaves is = 2/T

حيث T سمك الورقة (ملم mm).

- نسبة مساحة السطح إلى الحجم في السوق (اسطوانية الشكل)

S/V ratio of cylindrical stems is

= 2/r

٣

حيث r نصف قطر الساق (ملم)

(mm).

تم تقدير الطبقة الحدية Boundary layer للأوراق العادية (الخصوية) بالمعادلة التالية (Nobel, 2005; Yates et al., 2010):

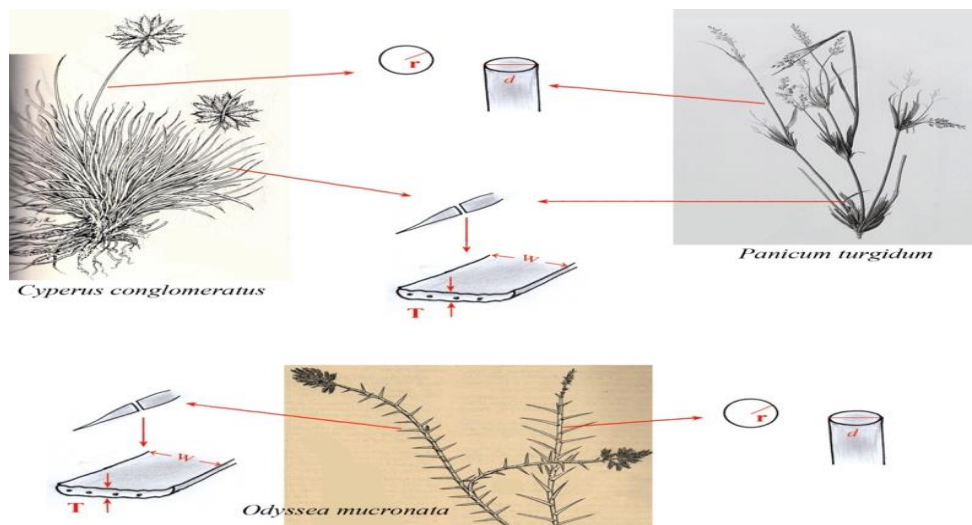
$$\delta^{bl}_{(mm)} = 4\sqrt{w/v}$$

حيث w عرض الورقة (بالمتر m)، v سرعة الرياح السائدة (م/ث).

في حين تم تقدير الطبقة الحدية للسوق الاسطوانية بالمعادلة التالية (Nobel, 2005):

$$\delta^{bl}_{(mm)} = 5.8\sqrt{d/v}$$

حيث d سمك الساق الاسطوانية (بالمتر m)، v سرعة الرياح السائدة (م/ث)، وقد تم اعتبار سرعة الرياح السائدة ضمن البيئة الموضعية للمواقع المكشوفة للنباتات في البيئات الجافة في الأحوال العادية = ١ م/ث (Masrahi, 2020a). (شكل ٢-٣)



(شكل ٢ . ٣) قياس بعض الأبعاد في الأجزاء الخضرية للنباتات المدروسة

إضافة لعينات طازجة، وتم الصبغ باستخدام صبغة الأحمر المتعادل (Foster, 1965).

٢ . ٦ تحليل البيانات:

تمت معالجة البيانات باستخدام برنامج (Excel) حيث تم حساب المتوسط الحسابي والانحراف المعياري لكل قيمة مع استخدام اختبار (T-test) للكشف عن وجود أي فروقات معنوية.

٣ . النتائج:

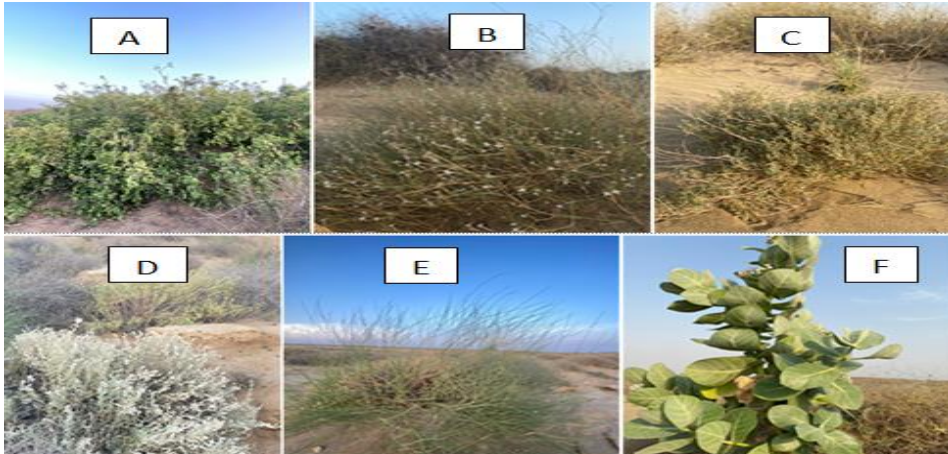
الغطاء النباتي في منطقة الدراسة تسود فيه مجتمعات الثمام *Panicum turgidum* ، ويرافقه الشوكم *Odyssea mucronata* والاراك *Cyperus conglomeratus* و *Salvadora persica L.* والسعد *Calotropis procera* على هيئة شجيرات متفرقة، وإزوا *Aerva javanica* وعلفًا *Dipterygium glaucum* وحصار *Indigofera oblongifolia*، وأم سويج - تاكوي *Kohautia caespitosa* شكل (٣ . ١).

٢ . ٤ دراسة سطح الورقة بالمجهر الإلكتروني الماسح SEM (المورفولوجيا الدقيقة لسطح الورقة micromorphology of leaf surfaces):

وضعت أجزاء من الورقة لكل من السطحين (العلوي والسفلي) بعد تجفيفها، في القاعدة الخاصة بفحص العينات، وتم التغليف بطبقة رقيقة من الذهب، وفحصت بالمجهر الإلكتروني الماسح ضمن الحجرة عالية التفريغ (JSM-6380 LA-JEOL, Japan). استخدم المجهر الإلكتروني الماسح لدراسة سطحي الورقة في نوع واحد فقط، وهو الشوكم؛ وذلك لأنه النوع الوحيد الذي أظهر خصائصاً بارزة في سطحي الورقة ضمن ثلاثة الأنواع.

٢ . ٥ قطاعات المجهر الضوئي:

عُمِلت قطاعات يدوية لكل أجزاء النباتات المدروسة (أوراق - سوق - ريزومات - جذور) وذلك من عينات حُفظت في ٧٠% كحول إيثيلي،



شكل (٣ . ١) الغطاء النباتي في منطقة الدراسة تسود فيها النباتات التالية A- الاراك B- ام تويح تاكوي C- حصار D- إروا E- علقا F- عشر-عُشار

١.٣ الوصف المظهري للنباتات المدروسة:

١.١.٣ الثمام

جنس الثمام هو أحد الأجناس الكبيرة في العائلة النجيلية. وهي نباتات معمرة تمتاز بالسيقان الصلبة المتخشبة عادة في القاعدة، تصل في ارتفاعها من ١-١,٥م. نصل الورقة شريطي، والنورة سنبلية عنقودية مركبة، والسنبيلات فيها تأخذ الشكل البيضي. تنتشر أنواع هذا الجنس في الصحاري الرملية، في شمال الصومال، وفي الجزيرة العربية، ويضم الجنس حوالي ٤٧٠ نوعاً، تنتشر في المناطق الاستوائية والمعتدلة، والجافة (Hedberg & Edwards, 1995). يتمثل هذا الجنس في المملكة العربية السعودية بسبعة أنواع، منها ما هو علف جيد للحيوان (شودري و الجويد، ٢٠١٣). نبات الثمام *P. turgidum forssk* نبات قوي مُعمر شديد النفرع، النورة من النوع العنقودي، وفي الاحيان سنبلية، غالباً ما تمتد بشكل طرفي على الأفرع، القنابات السفلية عادة ما تكون أقصر من السنبيلة ولكنها تختلف في شكلها من مجرد حرشفة صغيرة الى قنابة جيدة التكوين وتتساوى في الطول مع السنبيلة، القنابة العليا تكون في نفس طول السنبيلة. السنبيلات توجد بشكل ظهري وأحياناً جانبية مضغوطة، قمة السنبيلات مستدقة الى دائرية، نصل الاوراق يتميز بالشكل الشريطي الملتف، (Hedberg & Edwards, 1995). ذو مجموع خضري كثيف يحمل سيقان وأفرع متشابكة

وكثيرة. المجموع الجذري بقواعد متخشبة، وجذور ليفية كثيفة تنشأ عرضياً من الريزومات الأرضية (شودري و الجويد، ٢٠١٣).

٢.١.٣ الشوكم

جنس *Odyssea stapf* يضم نوعين من الحشائش المعمرة ينتمي الى عائلة الحشائش (Poaceae)، ذوي أوراق شوكية، وينتشر في شرق وجنوب افريقيا وجنوب غرب شبة الجزيرة العربية. ويتميز الجنس بوجود ريزومة تحت ارضية، تمثل وسيلة لتمدد النبات والتكاثر الخضري مشكلة مستعمرات كثيفة. الاوراق لها شكل مثلث مدببة الطرف، متراكبة على بعضها بما يشبه الساق. تتميز الافرع الخضرية بانها مغطاة حتى قمته بالأوراق القصيرة الحادة، ويتميز غمد الورقة بشكله المترالكب. النورات في صورة رؤوس كثيفة وتأخذ شكل النورة العنقودية، وتتكون من العديد من السنبيلات القصيرة. الشوكم نباتات مُعمرة تتميز بسوق متفرعة قاسية. نصل الورقة قاس وشوكي (ذو قمة مدببة)، النورة بيضية إلى كروية، وتصل في طولها من ١,٥ الى ٤ سم وتتألف من عدد كبير من النورات العنقودية المتزاحمة، والسنبيلة تتكون من ٥ الى ٩ ازهار. ينتشر النبات على امتداد الكثبان الرملية الساحلية للبحر الأحمر في إرتيريا والصومال والساحل الجنوبي الغربي للبحر الأحمر من شبة الجزيرة العربية، Masrahi, (et al., 2012).

٣ . ١ . ٣ السعد

السعد *Cyperus L*. هو أحد أبرز وأكبر أجناس الفصيلة السعدية Cyperaceae، يضم أعشاباً شبيهة بالحشائش تكون غالباً بسيقان ذات مقطع مثلث واوراق شريطية مع قواعد غمدية أو أوراق غير ظاهرة، تتميز بوجود سيقان تحت ارضية، الريزومات تنتج درنات، سيقان هذه النباتات قائمة، النورات طرفية عادة ما تأخذ شكل النورات شبه الخيمية، تتكون من عدد كبير من السنبيلات مرتبة في سنابل كثيفة أو في مجموعات. وعادة ما تكون متميزة بوجود القنابات والتي تشبه الاوراق عادة ما تأخذ اللون البني المحمر. السنبيلة عادة ما تكون مضغوطة طرفية بيضية، قد تصل في عددها الى ٥٠ زهرة. يضم جنس السعد نحو ٦٥٠ نوعاً، تنتشر حول العالم (Edwards, et al., 1997). نبات السعد *Cyperus conglomeratus* من النباتات المعمرة، الشبيهة بالحشائش، الثمرة بنيدة تأخذ الشكل البيضي المقلوب. النورات في صورة رؤوس طرفية تتكون من مجموعة من السنبيلات تصل عددها من ٣ الى ٥٠ سنبيلة، والأوراق شريطية، ٥ - ٢٥ سم وبعرض نحو ٢ ملم، عديدة وتنشأ من قاعدة النبات. قد تصل سوقه لارتفاع ١م (عادة ٣٠ - ٥٠ سم)، وبسمك من ٠,١ الى ٠,٤ سم. يتميز السعد بالريزومات الخشبية القصيرة والجذور متفرعة يصل سمكها الى ٠,٥ ملم وعادة ما تتغلف بغلاف سميك رمادي اللون يوجد السعد في التربة الرملية ونادراً ما يوجد في التربة الطينية او الطميية. (Edwards, et al., 1997).

٣ . ٢ سمك ومساحة سطح الأوراق

والسوق:

يتضح من (جدول ٣.١) ، تباين سمك الأوراق حيث كان اكبرها السعد ثم الشوكم، يليهما الثمام، مع وجود فروق معنوية بين الأنواع ($p<0.05$). وبالنسبة لسمك الساق، كان ساق الشوكم أكثرها سمكاً، يليه السعد ثم الثمام ($p<0.05$).

يوضح (جدول ٣.١) ، تباين نسبة مساحة السطح للحجم لأوراق الأنواع الثلاثة؛ حيث كان الثمام يملك أكبرها مساحة نسبة للحجم، يليه الشوكم ثم السعد، مع وجود فروق معنوية بين الأنواع ($p<0.05$).

مع ملاحظة وجود تباين نسبة مساحة السطح للحجم لسوق الأنواع الثلاثة؛ حيث كان الثمام يملك أكبرها مساحة نسبة للحجم، يليه السعد ثم الشوكم، مع وجود فروق معنوية بين الأنواع ($p<0.05$) (جدول ٣.١).

نتائج هذه الدراسة توضح تباين سمك الطبقة الحدية للأوراق بين الأنواع، حيث كانت الطبقة الحدية أكثر سماكة في الثمام، تليها أوراق الشوكم ثم السعد، مع وجود فرق معنوي بين القيم ($p<0.05$). كذلك اشارات النتائج الى وجود تباين سمك الطبقة الحدية للسوق الاسطوانية بين الأنواع، حيث كانت الطبقة الحدية أكثر سماكة في سوق الشوكم، تليها سوق السعد ثم سوق الثمام، مع وجود فرق معنوي بين القيم ($p<0.05$) (جدول ٣.١).

٣ . ٣ الأكمات الرملية Phytogetic

:hillocks

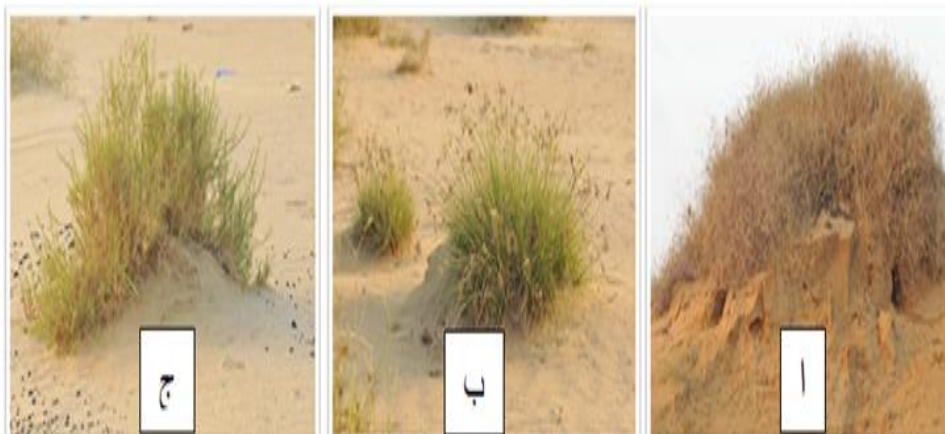
أظهر كل من الثمام ، والشوكم قدرة عالية على تكوين أكمات رملية كبيرة، في حين أظهر السعد قدرة محدودة على تكوين أكمات رملية، وكانت صغيرة في أحجامها (شكل ٣-٣) .

٣ . ٤ الأغلفة الرملية Rhizosheath:

أظهرت جذور الأنواع الثلاثة تكويناً واضحاً للأغلفة الرملية Rhizosheath (شكل ٣-٣) .

(جدول ١.٣) قياس كل من سمك وعرض الأوراق، وسمك السوق الحاملة للأوراق و تقدير نسبة مساحة السطح الى الحجم (مم)

| الثمار | السعد | الشوكم | الجزء النباتي | السمات المظهرية |
|-------------|-------------|-------------|---------------|-------------------|
| 0.22 ± 0.01 | 0.42 ± 0.06 | 0.27 ± 0.02 | الورقة | السمك |
| 1.42 ± 0.21 | 1.68 ± 0.32 | 2.92 ± 0.55 | الساق | |
| 3.6 ± 0.38 | 1.73 ± 0.15 | 2.36 ± 0.39 | الورقة | عرض الورقة |
| 9.23 ± 0.55 | 7.44 ± 0.61 | 4.76 ± 0.76 | الورقة | مساحة السطح للحجم |
| 2.81 ± 0.10 | 1.36 ± 0.27 | 2.38 ± 2.40 | الساق | |
| 0.24 | 0.16 | 0.19 | الورقة | سمك الطبقة |
| 0.22 | 0.23 | 0.31 | الساق | الحدية |



(شكل ٣-٣) الأكمات الرملية ا-الثمار ب- السعد ج- الشوكم



(شكل ٣-٤) الاغلفة الرملية ا-السعد ب- الشوكم ج- الثمام

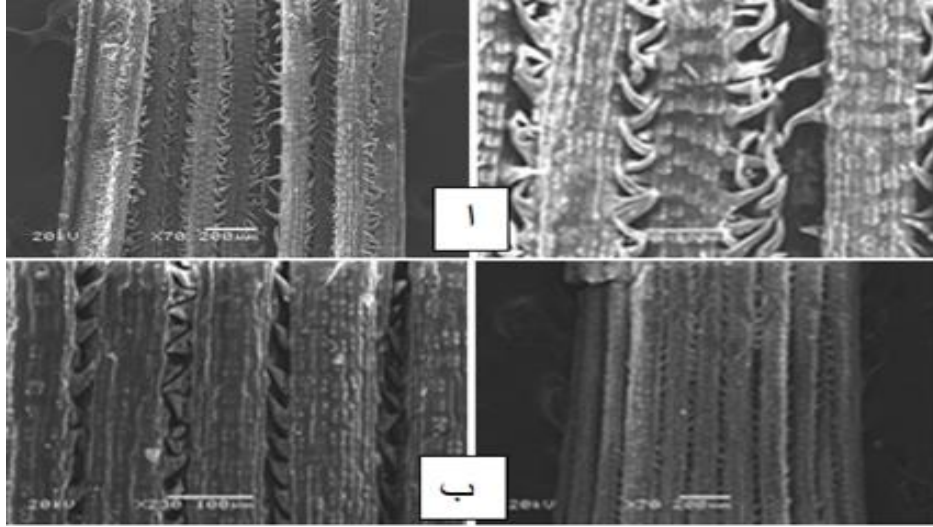
٣ . ٥ المورفولوجيا الدقيقة

micromorphology لسطي الورقة في

الشوكم *Odyssea mucronata*::

يُظهر سطح الورقة العلوي نمطاً متميزاً من الأضلاع البارزة ridges تحصر فيما بينها أخاديداً غائرة grooves. تترتب على امتداد جوانب الأضلاع شعيرات شوكية prickle hairs، في حين تكون الأجزاء العلوية البارزة من الأضلاع

خالية من هذه الشعيرات، وتنتشر بها العديد من الأجسام السيليكاكية silica bodies. بينما سطح الورقة السفلي يُظهر نمطاً مشابهاً، مع بعض الاختلافات. يتألف السطح السفلي من اضلاع ridges وأخاديد grooves، لكنها أقل بروزاً وغوراً من مثيلتها في السطح العلوي. ونلاحظ الشعيرات الشوكية هنا أصغر في أطوالها، في حين أن نمط أشكال وتوزيع الأجسام السيليكاكية متشابه (شكل ٣-٥).



(شكل ٣-٥) صورة بالمجهر الإلكتروني الماسح (SEM) لسطح ورقة نبات الشوكم أ- البشرة العليا ب- البشرة السفلى (مكبرة ٧٠-٢٣٠ مرة)

٣ . ٦ الخصائص التشريحية للأنواع

المدروسة (قطاعات المجهر الضوئي)

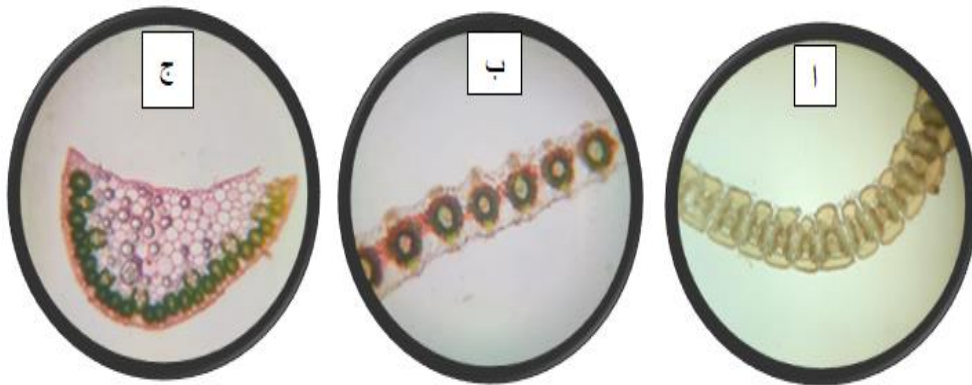
وجدت الدراسة في القطاعات التشريحية المأخوذة بالمجهر الضوئي لأوراق الشوكم شكل (٣-٦ أ)، البشرة العلوية أو السفلية تتألف من طبقة واحدة من الخلايا، تليها مجموعة من حزم ليفية كثيفة إلى الداخل ضمن كلا السطحين. هذه الحزم من الألياف توجد أعلى وأسفل تشريح كرانز الذي يمثل غلاف من الخلايا الكلورنشيمية تحيط بالحزم الوعائية (خلايا غمد الحزمة). خلايا غمد الحزمة هنا تتألف من طبقتين من الخلايا الكلورنشيمية، وهي تمثل النسيج الأساسي للبناء الضوئي في أوراق النبات. النطاقات بين مجموعات أعماد الحزم الوعائية تمثل الأخاديد grooves ضمن المنظر السطحي، بينما أعلي

أعماد الحزم الوعائية تمثل نتوءات الاضلاع ridges كما مر في المنظر السطحي. ونفس الشيء بالنسبة للسطح السفلي للأوراق. نلاحظ في أوراق الثمام في المقطع العرضي لا تُظهر النمط التركيبي للأخاديد grooves والأضلاع، باستثناء بروزات صغيرة فوق الحزم الوعائية ضمن كلا السطحين العلوي والسفلي (٣-٦ ب)، ويُلاحظ هنا أن أوراق الثمام ذات تدعيم أقل بشكل ملحوظ مما لدى أوراق الشوكم، حيث تقل الألياف بشكل كبير ضمن التركيب التشريحي للأوراق. بينما في أوراق السعد وضح المقطع العرضي ان الخلايا ذات شكل هلالى أو شبه مثلث، تكون فيها حواف السطح العلوي وكأنها ملتفة قليلاً إلى الداخل، في حين أن الجزء السفلي ذو انحناء كبير ويمثل معظم الجزء المعرض للضوء (٣-٦ ج).

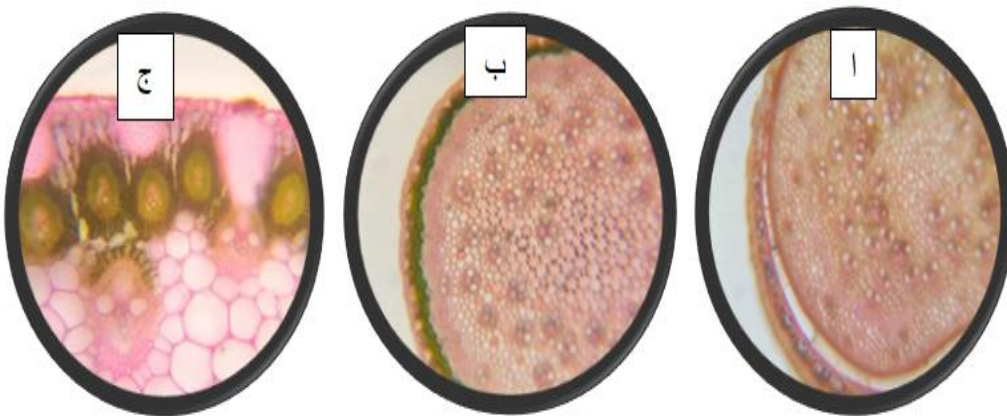
البشرة هنا تتألف من طبقة واحدة من خلايا صغيرة سميكة الجدر، تليها مجموعة من حزم الألياف توجد بشكل متقطع (وليس متصلاً)، ثم طبقة متصلة تقريباً من الحزم الوعائية التي تحيط بها الخلايا التمثيلية لغمد الحزمة (تشرح كرانز kranz anatomy)، في حين أن بقية التركيب الداخلي للساق (الجزء الأكبر) هو خلايا برانشيمية تنتشر بها حزم وعائية قليلة. وجود خلايا غمد الحزمة المميزة لتشرح كرانز في الساق صفة تشريحية فريدة في ساق السعد (٣-٧ ج).

تُظهر الجذور لنبات الشوكم والثمام التركيب التشريحي النمطي لجذور الحشائش، حيث توجد طبقة واحدة من البشرة (تبرز من بعض خلاياها الشعيرات الجذرية)، ثم طبقات القشرة (خلايا برانشيمية رقيقة الجدر)، وحول العمود الوعائي في المنتصف توجد طبقة البشرة الداخلية. إلى الداخل من البشرة الداخلية توجد أوعية الخشب التي تُحاط بخلايا متصلة من الألياف، وفي مركز القطاع للجذر يوجد النخاع متمثلاً بجزء صغير من الخلايا البرانشيمية شكل (٣-٨ أ، ب). بينما تُظهر الجذور في السعد نفس نمط التركيب التشريحي لجذور الحشائش باستثناء وجود طبقتين من الألياف إلى الخارج من طبقة البشرة الداخلية، حيث تكون هذه الخلايا مشتقة من الخلايا الانشائية للبشرة الداخلية تغلظت جدرها وأصبحت خلايا اسكلرنشيمية (طبقة DME) Derivatives of the meristematic endodermis (٣-٨ ج).

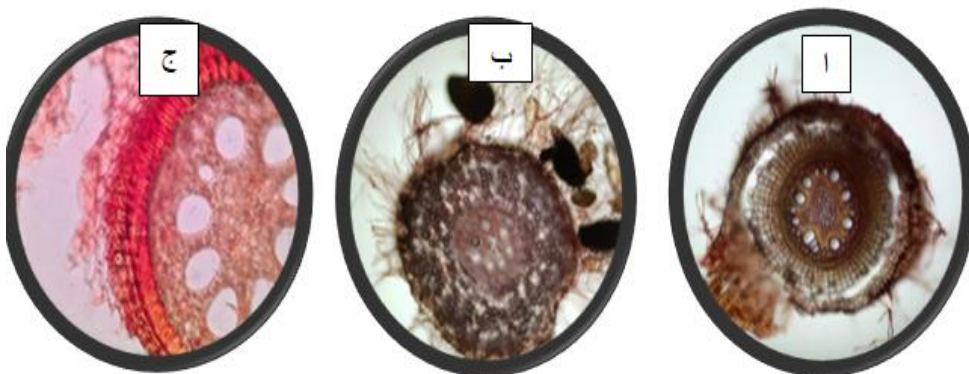
نلاحظ في القطاعات التشريحية المأخوذة بالمجهر الضوئي لساق الشوكم والتي أظهرت فيه الصور ان الغمد يتألف من طبقة بشرة سميكة ملجننة، تحتها ٢-٣ طبقات من الألياف، ثم عدة طبقات من خلايا برانشيمية كبيرة، تليها طبقة البشرة السفلى للغمد (٣-٧ أ). ويُظهر الساق في الثمام نفس النمط الشائع لتشرح سوق الحشائش، حيث يتألف داخلياً من الخلايا البرانشيمية التي تكوّن النسيج الأساسي ground tissue، وتوجد الحزم الوعائية مبعثرة في النسيج الأساسي، وتحيط بكل حزمة خلايا ليفية. إضافة إلى ذلك يظهر في الساق تركيب مميز يتمثل في وجود طبقات من النسيج التمثيلي (Chlorenchyma) تحت البشرة مباشرة (٢-٣ طبقات، الأولى منها عمادية) خلايا البشرة طولية في مظهرها وذات جدر سميكة، توجد تحتها بنظام متقطع (وليس حلقة متصلة) حزم من الألياف (فوق الطبقة التمثيلية المتصلة)، وإلى الداخل من الطبقة التمثيلية توجد طبقة من الألياف بنمط متصل غير متقطع. ويمكن إيجاز التركيب التشريحي المتميز لساق الثمام في وجود طبقات من النسيج التمثيلي تحت البشرة، يُحيط بها نسيج اسكلرنشيمي داعم من الألياف (من الخارج بنظام متقطع ومن الداخل بشكل متصل)، في حين يشكل النسيج الأساسي من الخلايا البرانشيمية والحزم الوعائية المبعثرة فيه معظم الجزء الداخلي للساق (٣-٧ ب). يُظهر التركيب التشريحي للساق في السعد نمطاً مميزاً يختلف عما سبق من نوعي الفصيلة النجيلية.



شكل (٦-٣) ا- ق. ع ورقة الشوكم ب- الثمام ج- السعد عند تكبير ١٠٠ x



شكل (٧-٣) ا- ق. ع ساق الشوكم ب- الثمام ج- السعد



شكل (٨-٣) ا- ق. ع جذر الشوكم ب- الثمام ج- السعد

٤. المناقشة:

الأوراق تعكس قيم سمك الأوراق والحيز الداخلي المخصص للتخزين، والخارجي المخصص للبناء الضوئي (Masrahi,2020a). كان الثمام أكبر الأنواع الثلاثة في نسبة مساحة السطح للحجم S/V في كل من الأوراق والسوق، وهذا دلالة على ما سبق من أن الثمام يبني مساحات أسطح أكبر للبناء الضوئي (تقابلها امتدادات أكبر للجذور كما لوحظ في بيئة انتشاره في موقع الدراسة). وعلى الرغم من أن مساحة السطح الأكبر لأسطح البناء الضوئي تعني أيضاً مساحة أكبر لفقد الماء عن طريق النتح، إلا أن تكيفات حفظ الماء تعوّض ذلك (Sheikh, et al., 2020)، وفي نفس الوقت فإن زيادة مساحات الأسطح المخصصة للبناء الضوئي مع الامتدادات الجذرية الكبيرة لمسافات معتبرة تعزز من المدد المائي للأجزاء الخضرية عند توفره ولو بأقل مقدار؛ وهذا قد يفسّر كثافة وتشابك فروع السوق في الثمام ونشاطها الواضح في تكوين الأكمات الرملية.

تكوين الأكمات الرملية لوحظ بشكل محدود (ضمن أحجام صغيرة للأكمة) في نبات السعد (مشاهدات حقلية)، بينما كان كل من الثمام، والشوكم يكونان أكمات رملية كبيرة قد تصل لنحو المتر أو أكبر قليلاً في الارتفاع كما شوهد في موقع الدراسة. الأكمات الرملية تعتبر من الخصائص المميزة لنباتات الكتبان الرملية، وعلى الرغم من أنها تمثل إجهاداً بغمرها للأجزاء الخضرية، إلا أنها من جهة أخرى توفر موائلاً موضعية لتراكم دقائق التربة والركام من مختلف الأحجام، وقد يزيد ذلك من قدرة حفظ الماء مقارنة بالأنواع التي لا تراكم الرمال. هذا النشاط لتكوين الأكمات الرملية في الثمام يلاحظ أيضاً في الشوكم، وفي كلا النوعين يكون نشاط تكوين الأكمات مستمراً طوال العام تقريباً؛ وبالتالي فإنه دلالة على النمو السريع النشط كمقاومة لغمر الرمال للمجموع الخضري (Danin,1996). غمر الأجزاء الخضرية بالرمال يقلل من معدل البناء الضوئي نتيجة لتغطية الأجزاء الخضراء من السوق والأوراق. ومن جهة أخرى وجد في بعض نباتات الكتبان الرملية انتقال للمغذيات الذائبة (الكربوهيدرات، N، P، K) من الجذور والسوق المغمورة بالرمال إلى الأجزاء الخضرية المكشوفة أو البارزة فوق مستوى الرمال (Maun,2009)،

يؤدي التباين الناجم عن البيئة في السمات المورفولوجية والفيسيولوجية الى تحسين اكتساب الموارد. وتشير البيانات المختبرية والميدانية المحدودة المنشورة إلى ان الشجيرات الصحراوية قد طورت خصائص فيسيولوجية ومورفولوجية خاصة في عملية التكيف مع البيئة القاسية، وتبدي تحملاً أكبر بكثير لنقص المياه مقارنة بالنباتات الأخرى (Liu, et al., 2020). يتجلى هذا التكيف بشكل ملحوظ من خلال عدة خصائص تملكها النباتات الجفافية، وهذه الخصائص تتباين بتباين ظروف بيئتها. بينات الكتبان الرملية بينات ذات إجهادات تقلل من نمو النباتات بها، وتتمثل في إجهاد الحرارة والجفاف وشدة الضوء ونشاط الرياح والغمر بالرمل بشكل مستمر، وقلة الاحتفاظ بالماء الناتج من طبيعة التربة الرملية الخشنة غالباً والتي ينفذ فيها الماء إلى الأعماق سريعاً وبالتالي تقل الاستفادة من النباتات منه (Batanouny,2001; Maun,2009). من وسائل التكيف مع هذه الإجهادات لبيئة الكتبان الرملية ما يُلاحظ في الأجزاء الخضرية (المعرضة للإجهادات بشكل أكبر) من خصائص مظهرية، تتبدى بشكل أكبر في أشكال الأجزاء الهوائية للنبات من سوق وأوراق ونسب أبعادها عرضاً وسمكاً.

امتلاك السعد أكبر سمك للأوراق بين الأنواع الثلاثة، وكانت له قيمة متوسطة في سمك الساق، والاقل في عرض أوراقه؛ وهذا يدل على حجم داخلي أكبر لتخزين الماء مقارنة بسطح خارجي أقل للبناء الضوئي (Mauseth,2000; Masrahi,2020a). الشوكم والثمام ذوي سمك أقل من السعد مما يعني مساحة أكبر للبناء الضوئي مقارنة بحجم داخلي أقل لحفظ الماء. سمك السوق في الشوكم هو الأكبر؛ وهذا يدل على حجم داخلي أكبر لتخزين الماء والمغذيات، في حين يكون السطح الخارجي للسوق أقل في مساحة التعرض للإجهادات، وهذا دلالة على الاعتماد بشكل أكبر على الأوراق ذات مساحات الأسطح الأكبر المخصصة للبناء الضوئي. نسب مساحة السطح للحجم (S/V) surface to volume ratio في

تظهر الأنواع الثلاثة تكويناً واضحاً للأغلفة الرملية Rhizosheath على جذورها. الغلاف الرملية حول الجذر في الحشائش خاصة للعديد من الأنواع المستوطنة لبيئة الكتبان الرملية. يتكون الغلاف الرملي من تجمع حبيبات الرمال حول الجذر والتصاقها به عند نموه ونمو شعيراته الجذرية وتكوين إفرازاتها اللزجة. هذا الغلاف الرملي وجد أنه يؤدي العديد من الكائنات الدقيقة التي تسهم في تثبيت النيتروجين للنبات (Bergmann, et al., 2009; Danin,1996; Batanouny,2001)

الخصائص المورفولوجية الدقيقة micromorphology للأوراق تعكس العديد من الوظائف والتكيفات مع ظروف البيئة المحيطة (Masrahi,2020a,b). أظهرت نتائج الدراسة ان الخصائص المورفولوجية الدقيقة لأوراق الشوكم تبدي أنماطاً مميزة من الأضلاع ridges والأخاديد grooves، تكون أكثر وضوحاً في السطح العلوي للورقة منها في السطح السفلي (الأضلاع بارزة أكثر والأخاديد غائرة أكثر ضمن السطح العلوي مقارنة بالسفلي). تمثل هذه الأنماط تراكيب داعمة للورقة ككل، إضافة إلى أنها تقلل من فقد الماء عن طريق التقليل من موصلية leaf conductance لتبادل الغازات (Maricle, et al.,2009). تنتشر على السطحين كذلك شعيرات شوكية دقيقة prickly hairs، وهي من التراكيب التي وجد أنها تزيد من سمك الطبقة الحدية وبالتالي تقلل من فقد الماء. الأجسام السيليكاية تنتشر ضمن كلا السطحين في أوراق الشوكم. توزيعها بهذا الشكل ضمن السطحين قد يعني أن النبات يفضل ترسيبها كعوامل دعم لتكوين الأوراق؛ حيث أنه من المعروف أن ترسيب السيليكات (الموجودة بكثرة في تربة بيئة الكتبان الرملية)، على أساس الكلفة الأيضية، أقل ب ٢٠ مرة من الكلفة الأيضية التي ينفقها النبات لتكوين تراكيب ملجئة كعوامل تدعيم الموارد وتوفيرها لأنشطة أيضية أخرى للنبات.

يُظهر التركيب التشريحي للأوراق في الأنواع الثلاثة أنماطاً متشابهة، حيث تتركب

ومع فعالية الأجزاء الخضرية بأسطحها ذات المساحات الأكبر للبناء الضوئي؛ قد يفسر ذلك النشاط المستمر لتكوين الأكمات الرملية وبالتالي النمو في تلك البيئات ذات الظروف القاسية. وهكذا تستمر الأكمات الرملية حول النبات بالنمو (Batanouny,2001).

الطبقة الحدية boundary layer هي طبقة الهواء الساكنة تقريباً الملاصقة للسطح (Nobel,2005; Masrahi,2020a). سمك هذه الطبقة مؤشر لسمك طبقة الهواء الساكنة حول سطح الجزء المعرض للبيئة الخارجية (سطح البناء الضوئي). كلما كانت هذه الطبقة أسمك كلما قل تبخر الماء (وتبادل الغازات) (Nobel,2005). السعد كان أقلها في سمك الطبقة الحدية للأوراق، والثمام كان أكبرها. قلة سمك الطبقة الحدية للأوراق في السعد تعوضها نسبة مساحة السطح إلى الحجم الأقل (حيز أكبر للتخزين)؛ وهكذا يتم ضبط مقدار فقد الماء. زيادة سمك الطبقة الحدية في أوراق الثمام، يليه الشوكم يقلل من فقد الماء ضمن أسطحها الكبيرة نسبياً (مقارنة بالسعد). سمك الطبقة الحدية في سوق الأنواع الثلاثة أظهر تبايناً بين الأنواع، حيث كانت الطبقة الحدية أسمك في سوق الشوكم، يليه السعد ثم الثمام. سوق الشوكم متفرعة وكثيفة (مثل الثمام)، ولذا فهي معرضة بمساحات أسطح عديدة للإجهادات من ضوء وحرارة، وهذا السمك الأكبر للطبقة الحدية يقلل تبخر الماء من أسطحها. سوق السعد ذات حجم أكبر لتخزين الماء والمغذيات، ولذا فإن سماكة الطبقة الحدية بها يمثل تكيفاً يقلل من فقد الماء. الثمام أظهر أقل سمك للطبقة الحدية ضمن السوق (مما يعني تبادلاً غازياً أكبر، وتنتج أكثر من ضمن السوق الخضراء)؛ وهذا يفسر معدل النمو النشط به وتكوين الأكمات الرملية وتمدد النبات وتكاثره الخضري. قلة سمك الطبقة الحدية تقلل من القدرة على تخزين الحرارة، ويمكنها المحافظة على درجة حرارة مثلى لعملية التمثيل الضوئي. من جهة أخرى فإن قلة سمك الطبقة الحدية التي تزيد من معدل النتج يعوضها الامتداد الجذري الكبير الذي يدل على امتصاص فعال للماء من عدة مستويات في التربة (Batanouny,2001).

البيئات (بيئة الكثبان الرملية). وضمن منطقة الدراسة في شريط الكثبان الرملية الساحلية في منطقة جازان، تسود ثلاثة من الحشائش تمثل أكثر الأنواع انتشاراً في بيئة الكثبان، وهي كل من الثمام *Panicum turgidum*، والشوكم *Odysea mucronata* من الفصيلة النجيلية Poaceae، والسعد من الفصيلة السعدية *Cyperaceae*. انتشار هذه النباتات بشكل واسع ضمن بيئة الكثبان الرملية يعكس تأقلمها العالي مع ظروف إجهادات بيئتها. هذا التأقلم يتمثل في العديد من التكيفات المظهرية (المورفولوجية) والتشريحية والوظيفية. وتمثل التكيفات المظهرية والتشريحية خصائص مميزة تقسر العديد من جوانب التكيف لهذه النباتات مع بيئتها القاسية، بما فيها ارتباطها الوثيق بالتكيفات الوظيفية.

ضبط نسبة مساحة السطح إلى الحجم *surface to volume ratio* للأجزاء الخضرية التي تقوم بالبناء الضوئي عبر زيادة أو التقليل من سمك الأجزاء الخضرية، لوحظت بأنماط مختلفة في الأجزاء الخضرية للنباتات المدروسة (السوق الخضراء والأوراق). هذه الأنماط لزيادة نسبة السطح (زيادة سطح البناء الضوئي) أو اختزاله (للتقليل من النتج)، وزيادة الحجم (زيادة الحيز الداخلي المخصص لتخزين الماء)، أو التقليل منه على حساب الأسطح المخصصة للبناء الضوئي) كانت ظاهرة مميزة لكل من السوق والأوراق في كل نوع؛ بحيث يضمن كل نوع لأجزائه الخضرية نمواً فعالاً مع التقليل من أثر إجهاد الجفاف (التقليل من النتج). وقد كان لكل من الثمام، والشوكم مساحات أسطح كبيرة (*high S/V ratio*)، وعلى الرغم من أن ذلك - إجمالاً - يكون على حساب المخصص من الحجم (الحيز الداخلي للتخزين) إلا أن هذين النوعين يملكان تكيفات تقلل من المساحات المعرضة للإجهاد عند اشتداد وطأة الظروف، وتقلل من فقد الماء (الخلايا الحركية التي تسبب انحناء طرفي السطح العلوي للأوراق، وجود سوق اسطوانية خضراء تقوم بعملية البناء الضوئي جنباً إلى جنب مع الأوراق، سمك الطبقة الحدية *boundary layer* حول الأجزاء الخضرية). هذه الخصائص المظهرية - التشريحية كان لها الأثر

الأوراق من طبقة مفردة من الخلايا تؤلف كلاً من السطح العلوي والسفلي، تحصر فيما بينها النسيج الوسطي الذي يضم خلايا غمد الحزمة المحيطة بالحزم الوعائية. بعض خلايا السطح العلوي تتضخم مكونة خلايا حركية *bulliform cells* ذات جدر رقيقة عادة. امتلاء وانتفاخ هذه الخلايا بالماء، وانكماشها عند فقد الماء هو المسؤول عن انطباق جانبي سطح الورقة العلوي حيث تعمل هذه الخلايا "كمفصلات" مرنة، بحيث تنطبق الورقة على بعضها عند فقد الماء وانكماش الخلايا الحركية، ويتمدد سطح الورقة عند امتلاء هذه الخلايا (Masrahi, 2020b)، وفي ذلك تكيف فعال مع ظروف نقص الماء وإجهاد الجفاف وذلك بتعريض سطح الورقة العلوي للضوء عند توفر الماء، والتقليل من هذا السطح بانطباقه على بعضه في ظروف الجفاف.

خلايا غمد الحزمة (التي تتألف من طبقتين من الخلايا التمثيلية *chlorenchyma* تحيط بكل حزمة وعائية) توجد في أوراق الأنواع الثلاثة. هذه الخلايا تؤلف نمط التركيب التشريحي المسمى بتشريح كرانز *kranz anatomy*، وهو دلالة على امتلاك هذه النباتات لمسار C_4 في البناء الضوئي (Danin, 1996). مسار C_4 في البناء الضوئي هو أحد الخصائص الوظيفية للعديد من حشائش البيئات الجافة الحارة؛ حيث يمثل هذا المسار تكيفاً للبناء الضوئي مع ظروف نقص الماء والحرارة. إذاً التركيب التشريحي للجذور كان متشابهاً إجمالاً في كل الأنواع الثلاثة، وهذا إشارة إلى الخصائص التركيبية والتكيفية المتشابهة عند تشابه الظروف البيئية في نفس الموقع، وهذا النمط (بتوزيع حزمه الوعائية حول نخاع مركزي) يعزز من امتصاص الماء ونقله للأجزاء الخضرية بفعالية. وجود طبقتين من الألياف إلى الخارج من طبقة البشرة الداخلية في جذور السعد (طبقة DME) توفر دعماً مضاعفاً للجذور، وقد تساهم في حماية وعزل الحزم الوعائية عند انكشاف الجذور في ظروف النشاط الريحي لبيئة الكثبان الرملية.

٥. الاستنتاج

وجدت الدراسة الحالية ان القليل من النباتات (المعمرة بالذات) يتكيف للنمو والبقاء في تلك

٢.٧ المراجع الأجنبية:

Al-Turki, T. A., Al-Namazi, A. A., & Masrahi, Y. S. (2019). Conservation of genetic resources for five traditional crops from Jazan, SW Saudi Arabia, at the KACST Gene-Bank. *Saudi journal of biological sciences*, 26(7), 1626-1632.

Batanouny, K. H. (2001). Deserts of the Middle East. In *Plants in the Deserts of the Middle East* (pp. 5-10). Springer, Berlin, Heidelberg.

Benaafi, M., & Abdullatif, O. (2015). Sedimentological, mineralogical, and geochemical characterization of sand dunes in Saudi Arabia. *Arabian Journal of Geosciences*, 8(12), 11073-11092.

Bergmann, D., Zehfus, M., Zierer, L., Smith, B., & Gabel, M. (2009). Grass rhizosheaths: associated bacterial communities and potential for nitrogen fixation. *Western North American Naturalist*, 69(1), 105-114.

Bradley, A. V., Haughan, A. E., Al-Dughairi, A., & McLaren, S. J. (2019). Spatial variability in shrub vegetation across dune forms in central Saudi Arabia. *Journal of Arid Environments*, 161, 72-84.

Danin, A. (1991). Plant adaptations in desert dunes. *Journal of arid environments*, 21(2), 193-212.

الكبير (بقدره الخالق عز وجل الذي أبدعها) في انتشارها الواسع في بيئة الكثبان الرملية، ونشاط تكاثرها الخضري وتكوينها للأكمات (التي تحتاج نشاط وفعالية لأسطح البناء الضوئي) يرفدها نظام جذري فعال ويمتد لمسافات طويلة ضمن الطبقات السطحية من التربة (للاستفادة من أقل قدر من الماء المتاح). وبخلاف الثمام والشوكم، فإن السعد لا يُبدي تكاثرًا خضرياً فعالاً، وأفراده متناثرة لا تكوّن أكمات رملية كبيرة وواضحة، وهذا يدل على أن أسطح البناء الضوئي بها أقل فعالية ونشاطاً من النوعين الآخرين. ومع ذلك فإن نسب مساحة السطح للحجم بها (S/V ratio) وسمك الطبقة الحدية boundary layer تعزز بشكل كبير مساحات التخزين وحفظ الماء، وهذا قد يكون أحد أسباب بقاءها غضة حتى في ظروف الإجهاد العالي.

٦. التوصيات

توصي هذه الدراسة بإجراء المزيد من الدراسات حول النباتات الموجودة في موقع الدراسة وتعريفها باستخدام التشخيص الجزيئي أو الدراسات الجزيئية من أجل توفير أساس لفهم أفضل للتاريخ التطوري للأنواع السعودية من اجناس الشوكم والثمام والسعد وعلاقتها بالنباتات الأخرى الموجودة وكذلك توضيح علاقات النشوء والتطور باستخدام DNA النووي.

٧. المراجع

١.٧ المراجع العربية:

مسرحي، يحيى سليمان (٢٠١٢): الدليل المصور للنباتات البرية في منطقة جازان. المؤلف - جدة.

شودري، شوكت؛ والجويد، عبد العزيز (١٤١٩هـ): الغطاء النباتي للمملكة العربية السعودية. المركز الوطني لأبحاث الزراعة والمياه، المملكة العربية السعودية.

- Ghazanfar, S. A., & Fisher, M. (Eds.). (2013). *Vegetation of the Arabian Peninsula* (Vol. 25). Springer Science & Business Media.
- Hedberg, I., Edwards, S., & Phillips, S. (1995). *Flora of Ethiopia and Eritrea, Vol. 7: poaceae (gramineae)*. AAU.
- Hillocks. II. Rooting habit of plants forming phytogenic hillocks. *Acta botanica*. Chergui, A., El Hafid, L., & Melhaoui, M. (2017). Characteristics of Marram Grass (*Ammophila arenaria* L.), Plant of The Coastal Dunes of The Mediterranean Eastern Morocco: Ecological, Morpho-anatomical and Physiological Aspects.
- Liu, T. Y., Ye, N., Song, T., Cao, Y., Gao, B., Zhang, D., ... & Zhang, J. (2019). Rhizosheath formation and involvement in foxtail millet (*Setaria italica*) root growth under drought stress. *Journal of integrative plant biology*, 61(4), 449-462.
- Maricle, B. R., Koteyeva, N. K., Voznesenskaya, E. V., Thomasson, J. R., & Edwards, G. E. (2009). Diversity in leaf anatomy, and stomatal distribution and conductance, between salt marsh and freshwater species in the C4 genus *Spartina* (Poaceae). *New Phytologist*, 184(1), 216-233.
- Danin, A. (1996). Plant adaptations to environmental stresses in desert dunes. In *Plants of desert dunes* (pp. 133-152). Springer, Berlin, Heidelberg.
- Danin, A. (1997). Shootborne Roots—An Adaptive Organ for Plants of Sand Dunes. In *Biology of root formation and development* (pp. 221-226). Springer, Boston, MA.
- Edwards, S., Demissew, S. E. B. S. E. B. E., & Hedberg, I. (1997). Flora of Ethiopia and Eritrea (Hydrocharitaceae to Arecaceae), Vol. 6. *The National Herbarium (Addis Ababa, Ethiopia) and Department of Systematic Botany (Uppsala, Sweden)*.
- El-Demerdash, M. A., Hegazy, A. K., & Zilay, A. M. (1994). Distribution of the plant communities in Tihamah coastal plains of Jazan region, Saudi Arabia. *Vegetatio*, 112(2), 141-151.
- El-Sheikh, M. A., Thomas, J., Arif, I. A., & El-Sheikh, H. M. (2020). Ecology of inland sand dunes “nafuds” as a hyper-arid habitat, Saudi Arabia: Floristic and plant associations diversity. *Saudi Journal of Biological Sciences*.
- Foster, A. (1965). S, (1949), *Practical Plant Anatomy*.

- Nobel, P. S. (2005). Physicochemical and environmental plant physiology 3rd edn.
- Osman, A. K., Al-Ghamdi, F., & Bawadekji, A. (2014). Floristic diversity and vegetation analysis of Wadi Arar: A typical desert Wadi of the Northern Border region of Saudi Arabia. *Saudi journal of biological sciences*, 21(6), 554-565.
- RAVEN, J. A. (1983). The transport and function of silicon in plants. *Biological reviews*, 58(2), 179-207.
- Tao, Y., Wu, G. L., & Zhang, Y. M. (2017). Dune-scale distribution pattern of herbaceous plants and their relationship with environmental factors in a saline-alkali desert in Central Asia. *Science of the Total Environment*, 576, 473-480.
- Tchakerian, V. P. (2015). HYDROLOGY, FLOODS AND DROUGHTS| Deserts and Desertification
- Masrahi, Y. (2020a). Anatomical Studies for Adaptational Aspects in The Stem of *Cynanchum forskaolium* (Schult.) Meve & Liede. *Egyptian Journal of Botany*, 60(3), 763-772.
- Masrahi, Y. (2020b). Ecological Adaptations of *Urochondra setulosa* (Poaceae) against Drought and Salinity. *Asian Journal of Plant Sciences*, 19: 443-454.
- Masrahi, Y., Al-Huqail, A., Al-Turki, T., & Thomas, J. (2012). *Odyssea mucronata*, *Sesbania sericea*, and *Sesamum alatum*—new discoveries for the flora of Saudi Arabia. *Turkish Journal of Botany*, 36(1), 39-48.
- Maun, M. A. (2009). *The biology of coastal sand dunes*. Oxford University Press.
- Mauseth, J. D. (2000). Theoretical aspects of surface-to-volume ratios and water-storage capacities of succulent shoots. *American Journal of Botany*, 87(8), 1107-1115.

Ecological Adaptation in Some Sand Dune Grasses: Morpho-Anatomical Study

Wafa Hamad Ahmed Maqbool
College of Science, Jazan University

ABSTRACT

Coastal sand dunes habitats in southwestern Saudi Arabia are one of the stressed habitats with high intensity of solar radiation, high temperature, drought and permanently exposure to winds and sand accretion. Few plant species colonize these habitats, In view of the lack of studies that dealt with the adaptation of the sand dune environment of the morphological and anatomical aspects at the global generally, and the environments of the Kingdom of Saudi Arabia particularly, the idea of this study, which was conducted during the years 2020-2021, was aimed at shedding light on some aspects of the adaptive morphological and anatomical compositional aspects of plants selected sand dunes, the most prominent and widespread species in them are three perennial grasses: *Panicum turgidum*, *Odysea mucronata*, and *Cyperus conglomeratus*. These plants possess many morphological, anatomical and physiological characteristics that God Almighty has created for them to reproduction, spread and resistance of prevailing conditions in their habitats. The results of this study showed that the leaves of the three species differ in their morphological characteristics. *Cyperus conglomeratus* had the largest leaf thickness of the three species, medium value in the thickness of the stem, and the lowest in leaf width. This indicates a greater internal volume of water storage compared to a lower outer surface for photosynthesis. *Odysea mucronata* and *Panicum turgidum* are of less thickness in vegetative parts, which means more space for photosynthesis compared to a smaller internal volume to water storage. On the other hand, the leaves have more curl in times of drought, reduces the surface area exposed to transpiration. For the thickness of the boundary layer, *Cyperus conglomeratus* was the lowest of the three species, whereas *Panicum turgidum* was the largest. The three species show prominent formation of Rhizosheath on their roots. The anatomical structure of the leaves in the three species shows similar patterns including the structure of the leaves, these plants have the C4 pathway, the stems and rhizomes. The stems and rhizomes in both *Odysea mucronata* and *Panicum turgidum* show a similar pattern that characterizes the well-known pattern in the grasses. In contrast, *Cyperus conglomeratus* stem exhibited a distinct structure with the presence of bundle sheath cells (Kranz anatomy), an uncommon anatomical feature of the stem, and perhaps a feature that enhances the photosynthetic activity of *Cyperus conglomeratus* stem. The anatomical structure of the roots was similar in all three species, an indication of the similar structural and adaptive characteristics when the environmental conditions are similar in the same habitat, and this pattern (by distributing its vascular bundles around a central pith) enhances the absorption of water and its transfer to the vegetative parts effectively.

Keywords: Weeds, Sand Dunes, *Panicum Turgidum*, *Odysea Mucronata*, *Cyperus Conglomeratus*.

مجلة جامعة جازان

للعلوم التطبيقية

دورية علمية محكمة

المجلد ٩ العدد ٢ ربيع الثاني ١٤٤٣ هـ (نوفمبر ٢٠٢١ م)

المشرف العام

أ.د. مرعي بن حسين القحطاني

نائب المشرف العام

أ.د. محمد بن حسن أبو راسين

مدير ادارة المحلة

أ.فهد بن محمد سليمان الفيقي

رئيس هيئة التحرير

أ.د. أحمد بن عبدالرحمن الحسين البراق

هيئة التحرير

أ.د. محمد بن علي خلوفة مباركي أ.د. قاسم بن محمد عبدالله ابوظويل د. محمد بن عبدالرحيم محمد عقيل
د. زكي بن ولي محمد حكمي د. باسم بن إبراهيم علي عسيري د. نوف بنت حسين محمد أبوهادي

الكادر الإداري

أ. أحمد محمد الحازمي أ. علي محمد أحمد قبي أ. بندر علي عبده واصلي

المراسلات

توجه جميع المراسلات إلى:

رئيس هيئة التحرير مجلة جامعة جازان للعلوم التطبيقية جازان - المدينة الجامعية - البرج الإداري - ص ب ١١٤ - الرمز البريدي ٤٥١٤
المملكة العربية السعودية أو على البريد الإلكتروني uni-magazine@jazanu.edu.sa

جامعة جازان (١٤٤٣)

جميع حقوق الطبع محفوظة . لا يسمح بإعادة طبع أي جزء من المجلة أو نسخه بأي شكل وبأي وسيلة سواء كانت إلكترونية أو آلية بما في ذلك التصوير والتسجيل أو الإدخال في أي نظام حفظ معلومات أو إستعادتها بدون الحصول على موافقة كتابة من رئيس تحرير المجلة .





المملكة العربية السعودية
وزارة التعليم
جامعة جازان

مجلة

جامعة جازان

للعلوم التطبيقية

دورية علمية محكمة

المجلد ٩ العدد ٢ (ربيع الثاني ١٤٤٣ هـ - نوفمبر ٢٠٢١ م)

رمد: ١٦٥٨-٩٦١٣

- ٤- نقد الكتاب
٥- الخطابات الموجهة إلى المحرر، والملاحظات والردود،
والنتائج الأولية.

تقوم هيئة التحرير، بالنظر في نشر المواد المعرفية ذات الصلة بذلك الفرع، وتقدم البحوث الأصلية، التي لم يسبق نشرها، وفي حال قبول البحث للنشر تؤول كل حقوق النشر للمجلة و لا يجوز نشره في أي منفذ نشر آخر ورقيا أو إلكترونيا، دون إذن كتابي من رئيس هيئة التحرير .

مجلة جامعة جازان للعلوم التطبيقية دورية علمية محكمة تنشرها الجامعة، وهي تهدف إلى إتاحة الفرصة للباحثين لنشر إنتاجهم العلمي وتقوم المجلة بنشر المواد الآتية :
١- البحث : ويندرج تحت تخصص الباحث ويجب أن يحتوي على إضافة للمعرفة في مجاله .

- ٢- المقالة الاستعراضية التي تتضمن عرضاً نقدياً لبحوث سبق إجراؤها في مجال معين أو أجريت في خلال فترة زمنية محددة.
٣- البحث المختصر.

تعليمات النشر في المجلة

مثال : هادي، أحمد بن جابر. (٢٠١١م)، " استخدام تقنية النانو لتعريف الشفرات الوراثية "مجلة جامعة جازان، ١، ١ : ٢٠٠-٢٢٠.

ب- يشار إلى الكتب في المتن داخل قوسين بالاسم والتاريخ . أما في قائمة المراجع، فيكتب الاسم الأخير للمؤلف، ثم الاسم الأول، ثم الأسماء الأخرى أو اختصارا لها، ثم سنة النشر بين قوسين، فعنوان الكتاب بين علامتي تنصيص، ثم بيان الطبعة، فناشر، فمدينة النشر : ثم صفحات الكتاب إن وجدت.
مثال :

- ١- تقديم المواد : يقدم أصل البحث مخرجا في صورته النهائية متضمنا الإشارة إلى أماكن الجداول والأشكال داخل المتن و مطبوع على هيئة صفحات مرقمة ترقيما متسلسلا، مع ضرورة إرفاق قرص ممتط مطبوع عليه البحث على برنامج Ms Word باستخدام النظام المتوافق مع IBM ، وسيعتبر عن قبول أي بحث لا يلتزم مؤلفه بهذه التعليمات.
٢- الملخصات: يرفق ملخصان بالعربية والإنجليزية للبحوث و المقالات الاستعراضية والبحوث المختصرة على ألا يزيد عدد كلمات كل منهما على ٢٠٠ كلمة، وعلى عمود واحد بعرض كتابة ١٣ سم.

٣- لا بد من احتواء كل بحث على كلمات مفتاحية (Key Words)توضع أسفل الملخصين العربي والانجليزي على ألا تزيد عن عشر كلمات.

٤- الجداول والمواد التوضيحية: يجب أن تكون الجداول والرسومات واللوحات مناسبة لمساحة الصف في صفحة المجلة ١٦ ٢٤ سم بالحواشي، ويتم إعداد الأشكال الخطية على برامج الحاسب الآلي، ولا تقبل إلا أصول الأشكال. كما يجب أن تكون الخطوط واضحة ومحددة ومنتظمة من حيث كثافة الحبر وتناسب سمكها مع حجم الرسم، ويراعى أن تكون الصور الفوتوغرافية (الضوئية) الملونة وغير الملونة مطبوعة على ورق لماع، أو محملة على برنامج (Adobe Photoshop)مع كتابة عنوان لكل جدول، وتطبيق لكل شكل وصورة، والإشارة إلى مصدر المادة إن كانت مقتبسة.

٥- الاختصارات: يجب استخدام الاختصارات المقننة دولية مثل : سم، م، كم، سم، مل، مجم، كجم...إلخ.

٦- المراجع :يشار إلى المراجع داخل المتن بنظام الاسم والتاريخ، وتوضع المراجع جميعها في قائمة المراجع بنهاية المادة مرقمة ومتباعدة نظام ترتيب البيانات البيولوجرافية التالي :

أ- يشار إلى الدوريات في المتن بنظام الاسم والتاريخ بين قوسين على مستوى السطر، أما في قائمة المراجع فيبدأ المرجع بنكر الاسم الأخير للمؤلف، ثم الاسم الأول، ثم الأسماء الأخرى أو اختصاراتها بالخط الأسود، ثم سنة النشر بين قوسين، فعنوان البحث كاملا بين علامتي تنصيص " " ، فاسم الدورية، فرقم المجلد، ثم رقم العدد : ثم أرقام الصفحات تفصل بشرطة .

عبدالهادي، محمد علي، (١٤٣٣هـ)، " مقدمة في التقية الحيوية"، جامعة جازان، جازان.

ويجب عدم استخدام الاختصارات المرجعية مثل :المرجع نفسه . المرجع السابق...إلخ.

٧- أ- الحواشي: تستخدم لتزويد القارئ بمعلومات توضيحية، ويشار إليها في المتن بأرقام مرتفعة عن السطر. وترقيم التعليقات متسلسلة داخل المتن. وفي حال الضرورة؛ يمكن الإشارة إلى مرجع داخل الحاشية عن طريق استخدام كتابة الاسم والتاريخ بين قوسين وبنفس طريقة استخدامها في المتن، وتوضع الحواشي أسفل الصفحة التي تخصها والتي ذكرت بها وتفصل بخط عن المتن وبخط أصغر.

ب- يستخدم في تخريج الأحاديث والآثار الطريقة المنهجية المعتمدة في هذا الفن وهي كالتالي : اسم المؤلف - اسم الكتاب - رقم الجزء والصفحة والحديث.

٨- المواد المنشورة في المجلة تعبر عن وجهة نظر صاحبها، ولا تعبر بالضرورة، عن رأي مجلة جامعة جازان.

٩- يتأكد الباحث من صحة اللفظ وسلامة لغة البحث، وخلوه من الأخطاء اللغوية والنحوية.

١٠- للمجلة الحق في تحديد أولويات نشر البحوث.

١١-المجلة غير ملزمة بإعادة البحوث التي تصل إليها سواء أحيزت للنشر أم لم تجز.

١٢- يتم إخضاع جميع البحوث المستلمة لفحص مبدئي، من قبل هيئة التحرير، لتقرير أهليتها للتحكيم، ويحق لها أن تعتنر عن قبول البحث دون إبداء الأسباب.

١٣- تصدر المجلة مرتين في العام.



المملكة العربية السعودية
وزارة التعليم العالي
جامعة جازان



مجلة
جامعة جازان
لِلعلوم التطبيقية

جامعة جازان

دورية علمية محكمة

المجلد ٩ العدد ٢ (ربيع الثاني ١٤٤٣ هـ - نوفمبر ٢٠٢١ م)

ردم: ١٦٥٨-٦٩١٣