

Volume 22

2019

**THE LIBYAN
JOURNAL
OF SCIENCE**
(An International Journal)



Published by

FACULTY OF SCIENCE
UNIVERSITY OF TRIPOLI

THE LIBYAN JOURNAL OF SCIENCE

(An International Journal)



Published by the
FACULTY OF SCIENCE
UNIVERSITY OF TRIPOLI

MEMBERS OF THE EDITORIAL BOARD

KHALED M. OUN (Editor-in-Chief)

Department of Geology, Faculty of Science,
University of Tripoli, Libya.

MOHAMED E. KELABI (Electronic Copy Coordinator)

Department of Physics, Faculty of Science,
University of Tripoli, Libya.

TAWFIK A. BULATI

Department of Mathematics, Faculty of Science,
University of Tripoli, Libya.

ALI A. EL-MAKHROUF

Department of Geology, Faculty of Science,
University of Tripoli, Libya.

RAMADAN M. ELMEHDAWI

Department of Chemistry, Faculty of Science,
University of Tripoli, Libya.

HASSAN A. MAGHRABI

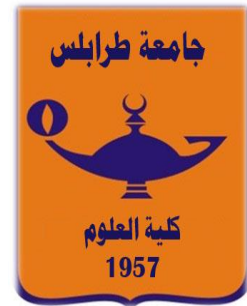
Department of Zoology, Faculty of Science,
University of Tripoli, Libya.

THE LIBYAN JOURNAL OF SCIENCE

(An International Journal)

Peer reviewed international journal of science, published biannually by the Faculty of Science, University of Tripoli.

Volume 22, 2019



Published by the
FACULTY OF SCIENCE
UNIVERSITY OF TRIPOLI

Papers should be submitted to the, Editor-in-Chief, any member of the Editorial Board or the Journal Secretariat.

All correspondence should be addressed to:

Editor-in-Chief
The Libyan Journal of Science,
Faculty of Science,
University of Tripoli,
P.O.Box 13178, Tripoli-Libya.

ISSN 0368-7481 (Print)

ISSN 2521-3822 (Online)

E-mail: libyanjournal@gmail.com

Tel: 00218-21-7138882

URL: <http://libyanjournal.atSPACE.CO.UK>

Copyright © Faculty of Science, University of Tripoli, Libya
No part of this journal may be reproduced in any form
without written permission from the copyright holders.

المجلة الليبية للعلوم

The Libyan Journal of Science

مجلة علمية دولية محكمة تصدر مرتين في السنة عن كلية العلوم بجامعة
طرابلس.



هيئة التحرير

أ.د. خالد محمد عون (رئيس التحرير)

أ.د. محمد إمام علي الكلابي (منسق النسخة الإلكترونية)

أ.د. توفيق عبدالسلام البولاطي

أ.د. علي أحمد المخروف

أ.د. رمضان محمد المهدي

أ.د. حسن أحمد المغربي

THE LIBYAN JOURNAL OF SCIENCE

(An International Journal)

Volume 22

2019

CONTENTS

BIOLOGY

- ايمان عبدالله الامارة و غيداء جاسم الغزاوي
تأثير بعض الظروف البيئية على الفعالية التثبيطية للأبيض الثانوية لبكتيريا *Bacillus* spp.
ضد البكتريا المكونة للأغشية الحيوية..... 1
- حامد البشير بسياسة، محمد فيصل عاشور، و طارق بشير الجديدي
التثبيبات الفطرية في شمال غرب ليبيا ودور الأمطار والحرارة في توزيعها الجغرافي..... 27

EARTH SCIENCES

- Abdurrazagh Ezzeddin, Fatima Alhouki, and Ayoub Algazeri
Three Dimensional Seismic Attributes and RGB (Red, Green and Blue) Colour
Blending to Enhance Faults in Sharara Field (NC-115), Murzuq Basin, SW Libya..... 45

MATH

- Muna Shaban Akrim
Adomian Decomposition Method for Solving Linear Wave Equation..... 57
- Mohammed E. H. Attaweel and Haneen A. A. Almassry
A New Application of Sawi Transform for Solving Volterra Integral Equations and
Volterra Integro-differential Equations..... 65

STATISTICS

- Mustafa A. Almahmoudi, Rida M. Khaga, and Maryouma E. Enaami
Simulation-Based Comparison of Estimated Methods for the Differencing
Fractional Parameter in ARFIMA Model..... 79
- Suggestions to Authors..... 94
- تعليمات النشر..... 97

تأثير بعض الظروف البيئية على الفعالية التثبيطية للأبيض الثانوية لبكتيريا *Bacillus spp.* ضد البكتريا المكونة للأغشية الحيوية

ايمان عبدالله الامارة¹ و غيداء جاسم الغزاوي²

¹مركز علوم البحار - جامعة البصرة - البصرة- العراق eman_ab74@yahoo.com

²كلية التربية للعلوم الصرفة-جامعة البصرة-العراق

المستخلص

جُمعت خمسون عينة مياه و ترسبات من مناطق مختلفة في محافظة البصرة جنوب العراق، وُعزلت منها عشرون عذلة مكونة للأبواغ من بكتيريا جنس *Bacillus* التي أظهرت فعالية تثبيطية تجاه بعض أنواع البكتيريا السالبة والموجبة لصبغة غرام، والتي شُخصت كيموحيويًا باستخدام عدة التشخيص VITEK BCL cards والاختبارات التفريقية، التي أظهرت عائدة 15 عذلة للنوع *Bacillus subtilis* و 5 عزلات للنوع *B. amyloliquefaciens*، كما شُخصت العزلات جينياً بتضخيم الجين *gyr A* إذ تم تشخيص العزلات الخمسة عشر العائدة إلى النوع *B. subtilis* إلى مستوى تحت النوع حيث شُخصت ثماني عزلات بأنها تعود إلى تحت النوع *B. subtilis subsp. spizizinii* فيما شُخصت العزلات السبع المتبقية على أنها تعود إلى تحت النوع *B. subtilis subsp. subtilis*، كما عُزلت 5 عزلات من البكتيريا المكونة للأغشية الحيوية (البكتيريا الهدف) والتي شُخصت كيموحيويًا باستخدام عدتي التشخيص VITEK GP & GN cards إذ أظهرت نتائج التشخيص أن 3 عزلات تعود إلى الأنواع التالية الموجبة لصبغة غرام وهي: *Staphylococcus sciuri*، *Methicillin Resistant Staphylococcus aureus (MRSA)* و *Kocuria kristinae* فيما شُخص النوعان الآخران ضمن البكتيريا السالبة لصبغة غرام وهما *Escherichia coli* و *Pseudomonas aeruginosa*. أنتجت وأُستخلصت الأبيوض الثانوية لعزلات بكتيريا جنس *Bacillus* وقد أظهرت نتائج اختبار كروماتوغرافيا الطبقة الرقيقة Thin layer chromatography(TLC) احتواء مستخلصات الأبيوض الثانوية على الحوامض الأمينية، أظهرت قيم متوسط الجريان *Rf* للمستخلصات تقارباً نسبياً حيث تراوحت بين (0.750-0.897). حُدثت قيمة البروتينات الكلية في المستخلصات بطريقة Biuret وكانت أعلى قيمة للبروتينات الكلية في مستخلص الأبيوض الثانوية للعذلة BS8 إذ بلغت 13.78 غم/لتر تليها العذلة BS14 بقيمة 12.02 غم/لتر واختير المستخلصان لإكمال الدراسة. نُقي المستخلصان وأظهرت نتائج الترحيل الكهربائي أن الوزن الجزيئي لمستخلص الأبيوض الثانوية للعذلة BS8 كان 3779 دالتون فيما بلغ الوزن الجزيئي لمستخلص الأبيوض الثانوية للعذلة BS14 694 دالتون. شُخص المستخلصان باستخدام كروماتوغرافيا الغاز ومطياف الكتلة GC-MS وقد أظهرت نتائج التحليل احتواء

Accepted for publication: 11/8/2019

تأثير بعض الظروف البيئية على الفعالية التثبيطية للأبيض الثانوي لبكتيريا *Bacillus* spp.

مستخلص الأيوض الثانوي للعزلة BS8 على عدد من الحوامض الأمينية ومشتقاتها والبيتيدات الدهنية ذات الفعالية التثبيطية الميكروبية ، فيما احتوى مستخلص الأيوض الثانوي للعزلة BS14 على نوعين من المركبات ذوات الفعالية التثبيطية القوية ضد البكتيريا السالبة والموجبة لصبغة غرام أحدهما أستر والأخر هيدروكاربون. دُرس تأثير الرقم الهيدروجيني ودرجة الحرارة في الفعالية التضادية للمستخلصين ضد البكتيريا الهدف وقد أظهرتا ثباتية عالية عند درجات الحرارة المستخدمة في التجربة ما عدا درجة الحرارة 121°س حيث حصل تثبيط لفعاليتها البكتيرية، كما أظهر المستخلصان ثباتية عالية في جميع قيم الرقم الهيدروجيني المستخدمة في البحث.

Effect of Some Environmental Conditions on the Inhibitory Activity of Secondary Metabolites of *Bacillus* spp. Against Biofilm Forming Bacteria

Abstract

Fifty water and sediments samples were collected from different locations in Basrah Governorate, southern Iraq. Twenty bacterial spore forming isolates showing antibacterial activity towards gram negative and positive bacteria were isolated from them. The isolates were identified biochemically by VITEK BCL cards and differential tests. The identification results showed that 15 isolates belong to *Bacillus subtilis* whereas the remaining 5 isolates belong to *B. amyloliquefaciens*. The isolates were also identified genetically by amplifying *gyr A* gene which identified the 15 *B. subtilis* to subspecies rank. Eight isolates were identified as *B. subtilis* subsp. *spizizinii*, whereas the remaining 7 isolates were identified as *B. subtilis* subsp. *Subtilis*. Also, five biofilm forming bacterial isolates (target bacteria) were isolated and identified by VITEK GB & GN cards. The identification results showed that 3 isolates belong to gram positive bacteria: *Staphylococcus sciuri*, Methicillin Resistant *Staphylococcus aureus* (MRSA), and *Kocuria kristinae*, whereas 2 isolates belong to gram negative bacteria: *Pseudomonas aeruginosa*, and *Escherichia coli*. The secondary metabolites (sm) were produced and extracted from *Bacillus* spp. Results of Thin Layer Chromatography test showed that *Bacillus* s.m. contain free amino acids. Relative flow (*Rf*) values showed a relatively close association which ranged between 0.750-0.897. Total proteins were determined by Biuret method, the highest value was for BS8 (13.78 g/L) followed by BS14 (12.02 g/L). Secondary metabolites extracts of BS8 and BS14 were chosen for complete study; s.m. extracts of BS8 and BS14 were purified and results of electrophoresis showed that the molecular weight of BS8 s.m. was 3779 Daltons, while the molecular weight of BS14 s.m. was 694 Daltons. The purified s.m. were identified by GC-MS. The results showed that BS8 s.m. extract contained a number of amino acids and their derivatives as well as lipopeptides which have antimicrobial activity, whereas BS14 s.m. extract contained two compounds which have powerful antibacterial activity against both gram positive and negative bacteria. One of them was an ester the other was a hydrocarbon. The effects of temperature and pH on the antibacterial activity of BS8 and BS14 s.m. extracts against target bacteria were studied, both s.m. showed high thermo stability at the temperature used in the study, but they were inactivated at 121°C, also both s.m. showed high stability to the pH values used in the study.

Keywords: *Bacillus* spp.; Secondary metabolites; Environmental conditions; Bacterial biofilms; Iraq.

المقدمة

تضم الأيوض الثانوية الميكروبية مجموعة واسعة من المركبات المنتجة طبيعياً والتي تقوم بعدد كبير من الفعاليات الحيوية. تختلف الأيوض الثانوية عن الأيوض الأولية في أنها لا تشترك في فعاليات البناء والهدم التي يتطلبها النمو الطبيعي، لكن هذه الأيوض تعطي للميكروب صفات تساعد على افضلية البقاء في البيئة التي يعيش فيها (Choudoir et al., 2018). تلعب الأيوض الثانوية دوراً مهماً في التكيف الفسيولوجي والتلاؤم البيئي للميكروبات المنتجة لها إذ أن هذه الأيوض تمكن الميكروب المنتج لها من تثبيط نمو الميكروبات المنافسة (Yan et al., 2018).

تعرّف الأيوض الثانوية Secondary metabolites بأنها مواد عضوية منخفضة الوزن الجزيئي تنتج اثناء الطور المكتمل (idiophase) لأنواع قليلة نسبياً من الميكروبات يتم إنتاجها كرد فعل للضغوط البيئية، ومن الامثلة على الأيوض الثانوية: المضادات الحيوية والصبغات والأحماض والسموم والعوامل المؤثرة على التنافس البيئي والتعايش symbiosis ومثبطات الإنزيمات ومضادات الأورام والمبيدات ومحفزات النمو للنباتات والحيوانات (Demain and Fang, 2000). يبدأ إنتاج الأيوض الثانوية عندما يتباطأ نمو الأنواع العسوية بسبب استهلاك أحد مصادر المغذيات: الكربون او النتروجين او الفوسفات.

يستطيع افراد جنس *Bacillus* إنتاج الكثير من الأيوض الثانوية ذات الفعالية المضادة للميكروبات الاخرى مثل الببتيدات الدهنية lipopeptides، الببتيدات المتعددة polypeptides، اللاكتونات الكبيرة macrolactones، الأحماض الدهنية fatty acids، الكيتايدات المتعددة polyketides، والكيومارينات المتناظرة isocumarines (Mondol et al., 2013)، وقد استخدمت بشكل واسع في الصناعات الطبية والصيدلانية (Leifert et al., 1995) بسبب قدرة افراد هذا الجنس على بناء المواد المضادة للميكروبات في تركيب البروتين الذائب كما أن لهذه المواد تأثيرات ملحوظة على الأنواع العسوية الهدف، لذلك يعدّ هذا الجنس مرغوباً للإنتاج التجاري (Priest et al., 1995).

أجريت العديد من الدراسات التي تضمنت عزل وتشخيص الأيوض الثانوية من بكتيريا *Bacillus* ودراسة تأثيرها التثبيطي ضد العديد من الممرضات النباتية والحيوانية وضد البكتيريا المكونة للأغشية الحيوية (Sirtori et al., 2006 ; Hassan et al., 2015 ; Anju et al., 2015) إذ اشارت أغلب هذه الدراسات إلى أن الأيوض الثانوية المنتجة من قبل افراد جنس *Bacillus* هي ببتيدات دهنية lipopeptides منخفضة الوزن الجزيئي وذات فعالية تضادية ثابتة ضمن مديات حرارية واسعة وبعضها مثل surfactin تمتلك خواص شبيهة بالمنظفات detergents تجاه الأغشية الحية من خلال تقليل قوة الشد السطحي بين هذه الأغشية وسطح الالتصاق مما جعل اهتمام الباحثين يتجه نحو إجراء المزيد من الدراسات حول إمكانية استخدام هذه المركبات في القضاء على الأغشية الحيوية الضارة والمسببة للعديد من المشاكل البيئية ، ولأجل الحصول على عزلات محلية من بكتيريا جنس *Bacillus* منتجة للأيوض الثانوية المثبطة لنمو البكتيريا

تأثير بعض الظروف البيئية على الفعالية التثبيطية للأبيض الثانوية لبكتيريا *Bacillus spp*

ودراسة ثباتية الفعالية التثبيطية لهذه الأبيوض ضمن مديات حرارية ورقم هيدروجيني متغايرة فقد أجريت هذه الدراسة.

المواد وطرائق البحث

جُمعت 50 عينة مياه وترسبات في الفترة من يناير 2016- ابريل 2016 من أماكن مختلفة في محافظة البصرة ونُقلت العينات إلى المختبر لتشخيصها حيث وُضعت العينات في حمام مائي بدرجة حرارة 80°س لقتل الأنواع البكتيرية غير المكونة للأبواغ (PHE, 2015).

عينات الترسبات

جُمعت العينات (حوالي 20 غم لكل عينة) باستخدام أكياس البولي اثيلين المعقمة الجافة، وبوساطة الملوقة spatula المعقم وفي ظروف معقمة ، أُضيف 1 غم من كل عينة إلى أنبوبة اختبار تحتوي على 10 مل ماء مقطر ثم عُملت سلسلة تخافيف عشرية لغاية 10×10^{-6} وحدة تكوين مستعمرة (cfu)/مل من الماء المقطر، رشحت التخافيف 10×10^{-1} ، 10×10^{-3} ، 10×10^{-6} باستخدام أوراق الترشيح نوع 0.45 µm millipore filter paper ، وُضعت اوراق الترشيح في اطباق بتري حاوية على الوسط الزرعي الصلب (Hi Media , LB agar) Lauria- Bertani وحُضنت في الحاضنة بدرجة حرارة 35°س لمدة 18 ساعة ثم أخذت مسحات من المستعمرات النامية وصبغت بصبغة غرام وفحصت تحت المجهر الضوئي. اختيرت العصيات الموجبة لصبغة غرام والمكونة للأبواغ لإتمام عملية تشخيصها بوساطة عدة التشخيص المشفر لإنتاج إنزيم *gyrase* باستخدام عدة استخلاص (Promega-USA) Wizard DNA (Pincus, 2005). كما وشُخصت جينياً بتضخيم الجين

عينات المياه

جُمعت عينات المياه باستخدام قناني زجاجية معقمة من نوع (Merck,) Nalgen polycarbonate conical flasks (Germany) وبواقع 250 مل لكل عينة . في ظروف معقمة، أُضيف 1 مل من كل عينة إلى 9 مل من الماء المقطر المعقم وعُملت سلسلة تخافيف عشرية (10×10^{-1} - 10×10^{-4}) وحدة تكوين مستعمرة / مل من الماء المقطر، رشحت التخافيف (10×10^{-3} - 10×10^{-4}) ونُميت كما ذكر في عينات الترسبات، ويبين جدول 1 مواقع وأعداد العينات المفحوصة ونتائج التخافيف لمتوسط أعداد البكتيريا في عينات المياه والترسبات.

إنتاج الأيوض الثانوية Secondary metabolites production

أنتجت الأيوض الثانوية حسب طريقة Dusane et al. (2013) بعد حضن المزرعة البكتيرية في الحاضنة الهزازة لمدة 48 ساعة وبسرعة 120 دورة / دقيقة وعند درجة حرارة 30°س.

جدول 1. مواقع وأعداد العينات المفحوصة ونتائج التخافيف لمتوسط أعداد البكتيريا في عينات المياه والترسبات.

ت	الموقع	عدد العينات	أنواع العينات ومتوسط أعداد البكتيريا فيها		
			ترسبات	Cfu/10 ⁻⁶	مياه
1	أحواض تربية الأسماك في مركز علوم البحار	4	2	35	22
2	ميناء خور الزبير	10	5	19	12
3	ميناء أم قصر	17	8	27	15
4	ميناء أبي فلوس	4	2	18	10
5	أبي الخصيب	8	4	43	28
6	ميناء الفاو	2	1	15	7
7	السيبة	2	1	29	13
8	المياه المصاحبة لأحد الآبار في الحقل النفطي زبير 1	1			
9	ps1 المياه المصاحبة لأحد الآبار في الحقل النفطي	1			
10	المياه المصاحبة لأحد الآبار في منطقة أرطوي	1			

استخلاص الأيوض الثانوية لأنواع بكتيريا *Bacillus* spp.

استخلصت الأيوض الثانوية لأنواع بكتيريا *Bacillus* spp. حسب طريقة Amin et al. (2015) إذ أُضيفت خلاصات الاثيل إلى المزرعة البكتيرية بنسبة 1:1 وتم تحريك المزيج بوضعه على المازج المغناطيسي magnetic stirrer لمدة ست ساعات ، ثم فصلت الطبقة العضوية العليا بواسطة قمع الفصل ووضعت في جهاز النبد المركزي على سرعة 5000 دورة / دقيقة لمدة 10 دقائق ثم ازيلت طبقة خلاصات الاثيل ونقلت إلى دورق نظيف، وجمع المستخلص وجفف في المبخر الدوار Rotary evaporator بدرجة 50°س ثم إذيب المستخلص في الكحول الاثيلي ، اختيرت العزلتان الأكثر إنتاجاً

تأثير بعض الظروف البيئية على الفعالية التثبيطية للأبيض الثانوي لبكتيريا *Bacillus spp.*

للأبيض الثانوي حسب طريقة Biuret وباستخدام العدة التشخيصية لتحديد البروتينات الكلية والمجهزة من شركة Biolabo company- Italy باتباع التعليمات المرفقة مع العدة التشخيصية لإكمال باقي خطوات الدراسة.

تنقية الأيوض الثانوية لأنواع بكتيريا جنس *Bacillus*

أجريت حطوتا كروماتوغرافيا التبادل الايوني Ion Exchange Chromatography وكروماتوغرافيا الترشيح الهلامي Gel filtration chromatography طبقا لطريقة (2015) Anju et al. فيما أُجري الترحيل الكهربائي حسب (1970) Laemml. أُختبرت الفعالية البكتيرية للأبيض الثانوي المنقاة ضد الأنواع البكتيرية: *Pseudomonas aeruginosa*، *Escherichia coli*، *Methicillin resistant Staphylococcus aureus (MRSA)*، *Staphylococcus sciuri* و *Kocuria kristinae* بطريقة الأنتشار عبر الأجار (Dusane et al., 2011) إذ زُرعت الاطباق الزرع الحوية على وسط LB الصلب بنشر 0.1 مل من المزارع البكتيرية السائلة للأنواع المذكورة اعلاه بواسطة الناشر L- shape spreader ثم حُضنت بدرجة 35° س لمدة 15 دقيقة ثم ثقب الوسط الزرع الصلب باستخدام ثاقب الفلين cork porer ومُلئت الثقوب ب 50 μ L من الراشح المعقم لبكتيريا جنس *Bacillus*، حُضنت الاطباق بدرجة 35° م لمدة 18 ساعة ثم قيست أقطار التثبيط (ملم) باستخدام المسطرة وسُجلت النتائج.

التقدير الكلي للأبيض الثانوية في بكتيريا *Bacillus spp.*

أجري هذا الاختبار حسب طريقة Biuret وباستخدام العدة التشخيصية لتحديد البروتينات الكلية والمجهزة من شركة Biolabo company- Italy باتباع التعليمات المرفقة مع العدة التشخيصية. قدرت البروتينات الكلية (الأبيض الثانوية) في العينة حسب المعادلة

$$\text{البروتين الكلي في العينة} = \frac{\text{امتصاصية العينة}}{\text{امتصاصية العينة القياسية}} \times 60$$

تشخيص الأيوض الثانوية باستخدام كروماتوغرافيا الغاز ومطياف الكتلة (GC-MS) Gas chromatography and mass spectroscopy

حُدثت الجزيئات الفعالة في الأيوض باستخدام جهاز (GC-MS) حسب طريقة (2016) Mohan et al. فُرنت الامتصاصية باستخدام جهاز المطياف الضوئي عند طول موجي 550 نانومتر وسُجلت النتائج.

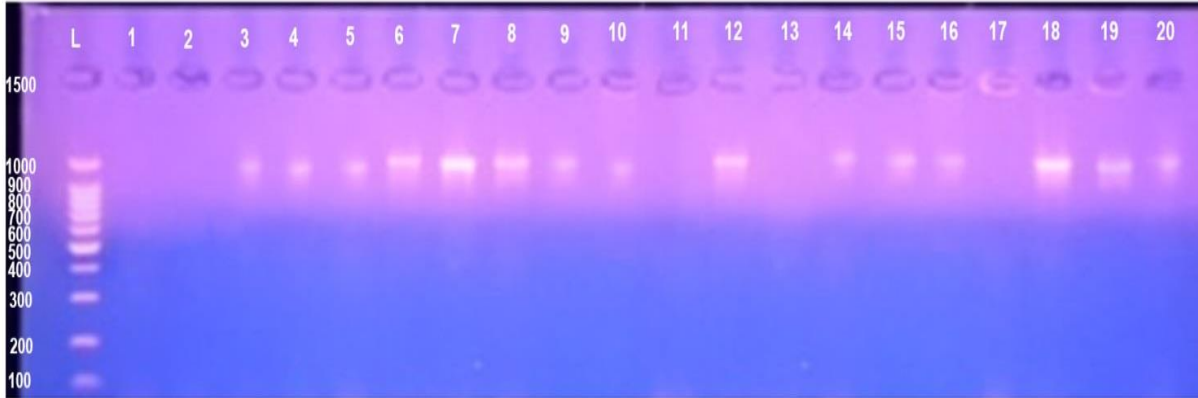
ايمان عبدالله الامارة و غيداء جاسم الغزاوي

دراسة تأثير الرقم الهيدروجيني ودرجة الحرارة على الفعالية التضادية لمستخلصات الأيوض الثانوية لبكتيريا *Bacillus spp.*

حُضنت مستخلصات الأيوض الثانوية عند الدرجات الحرارية 30، 40، 50، 60، 70، 80، 100، 121 °س لمدة 30 دقيقة. كما تم اختبار تأثير الرقم الهيدروجيني pH في الفعالية التضادية للمستخلصات من خلال تغيير الرقم الهيدروجيني للمستخلصات عند 3، 5، 7، 9، 11 ثم حُضنت المستخلصات بدرجة 30 °س لساعتين وتم تحديد الفعالية التضادية للمستخلصات ضد البكتيريا الهدف باستخدام طريقة الانتشار خلال الآجار (Dusane et al., 2013) ثم حُضنت الاطباق لمدة 18 ساعة عند درجة 35 °م وقرئت النتائج.

التحليل الإحصائي

والأنواع العسوية الهدف حيث *Bacillus* تم عمل التحليل الإحصائي لتجارب الفعالية التضادية بين عزلات بكتيريا (*Bacillus*) 2009 (SPSS) تم أخذ متوسط القراءة لثلاثة مكررات ثم حلت النتائج باستخدام البرنامج الإحصائي الحاسوبي ($p < 0.05$) عند مستوى احتمالية L.S.D العوامل المدروسة بالاعتماد على اقل فرق معنوي بين المتوسطات)



شكل 1. نتائج التشخيص الجيني لعزلات العسوية *Bacillus* بتضخيم الجين المشفر لإنتاج إنزيم *gyrase*,
L: Ladder , بادئ ذو وزن جزيئي 1500 زوج قاعدي.

تأثير بعض الظروف البيئية على الفعالية التثبيطية للأبيض الثانوية لبكتيريا *Bacillus spp.*

النتائج والمناقشة

عزل وتشخيص بكتيريا جنس *Bacillus spp.*

تم الحصول على 20 عزلة بكتيرية تابعة للجنس *Bacillus spp.* كما مبين في جدول 2 وقد أظهرت نتائج التشخيص أن 15 عزلة تعود إلى النوع *Bacillus subtilis* فيما شُخصت 5 عزلات على أنها تعود للنوع *B. amyloliquefaciens* وهذا ما اكده التشخيص الجيني (شكل 1) إذ أظهرت العزلات التابعة للنوع *B. subtilis* نتائج موجبة لعملية التضخيم فيما أبدت العزلات التابعة للنوع *B. amyloliquefaciens* نتائج سالبة.

جدول 2. مصادر العزلات التابعة لجنس *Bacillus spp.*

ت	نوع العينة	مصدر العزلة	النوع البكتيري المعزول
1	ماء	أحواض تربية الأسماك في مركز علوم البحار	<i>B. amyloliquefaciens</i>
2	ماء	أحواض تربية الأسماك في مركز علوم البحار	<i>B. amyloliquefaciens</i>
3	ترسبات	ميناء خور الزبير	<i>B. subtilis</i>
4	ترسبات	ميناء أم قصر	<i>B. subtilis</i>
5	ترسبات	ميناء خور الزبير	<i>B. subtilis</i>
6	ترسبات	ميناء خور الزبير	<i>B. subtilis</i>
7	ماء	ميناء أبي الخصيب	<i>B. subtilis</i>
8	ترسبات	ميناء أم قصر	<i>B. subtilis</i>
9	ترسبات	ميناء أم قصر	<i>B. subtilis</i>
10	ترسبات	ميناء الفاو	<i>B. subtilis</i>
11	ترسبات	ميناء الفاو	<i>B. amyloliquefaciens</i>
12	ترسبات	ميناء أم قصر	<i>B. subtilis</i>
13	ترسبات	ميناء أم قصر	<i>B. amyloliquefaciens</i>
14	ترسبات	ميناء أم قصر	<i>B. subtilis</i>
15	ماء	ميناء أم قصر	<i>B. subtilis</i>
16	ماء	ميناء أم قصر	<i>B. subtilis</i>
17	ماء	ميناء أم قصر	<i>B. amyloliquefaciens</i>
18	ماء	ميناء أم قصر	<i>B. subtilis</i>
19	ماء	ميناء أم قصر	<i>B. subtilis</i>
20	ماء	ميناء أم قصر	<i>B. subtilis</i>

عزل البكتيريا الهدف (المكونة للأغشية الحيوية)

عُزلت 5 عزلات بكتيرية مكونة للأغشية الحيوية إذ اختبرت قابليتها على تكوين الأغشية الحيوية بتتميتها في صفيحة المعايرة الدقيقة الحاوية على الوسط الزراعي الملائم لكل نوع بكتيري، عزلت 4 عزلات من الترسبات بواقع عزلتين من ميناء أم قصر وعزلة واحدة من كل من ميناء الفاو والسبية، في حين عزلت عزلة واحدة من المياه من أبي الخصيب. شُخصت العزلات باستخدام عدتي التشخيص VITEK GP للعزلات الموجبة لصبغة غرام و VITEK GN card للعزلات السالبة لصبغة غرام على التوالي (Pincus, 2005) ويبين جدول 3 نتائج تشخيص عزلات البكتيريا الهدف.

جدول 3. الأنواع البكتيرية المنتجة للأغشية الحيوية وأماكن عزلها.

ت	النوع البكتيري	مكان العزل
1	<i>Staphylococcus sciuri</i>	ترسبات أم قصر
2	MRSA	ترسبات أم قصر
3	<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	مياه أبي الخصيب
4	<i>Escherichia coli</i>	ترسبات الفاو
5	<i>Kocuria kristinae</i>	ترسبات السبية

إنتاج الأيوض الثانوية لأنواع العصوية *Bacillus spp.*

تراوحت فترة تنمية افراد هذا الجنس في البحوث و الدراسات السابقة لغرض إنتاج الأيوض الثانوية بين 24-72 ساعة (Valle et al., 2006; Teasdale et al., 2009; Sharma et al., 2010) , وقد اشارت هذه البحوث إلى أن أعلى إنتاج للأيوض الثانوية لأنواع العصوية *Bacillus spp.* كان بعد مرور 48 ساعة من النمو عند دخول المزرعة البكتيرية في مرحلة idiophase من طور الثبات stationary phase، كما تتفق هذه النتائج مع ما توصل إليه Barrios- Gonzalez et al. (2003) الذين اشاروا إلى أن إنتاج الأيوض الثانوية يبدأ عندما يتناقص متوسط النمو البكتيري نتيجة استهلاك احدى المغذيات الرئيسية مثل الكاربون و النتروجين او الفسفور. تتفق هذه النتائج مع ما ذكره

تأثير بعض الظروف البيئية على الفعالية التثبيطية للأبيض الثانوي لبكتيريا *Bacillus spp.*

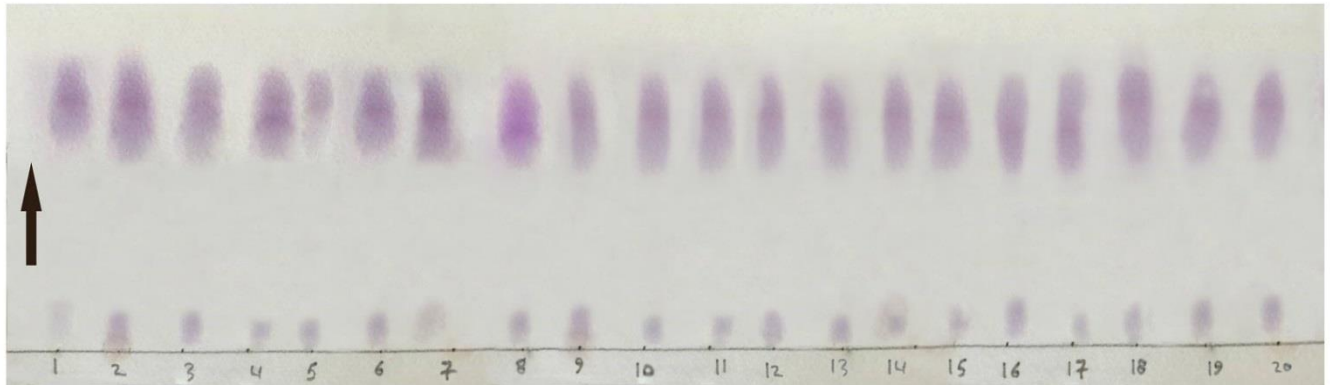
Motta et al. (2007) أن بكتيريا *Bacillus* المعزولة من قبلهم أنتجت الأبيض الثانوي في طور اللوغاريتمي ووصل الإنتاج إلى ذروته في طور الثبات stationary phase.

استخلاص الأبيض الثانوي لأنواع العسوية *Bacillus spp.*

ذكرت البحوث والدراسات استخدام عدة مذيبات لاستخلاص الأبيض الثانوي من بكتيريا *Bacillus* مثل استخدام كل من المذيبات ن-هكسان ، داي كلوروميثان ، الكلوروفورم ، الميثانول ، داي ميثيل سلفوكسايد (DMSO) ، وخلات الاثيل Ethyl acetate (Barrios- Gonzalez et al., 2003; Marhaeni et al., 2011) ، إذ أظهرت الأبيض الثانوي المستخلصة في الدراسات السابقة بواسطة خلاص الاثيل افضل فعالية تضادية ملحوظة ضد الأنواع العسوية الهدف مقارنة بالأبيض المستخلصة بالمذيبات العسوية الأخرى وهذا يتفق مع الدراسة الحالية إذ أظهرت الأبيض الثانوي لأنواع العسوية *Bacillus* فعالية تثبيطية واضحة ضد الأنواع العسوية المستخدمة في الهدف بنوعها السالبة والموجبة لصبغة غرام، وهذا يتفق مع ما ذكره Mohan et al. (2016) أن استخدام خلاص الاثيل في استخلاص الأبيض الثانوي لأنواع العسوية *Bacillus* يحافظ على الفعالية التثبيطية لهذه الأبيض ضد الأنواع العسوية الهدف.

كروماتوغرافيا الطبقة الرقيقة (TLC) Thin layer chromatography

اشارت نتائج كروماتوغرافيا الطبقة الرقيقة TLC إلى ظهور بقع بنفسجية عند استخدام كاشف الننهايدرين مما يدل على احتواء الأبيض الثانوي لبكتيريا *Bacillus* على الأحماض الأمينية كما مبين في شكل 2. يبين جدول 4 قيم متوسط الجريان لمستخلصات الأبيض الثانوي لبكتيريا *Bacillus* إذ كانت القيم متقاربة حيث تراوحت القيم بين 0.750-0.897.



شكل 2. نتائج تحليل كروماتوغرافيا الطبقة الرقيقة لمستخلصات الأبيض الثانوي لبكتيريا *Bacillus spp.*

ايمان عبدالله الامارة و غيداء جاسم الغزوي

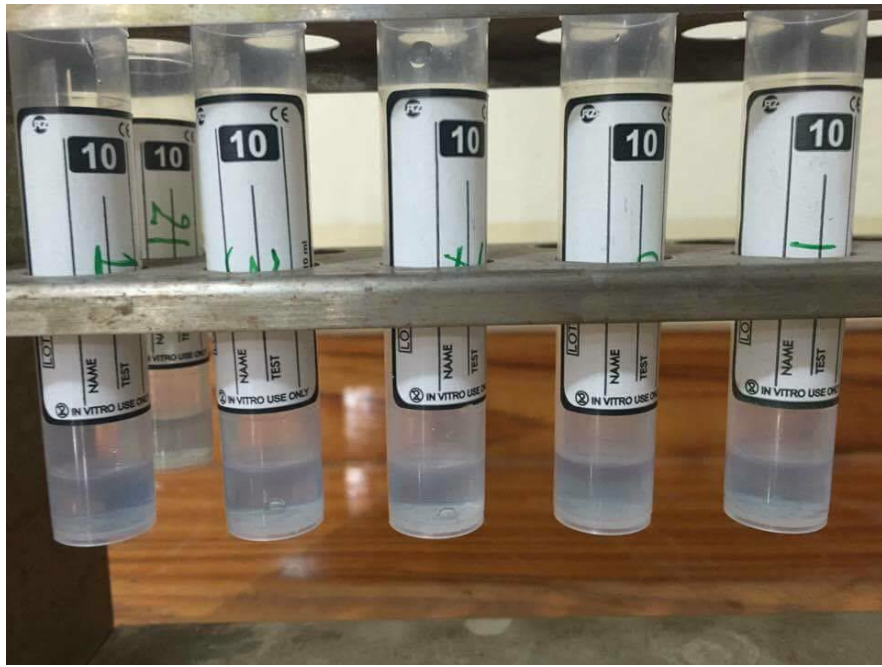
جدول 4. حساب قيمة متوسط الجريان للأيونات

متوسط الجريان Rf	مسافة تحرك المذيب	مسافة تحرك العينة	ت
0.886	8.8	7.8	BA1
0.852	8.8	7.5	BA2
0.863	8.8	7.6	BS3
0.852	8.8	7.5	BS4
0.840	8.8	7.4	BS5
0.829	8.8	7.3	BS6
0.750	8.8	6.6	BS7
0.886	8.8	7.8	BS8
0.897	8.8	7.9	BS9
0.897	8.8	7.9	BS10
0.886	8.8	7.8	BA11
0.897	8.8	7.9	BS12
0.852	8.8	7.5	BA13
0.840	8.8	7.4	BS14
0.886	8.8	7.8	BS15
0.829	8.8	7.3	BS16
0.886	8.8	7.8	BA17
0.897	8.8	7.9	BS18
0.886	8.8	7.8	BS19
0.897	8.8	7.9	BS20

تأثير بعض الظروف البيئية على الفعالية التثبتيية للأبيض الثانويية لبكتيريا *Bacillus spp.*

تحديد البروتينات الكلية في الأبيض الثانويية

اشارت النتائج الموجودة في جدول 5 إلى أن أعلى قيمة للبروتينات الكلية في مستخلصات الأبيض الثانويية كانت في مستخلص الأبيض الثانويية للعزلة BS8 إذ بلغت 13.78 غم /لتر تليها العزلة BS14 بقيمة 12.02 غم/لتر فيما كانت اقل قيمة للبروتينات الكلية في مستخلص الأبيض الثانويية للعزلة BS19 بقيمة 5.28 غم/لتر كما يبين شكل 3 تحول لون المستخلصات إلى اللون البنفسجي بعد اضافة الكاشف إلى أنابيب الاختبار بسبب تكوين معقد بين ذرة النحاس في البايوريت مع النايتروجين في السلاسل الببتيدية.



شكل 3. وجود البروتينات الكلية في مستخلصات الأبيض الثانويية لعزلات بكتيريا *Bacillus* (لاحظ تكون اللون البنفسجي).

تنقية الأبيض الثانويية لأنواع العصوية *Bacillus spp.*

1. كروماتوغرافيا التبادل الأيوني Ion Exchange Chromatography

تم بواسطة هذه الخطوة فصل خليط المركبات المكونة لمستخلصات الأبيض الثانويية اعتماداً على شحنتها بعد وضعها على سطح المبادل الأيوني داخل عمود الفصل بمرحلتين (الشكلان 4 و 5):

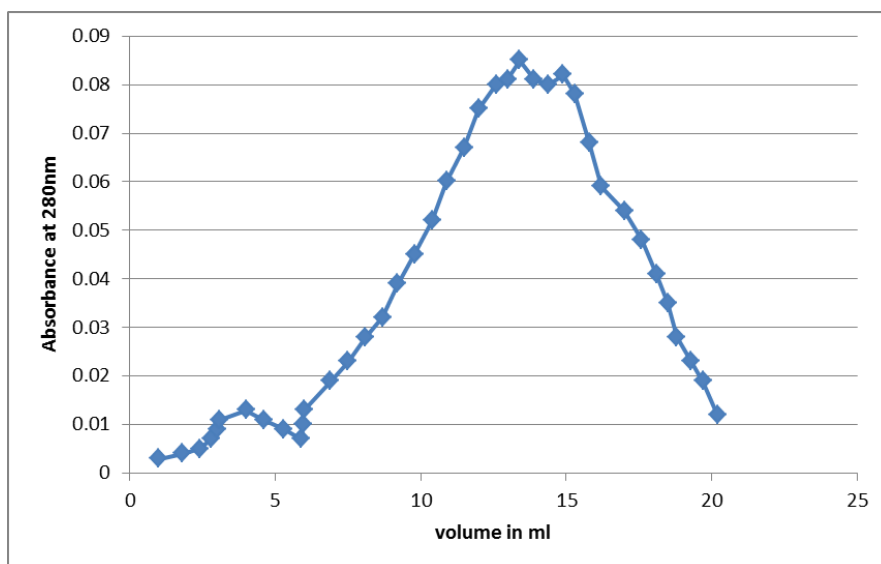
جدول 5. تحديد البروتينات الكلية في مستخلصات الايوض الثانوية لبكتيريا *Bacillus* بطريقة Biuret.

رقم العزلة	الامتصاصية	قيمة البروتين الكلي في العينة (غم/لتر)
blank	0.133	
standard	0.843	
BA1	1.483	10.55
BA2	1.376	9.79
BS3	1.511	10.75
BS4	1.387	9.87
BS5	1.345	9.57
BS6	1.523	10.83
BS7	1.496	10.64
BS8	1.937	13.78
BS9	1.189	8.46
BS10	1.376	9.79
BA11	1.253	8.91
BS12	0.937	6.67
BA13	1.388	9.88
BS14	1.690	12.02
BS15	1.207	8.59
BS16	0.904	6.43
BA17	1.150	8.18
BS18	0.894	6.36
BS19	0.742	5.28
BS20	0.972	6.91

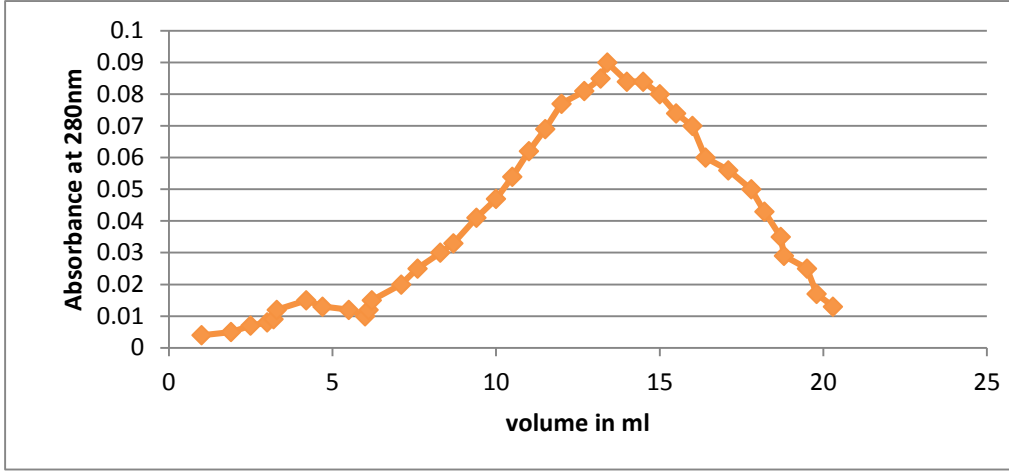
تأثير بعض الظروف البيئية على الفعالية التثبيطية للأبيض الثانوي لبكتيريا *Bacillus spp.*

أولاً- غسل الأجزاء غير المرتبطة (وهي الأجزاء الفعالة من المستخلصات) وتكون ذات شحنة موجبة مشابهة لشحنة المبادل الأيوني والتي مرت دون أن ترتبط بالمبادل مع محلول الغسل بشكل قمة واحدة ، ظهور هذه القمة يدل على خروج الببتيدات وبعض المركبات ذات الشحنة الموجبة نتيجة حصول تنافر للشحنات فيما بينها وبين المبادل. ثانياً - غسل الأجزاء المرتبطة ذات الشحنة السالبة التي ارتبطت بالمبادل الأيوني إذ بدأت هذه الأجزاء بمغادرة العمود اعتماداً على كثافة شحنتها بشكل قمة واحدة أيضاً وذلك بزيادة تركيز ملح كلوريد الصوديوم ، مما دل على ارتباط الببتيدات الأخرى ذات الشحنة السالبة نتيجة حصول تجاذب فيما بينها وبين مادة المبادل والتي اعتمدت شدته على محصلة كثافة الشحنة التي تمتلكها هذه الببتيدات .

يحدث الترسيب بملح كبريتات الأمونيوم للبروتينات بسبب الاخلال disruption الذي تحدثه الايونات الملحية بطبقة جزيئات الماء المحيطة بالبروتين أي خفض درجة الذائبية عن طريق تكوين أملاح بين ايونات الملح والسلاسل الجانبية للأحماض الأمينية المتأينة للبروتين التي تكون اقل ذائبية من البروتين لوحده (Mannerat and Phetron, 2007). تتفق هذه النتائج مع ما ذكره Bechard et al. (1998) و Gordillo and Maldonado (2012) الذين أشاروا إلى إن خطوة التبادل الأيوني مؤثرة جدا في إزالة المواد الصبغية التي تلوث العينة والتي فصلت المستخلص في قمة منفصلة عن القمة الاخرى التي مثلت المواد غير الفعالة في المستخلص الخام.



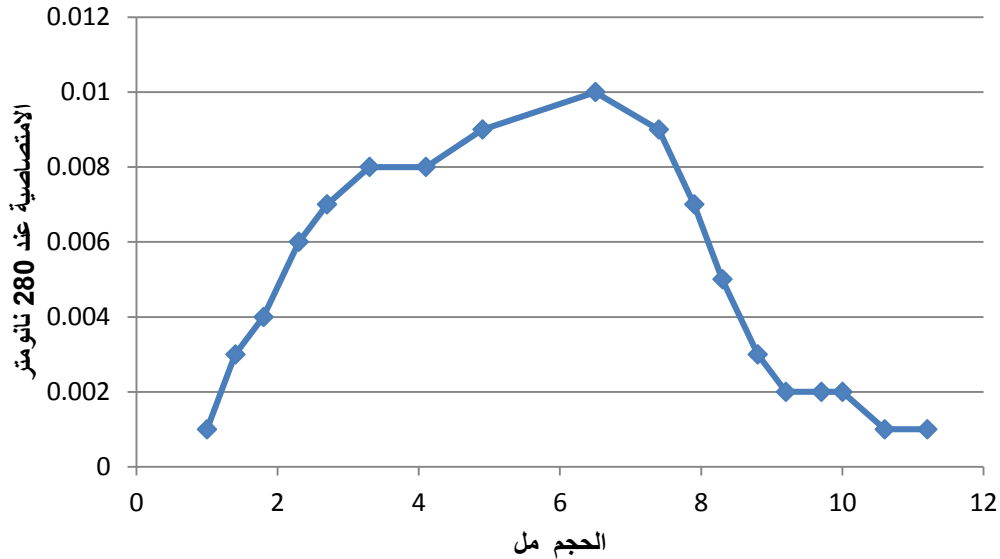
شكل 4. كروماتوغرافيا التبادل الأيوني للأبيض الثانوي للعزلة BS8.



شكل 5. كروماتوغرافيا التبادل الأيوني للأبيض الثانوية للعزلة BS14.

2. كروماتوغرافيا الترشيح الهلامي Gel filtration chromatography

أجري الترشيح الهلامي باستعمال هلام السيفادكس S-25 في تنقية الأبيض الثانوية وذلك نظراً لما يمتاز به هذا النوع من الهلام من سمات مرغوبة وهي استيعابه الواسع وفصله العالي للمواد وسهولة تحضيره وإمكانية إعادة تنشيطه واستعماله لعدة مرات (شكل 6)، تتفق النتائج مع ما توصل إليه (Teixeira et al., 2013) أن استعمال هلام السيفادكس في الترشيح الهلامي يعد اختياراً ناجحاً جداً إذ ساهم في زيادة الفعالية التثبيطية للأبيض الثانوية ضد الأنواع العسوية الهدف.



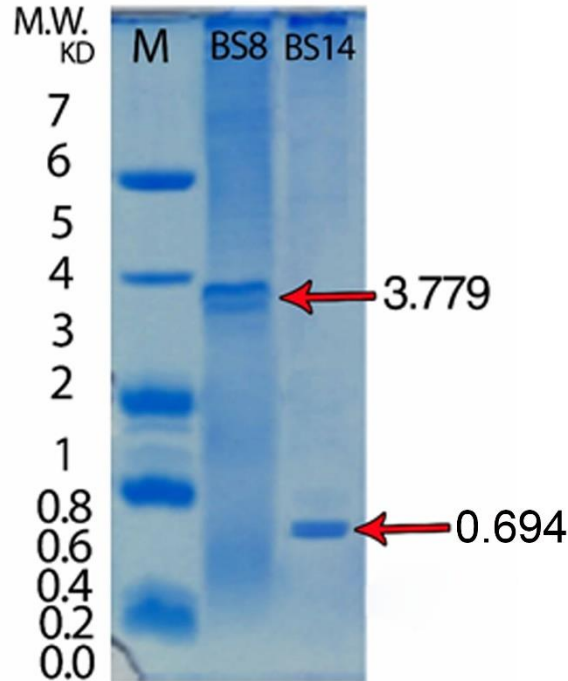
شكل 6. كروماتوغرافيا الترشيح الهلامي للعزلتين BS8 و BS14.

تأثير بعض الظروف البيئية على الفعالية التثبيطية للأبيض الثانوي لبكتيريا *Bacillus spp.*

3. الترحيل الكهربائي Electrophoresis لمستخلصات الأيض الثانوية

أظهرت نتائج الترحيل الكهربائي باستخدام معلم الوزن الجزيئي aporitinin ذو الوزن الجزيئي 6512 دالتون وجود حزمتين ببتيديتين خاليتين من التلوث بواقع حزمة واحدة لكل مستخلص مما يدل على كفاءة الطريقة المستخدمة في استخلاص وتنقية مستخلصات الأيض الثانوية وقد بلغ الوزن الجزيئي للحزمة الاولى 3779 دالتون وكانت لمستخلص الأيض الثانوية للعزلة BS8، فيما بلغ الوزن الجزيئي للحزمة الثانية 694 دالتون وكانت لمستخلص الأيض الثانوية للعزلة BS14 كما موضح في شكل 7.

اتفقت النتائج مع ما توصل إليه Bechard et al. (1998) الذين ذكروا أن الببتيدات المستخلصة من بكتيريا *Bacillus subtilis* والتي قاموا بتمريرها في الهلام بطريقة SDS- PAGE قد ظهرت بشكل تجمعات aggregates مكونة تركيبيا يشبه الغزل micelle structure وهي صفة شائعة للببتيدات التي تمتلك خواص الشد السطحي مثل surfactin والتي تمتلك قدرة على تنظيف السطوح الملوثة بالإضافة إلى قدرتها التثبيطية ضد أنواع بكتيرية عديدة مما يؤهلها لتكون بدائل حيوية للمواد الكيماوية المستخدمة لعلاج عدد من المشاكل البيئية ومنها الأغشية الحيوية.



شكل 7. الترحيل الكهربائي للأبيض الثانوي للعزلتين BS8 و BS14 على الهلام بوجود مادة SDS.

1- (M) Marker (aprotinin) ببتيد -1

2- الأيض الثانوية للعزلة BS8

3- الأيض الثانوية للعزلة BS14.

تشخيص الأيوض الثانوية باستخدام كروماتوغرافيا الغاز

ومطياف الكتلة (GC-MS) Gas chromatography and mass spectroscopy

أظهرت نتائج تحليل كروماتوغرافيا الغاز ومطياف الكتلة للأيوض الثانوية التي أنتجت من قبل العزلتين BS8 وBS14 كما هو مبين في الجدولين 6 و 7 أن الأيوض الثانوية للعزلتين تحتوي على العديد من المركبات ذات الفعالية التضادية تجاه البكتيريا الهدف مثل الأحماض الأمينية ومشتقاتها والسترات والمركبات العضوية الهيدروكربونية وغيرها وهذه النتائج تتوافق مع دراسة (Ramyabharathi and Raguchander 2014) الذين ذكروا أن الأيوض الثانوية التي قاما بتحليل مكوناتها بجهاز GC-MS احتوت على المركبات العضوية الحاوية على الحوامض الأمينية، تمتلك هذه المركبات فعالية تثبيطية ميكروبية مثل L- Lucine و Norvaline n- propaglyoxycarbonyl-, nonylester و d- proline , N – metoxycarbonyl – , pentyl ester و N- cycloprpyl carbonyl-, butyl والتي أيضا تم عزلها من مستخلصات الأيوض الثانوية في الدراسة الحالية ، إذ اشارا إلى أن وجود الأحماض الأمينية والإسترات في مستخلصات الأيوض الثانوية لبكتيريا *B. subtilis* يعطي لهذه المستخلصات فعالية تثبيطية قوية ضد الاحياء المجهرية مما يؤهلها لتكون عوامل سيطرة بيولوجية تساهم في القضاء على العديد من المشاكل البيئية التي تسببها هذه الاحياء المجهرية مما يساعد في التقليل من استخدام المواد الكيماوية في علاج هذه المشاكل البيئية، واتفقت النتائج مع ما اشار إليه (Leiman et al. 2013) في أن الأحماض الأمينية من نوع d تثبط تكوين الأغشية الحيوية بشكل غير مباشر من خلال تداخلها مع تصنيع البروتين، كما تتفق هذه النتائج مع ما توصل إليه (Skariyachan et al. 2013) الذين ذكروا أن تنتج العديد من البروتينات الخارج خلوية خلال طور الثبات من منحنى النمو، إذ ظهرت لديهم خلال الترحيل الكهربائي للعزلة التي اطلقوا عليها اسم *B. subtilis* 168 110-100 بقعة في الهلام ، اختيرت منها 38 بقعة لتحليل تتابعات الأحماض الأمينية الموجودة في النهاية الأمينية N-terminal والتي أظهرت تواجد العديد من الأحماض الأمينية مثل الألانين والغالين والليوسين ومشتقاتها حيث ذكروا أن بوادئ هذه الأحماض الأمينية تتواجد في غشاء الخلية البكتيرية ثم تتجمع هذه الأحماض الأمينية في الساييتوبلازم بمساعدة إنزيمات ببتيدازات الإشارة signal peptidases لتُحرر إلى الوسط الزراعي اثناء طور الثبات.

يبين جدول 8 الفعالية التضادية للأيوض الثانوية المنقاة للعزلتين BS8 وBS14 على التوالي إذ حصلت زيادة في الفعالية التثبيطية للأيوض الثانوية لأنواع العصوية *Bacillus* تجاه الأنواع العصوية الهدف مع كل خطوة من خطوات التنقية. وأظهر التحليل الإحصائي وجود فروق معنوية ($p < 0.05$) في الفعالية التثبيطية بين عزليتي جنس *Bacillus* إذ تفوقت العزلة BS8 ($p < 0.05$) في فعاليتها التثبيطية ضد البكتيريا الهدف، كما أظهر التحليل الإحصائي وجود فروق معنوية ($p < 0.05$) بين عزلات الأنواع العصوية الهدف إذ تفوقت بكتيريا *Kocuria kristinae* على باقي عزلات البكتيريا الهدف في حساسيتها لمستخلص الأيوض الثانوية المنقاة لعزليتي جنس *Bacillus* عند مستوى ($p < 0.05$) في حين تفوقت بكتيريا *P. aeruginosa* على باقي عزلات البكتيريا الهدف في مقاومتها لمستخلص الأيوض

تأثير بعض الظروف البيئية على الفعالية التثبيطية للأبيض الثانوي لبكتيريا *Bacillus spp.*

الثانوية المنقاة لعزلي جنس *Bacillus* عند مستوى ($p < 0.05$). تتفق هذه النتائج مع ما أشار إليه Liu et al. (2018) أن الأيوض الثانوية المنتجة من العزلات البحرية لجنس *Bacillus* تمتلك صفات توصلها لأن تكون مضادات حيوية قادرة على تثبيط العديد من الممرضات البكتيرية، كما تتفق النتائج مع ما ذكره Wilson et al. (2011) بأن الفعالية التثبيطية لمستخلص الأيوض الثانوية المنقاة لأنواع العصوية *Bacillus* أعلى منها في الراشح الخام لنفس السلالة عند تميتها في المزارع البكتيرية السائلة ، كما تتفق هذه النتائج مع ما توصل إليه كل من Delcoue (2009) و Wiener and Horanyi (2011) الذين ذكروا أن سبب كون التأثير التضادي للأبيض الثانوية لأنواع العصوية *Bacillus* ضد البكتيريا الموجبة لصبغة غرام أعلى منه في البكتيريا السالبة لصبغة غرام ربما يُعزى ذلك إلى النفاذية المنخفضة للغشاء الخارجي لأنواع العصوية السالبة لصبغة غرام وكذلك وجود طبقة عديد السكريات الدهني lipopolysaccharide التي تُمثل حاجزاً ضد المركبات الكارهة للماء.

تأثير درجة الحرارة والرقم الهيدروجيني على الفعالية التضادية

لمستخلصات الأيوض الثانوية لبكتيريا *Bacillus spp.*

أظهرت الأيوض الثانوية المنقاة للعزلتين BS8 و BS14 ثباتية عالية عند درجات الحرارة المستخدمة في التجربة ماعدا درجة الحرارة 121°س حيث تناقصت فعاليتها البكتيرية ضد البكتيريا الهدف، إذ يبين شكل 8 تأثير درجات الحرارة على الفعالية التثبيطية للأبيض الثانوية للعزلة BS8 إذ بلغت أقطار مناطق التثبيط للبكتيريا الهدف 14، 15، 17، 19، 17 ملم لكل من الأنواع *P. aeruginosa* ، *E. coli* ، *S. sciuri* ، MRSA و *K. kristinae* على التوالي ضد الأيوض الثانوية للعزلة BS8 بعد تعريض هذه الأيوض لدرجات الحرارة 30-100°س فيما تناقصت أقطار مناطق التثبيط إلى 8، 10، 13، 14، 15 ملم عند درجة الحرارة 121°س ، اما شكل 9 فيبين تأثير درجات الحرارة على الفعالية التثبيطية للأبيض الثانوية للعزلة BS14 حيث بلغت أقطار مناطق التثبيط للبكتيريا الهدف 13، 16، 17، 19، 20 ملم لكل من الأنواع *P. aeruginosa* ، *E. coli* ، *S. sciuri* ، MRSA و *K. kristinae* على التوالي ضد الأيوض الثانوية للعزلة BS14 بعد تعريض هذه الأيوض لدرجات الحرارة 30-100°س فيما تناقصت أقطار مناطق التثبيط إلى 9، 10، 12، 13، 15 ملم عند درجة الحرارة 121°س.

كما أظهرت الأيوض الثانوية ثباتية عالية في جميع قيم الرقم الهيدروجيني المستخدمة في التجربة فقد حافظت على فعاليتها التضادية ضد البكتيريا الهدف كما هو مبين في شكل 10 الذي يبين تأثير اختلاف قيم الرقم الهيدروجيني على الفعالية التثبيطية لمستخلص الأيوض الثانوية للعزلة BS8 ضد البكتيريا الهدف، إذ بلغت أقطار مناطق التثبيط للبكتيريا الهدف 15، 17، 18، 19، 21 ملم لكل من الأنواع *P. aeruginosa* ، *E. coli* ، *S. sciuri* ، MRSA و *K. kristinae* على التوالي ضد الأيوض الثانوية للعزلة BS8 بعد تعريض هذه الأيوض لقيم مختلفة من الرقم الهيدروجيني تراوحت بين 3-11 .

جدول 6. نتائج تحليل الأيوض الثانوية للعزلة المحلية BS8 بواسطة جهاز GC- MS.

Compound Table

Compound Label	RT	Name	Formula	MFG Formula	DB Formula	Hits (DB)
Cpd 4: 2-Amino-2-methyl-1,3-propanediol	13.644	2-Amino-2-methyl-1,3-propanediol	C4H11NO2	C4H11NO2	C4H11NO2	6
Cpd 6: Phenol, 4-(2-aminoethyl)-	15.015	Phenol, 4-(2-aminoethyl)-	C8H11NO	C8H11NO	C8H11NO	10
Cpd 7: 1,3,5-Trioxane	15.471	1,3,5-Trioxane	C3H6O3	C3H6O3	C3H6O3	2
Cpd 8: 2H-Thiopyran, 5,6-dihydro-	15.71	2H-Thiopyran, 5,6-dihydro-	C5H8S	C5H8S	C5H8S	5
Cpd 9: Diethylene glycol, O,O-di(pivaloyl)-	15.902	Diethylene glycol, O,O-di(pivaloyl)-	C14H26O5	C14H26O5	C14H26O5	1
Cpd 10: Pyrrole, 2-methyl-5-phenyl-	16.276	Pyrrole, 2-methyl-5-phenyl-	C11H11N	C11H11N	C11H11N	10
Cpd 11: Phenethylamine, N-benzyl-p-chloro-	16.586	Phenethylamine, N-benzyl-p-chloro-	C15H16ClN	C15H16ClN	C15H16ClN	10
Cpd 12: 1-(1'-pyrrolidinyl)-2-butanone	16.983	1-(1'-pyrrolidinyl)-2-butanone	C8H15NO	C8H15NO	C8H15NO	10
Cpd 13: 2-Cyclohexen-1-one, 3,5-dimethyl-	17.375	2-Cyclohexen-1-one, 3,5-dimethyl-	C8H12O	C8H12O	C8H12O	3
Cpd 14: 3-Ethoxy-4-methoxyphenol	17.699	3-Ethoxy-4-methoxyphenol	C9H12O3	C9H12O3	C9H12O3	10
Cpd 16: 1H-Pyrazolo[3,4-d]pyrimidin-4-amine	18.041	1H-Pyrazolo[3,4-d]pyrimidin-4-amine	C5H5N5	C5H5N5	C5H5N5	10
Cpd 17: 2-Cyclopentan-1-one, 2-hydroxy-3,4-dimethyl-	18.162	2-Cyclopentan-1-one, 2-hydroxy-3,4-dimethyl-	C7H10O2	C7H10O2	C7H10O2	10
Cpd 18: Indolizine, 5-methyl-	18.328	Indolizine, 5-methyl-	C9H9N	C9H9N	C9H9N	10
Cpd 19: Methyl-6-deoxy-6-fluoro-2,3,4-tri-O-methyl.beta.d-galactopyranoside	18.569	Methyl-6-deoxy-6-fluoro-2,3,4-tri-O-methyl.beta.d-galactopyranoside	C10H19FO5	C10H19FO5	C10H19FO5	2
Cpd 20: l-Norvaline, n-propargyloxycarbonyl-, nonyl ester	18.863	l-Norvaline, n-propargyloxycarbonyl-, nonyl ester	C18H31NO4	C18H31NO4	C18H31NO4	10
Cpd 21: 1-Propanone, 1-(5-methyl-2-thienyl)-	19.114	1-Propanone, 1-(5-methyl-2-thienyl)-	C8H10O5	C8H10O5	C8H10O5	1
Cpd 22: Pentadecanoic acid, ethyl ester	19.228	Pentadecanoic acid, ethyl ester	C17H34O2	C17H34O2	C17H34O2	3
Cpd 23: Ethyl 13-methyl-tetradecanoate	19.314	Ethyl 13-methyl-tetradecanoate	C17H34O2	C17H34O2	C17H34O2	10
Cpd 24: l-Leucine, N-cyclopropylcarbonyl-, butyl	19.855	l-Leucine, N-cyclopropylcarbonyl-, butyl	C14H25NO3	C14H25NO3	C14H25NO3	10
Cpd 25: Pyrrolo[1,2-a]pyrazine-1,4-dione, hexahydro-3-(2-methylpropyl)-	20.021	Pyrrolo[1,2-a]pyrazine-1,4-dione, hexahydro-3-(2-methylpropyl)-	C11H18N2O2	C11H18N2O2	C11H18N2O2	10

تأثير بعض الظروف البيئية على الفعالية التثبيطية للأبيض الثانوي لبكتيريا *Bacillus spp.*

جدول 7. نتائج تحليل الأيض الثانوي للعزلة BS14 بواسطة جهاز GC- MS.

Compound Table

Compound Label	RT	Name	Formula	MFG Formula	DB Formula	Hits (DB)
Cpd 2: d-Proline, N-methoxycarbonyl-, pentyl ester	10.843	d-Proline, N-methoxycarbonyl-, pentyl ester	C ₁₂ H ₂₁ NO ₄	C ₁₂ H ₂₁ NO ₄	C ₁₂ H ₂₁ NO ₄	10
Cpd 6: 6-Ethyl-4,5,7,8-tetrathiaundecane	20.362	6-Ethyl-4,5,7,8-tetrathiaundecane	C ₉ H ₂₀ S ₄	C ₉ H ₂₀ S ₄	C ₉ H ₂₀ S ₄	1

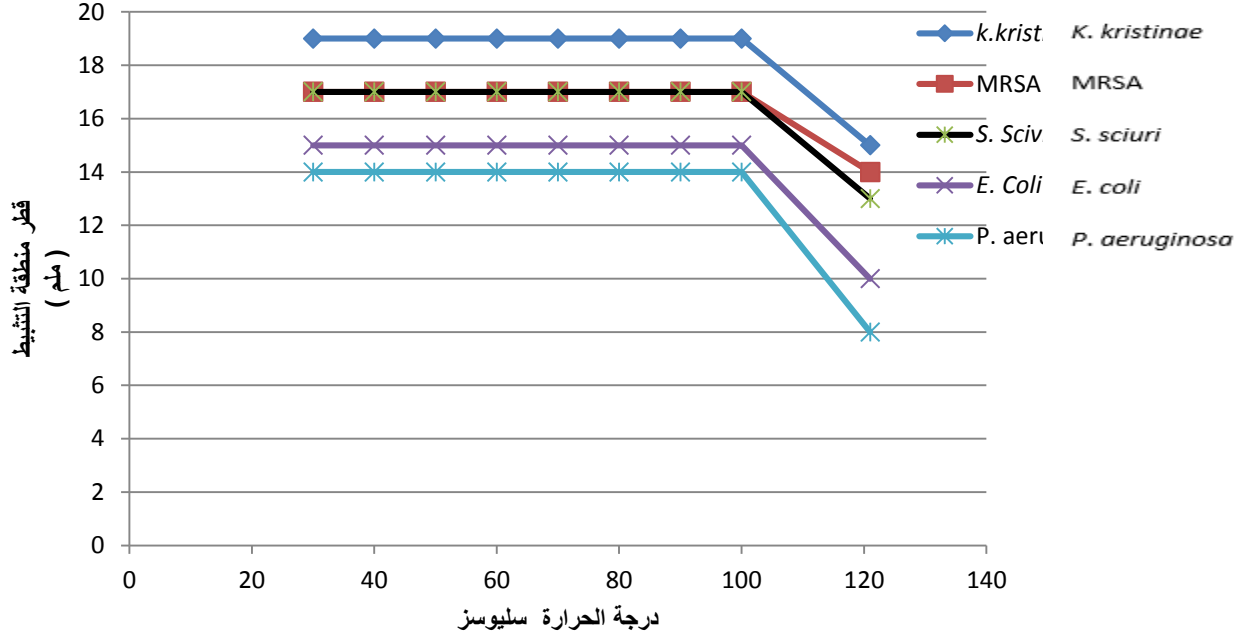
وكذلك يبين شكل 11 تأثير اختلاف قيم الرقم الهيدروجيني على الفعالية التثبيطية لمستخلص الأيض الثانوي للعزلة BS14 ضد البكتيريا الهدف حيث بلغت أقطار مناطق التثبيط للبكتيريا الهدف 14، 15، 16، 17، 19 ملم لأنواع *P. aeruginosa*، *E. coli*، *S. sciuri*، *MRSA* و *K. kristinae* على التوالي ضد الأيض الثانوي للعزلة BS14 بعد تعريض هذه الأيض لقيم مختلفة من الرقم الهيدروجيني تراوحت بين 3-11.

جدول 8. الفعالية التضادية للأبيض الثانوي المنقاة للعزلتين BS14 و BS8.

قطر منطقة التثبيط (ملم)					ت	خطوات التنقية
<i>S. sciuri</i>	<i>K. kristinae</i>	MRSA	<i>E. coli</i>	<i>P. aeruginosa</i>		
20	22	19	17	16	BS8	كروماتوغرافيا التبادل الأيوني
19	22	20	16	14	BS14	
23	24	22	20	19	BS8	كروماتوغرافيا الترشيح الهلامي
21	23	22	18	18	BS14	
23	24	22	20	21	BS8	الرحلان الكهربائي
21	23	22	19	19	BS14	

- ظهور فروق معنوية عند مستوى ($p < 0.05$).
- الأرقام تمثل متوسط قراءة ثلاثة مكررات.

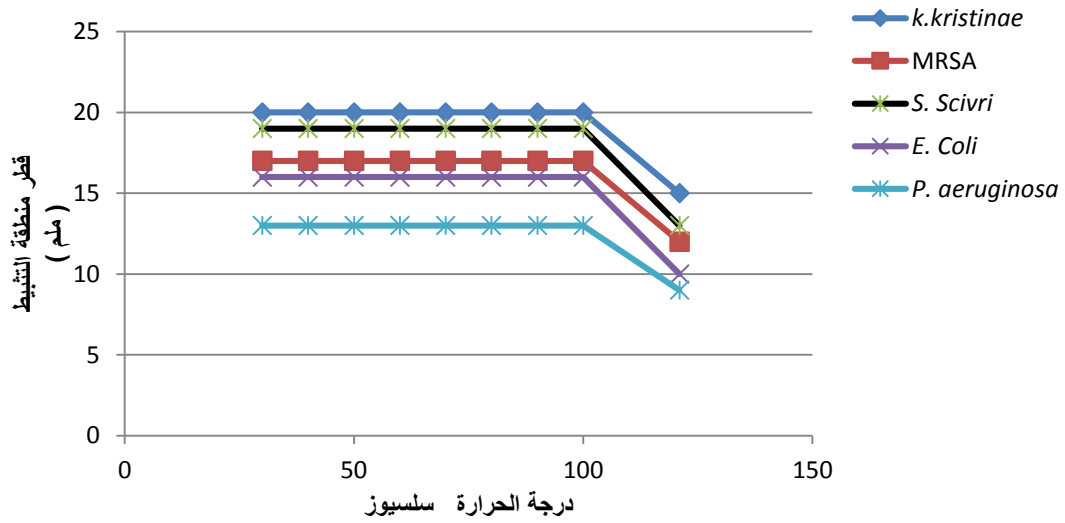
ايمان عبدالله الامارة و غيداء جاسم الغزاوي



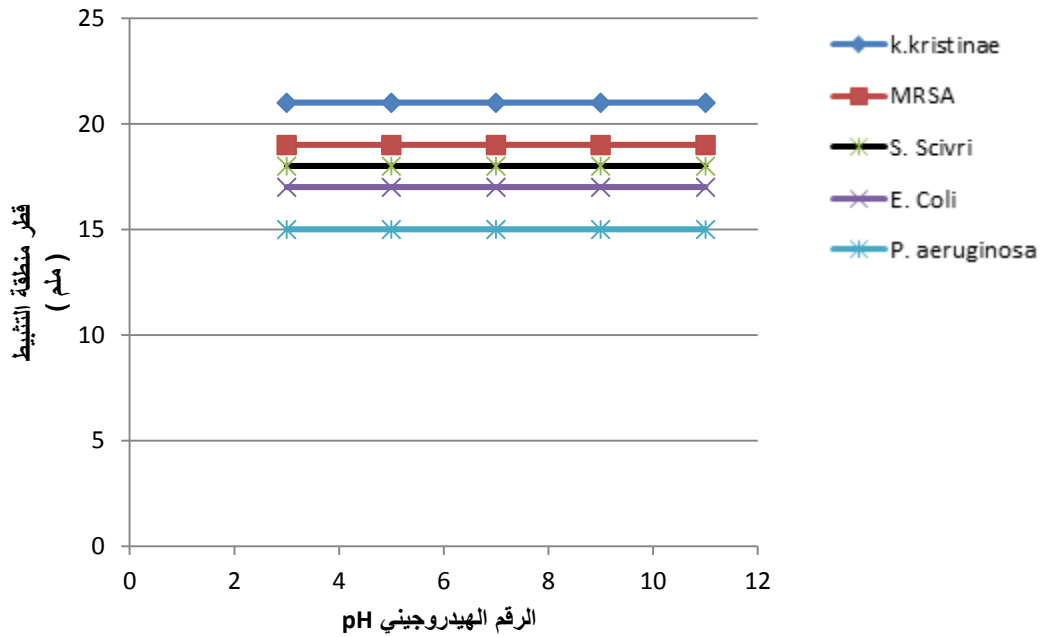
شكل 8. تأثير اختلاف درجات الحرارة على الفعالية التثبيطية لمستخلص الأيوض الثانوية للعزلة BS8 ضد البكتيريا الهدف.

تتفق نتائج الدراسة مع ما توصل إليه Sirtori et al. (2006) الذين عزوا سبب ثباتية الأيوض الثانوية تجاه التغير في درجات الحرارة والرقم الهيدروجيني إما إلى الثباتية العالية لتركيب الأيوض الثانوية لبكتيريا *B. subtilis* أو أن هذا الببتيد يستطيع أن يُطوى ذاتياً إلى تركيبه الصحيح، كما تتفق النتائج مع ما توصل إليه Cladera-Olivera et al. (2004) الذين أشاروا إلى أن سبب عدم تأثر الفعالية التثبيطية للأيوض الثانوية لبكتيريا *Bacillus* بالتغير في درجات الحرارة أو الرقم الهيدروجيني ربما يُعزى إلى احتوائها على مركبات حلقيه تضم حوامض أمينية غير اعتيادية، كما تتفق الدراسة الحالية مع ما ذكره Ebrahimipour et al. (2014). أن سبب ثباتية المستخلصات في المدى الواسع من الحرارة والرقم الهيدروجيني ربما يُعزى إلى حجمها الصغير والصفات التركيبية الخاصة بها. إن الاستنتاج الذي خلصت به الدراسة الحالية هو أن للأيوض الثانوية المنتجة من قبل بكتيريا *Bacillus spp.* كان لها ثباتية عالية فيما يتعلق بدرجات الحرارة والرقم الهيدروجيني وهذا يعني نجاح استخدامها وإمكانية فعاليتها التثبيطية ضد البكتيريا المكونة للأغشية الحيوية.

تأثير بعض الظروف البيئية على الفعالية التثبيطية للأبيض الثانوية لبكتيريا *Bacillus spp.*

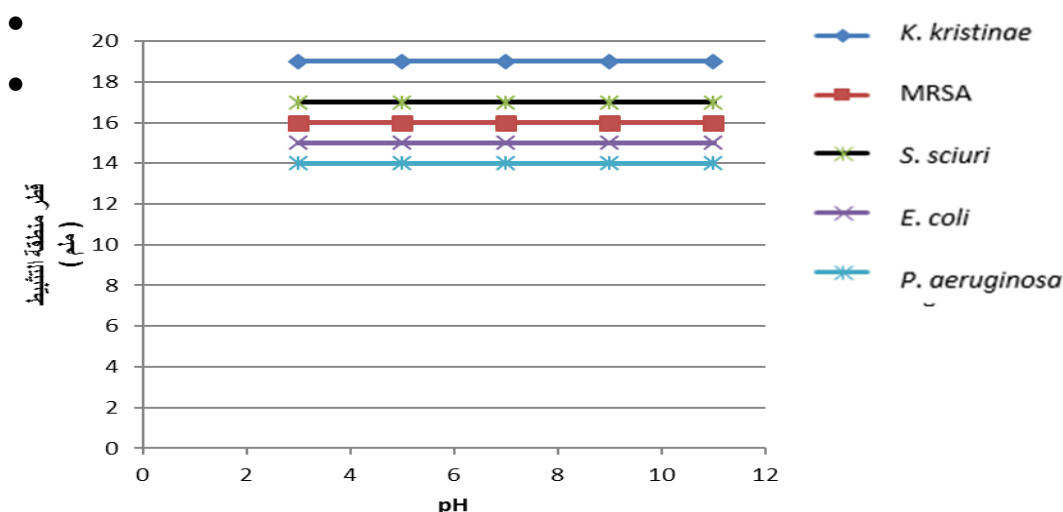


شكل 9. تأثير اختلاف درجات الحرارة على الفعالية التثبيطية لمستخلص الأيوض الثانوية للعزلة BS14 ضد البكتيريا الهدف.



شكل 10. تأثير اختلاف قيم الرقم الهيدروجيني على الفعالية التثبيطية لمستخلص الأيوض الثانوية للعزلة BS8 ضد البكتيريا الهدف.

ايمان عبدالله الامارة و غيداء جاسم الغزاوي



شكل 11. تأثير اختلاف قيم الرقم الهيدروجيني pH على الفعالية التثبيطية لمستخلص الأيوض الثانوية للعزلة BS14 ضد البكتيريا الهدف.

المراجع

- Amin, M., Rakhisi, Z. and Ahmady, A. Z. (2015). Isolation and identification of *Bacillus* species from soil and evaluation of their antibacterial properties. *Avicenna Clin. Microb. Infec.*, **2** (1),1-4.
- Anju, K. M., Archana, M. M., Mohandas, C. and Nambisan, B. (2015). Purification and identification of an antibacterial protein from the symbiotic bacteria associated with novel entomopathogenic nematode, *Rhabditis (Oscheius)* sp. *World Journal of Microbiology and Biotechnology*, **31**(4), 621-632.
- Barrios-Gonzalez, J., Fernandez, F. J. and Tomasini, A. (2003). Microbial secondary metabolites production and strain improvement. *Indian Journal of Biotechnology*, **2**(3). 322-333.
- Bechard, J., Eastwell, P. L., Sholberg, G., Mazza, G., and Skura, B. (1998). Isolation and partial chemical characterization of an antimicrobial peptide produced by a strain of *Bacillus subtilis*. *J. Agric. Food. Chem.*, **46**(12): 5355- 5361.
- Choudoir, M. J., Pepe-Ranney, C. and Buckley, D. H. (2018). Diversification of secondary metabolite biosynthetic gene clusters coincides with lineage divergence in *Streptomyces*. *Antibiotics*. **7**(1): pii: E12. doi: 10.3390/antibiotics7010012.
- Cladera-Olivera, F., Caron, G. R. and Brandelli, A. (2004). Bacteriocin-like substance production by *Bacillus licheniformis* strain P40. *Lett. Appl. Microbiol.*, **38**(4), 251–256.
- Delcoue, A. H. (2009). Outer membrane permeability and antibiotic resistance. *Biochem. Biophys. Acta*, **1794**(5), 808-816 .

تأثير بعض الظروف البيئية على الفعالية التثبيطية للأیوض الثانوية لبكتيريا *Bacillus* spp.

- Demain, A. L. and Fang, A. (2000). The natural functions of secondary metabolites. *Adv. Biochem. Eng. Biotechnol.*, **69**, 1- 39.
- Dusane, D. H., Damare, S. R., Nancharaiah, Y. V., Ramaiah, N., Venugopalan, V. P., Kumar, A. R. and Zinjarde, S. S. (2013). Disruption of microbial biofilms by an extracellular protein isolated from epibiotic tropical marine strain of *Bacillus licheniformis*. *PLoS One*, **8**(5), 1-12.
- Dusane, D. H., Pawar, V. S., Nancharaiah, Y. V., Venugopalan, V. P., and Kumar, A. R. (2011). Antibiofilm potential of a glycolipid biosurfactant produced by a tropical marine strain of *Serratia marcescens*. *Biofouling*, **27**(6), 645–654.
- Ebrahimipour, G. H., Khosravibabadi, Z., Hossein Sadeghi, H. and Aliahmadi, A. (2014). Isolation, partial purification and characterization of an antimicrobial compound, produced by *Bacillus atrophaeus*. *Jundishapur J. Microbiol.*, **7**(9): e11802.
- Gordillo, M. A. and Maldonado, M. C. (2012). Purification of peptides from *Bacillus* strains with biological activity. Chapter 11, pp: 201-224 In: Dhanarasu, S.(ed.). *Chromatography and its applications*. Publisher InTech. Croatia.
- Hassan, S. W. M., Abdul-Raouf, U. M. and Ali, M. A. R. (2015). Antagonistic interactions and phylogenetic diversity of antimicrobial agents producing marine bacteria in Suez bay. *The Egyptian Journal of Aquatic Research*, **41**(1), 57-67.
- Laemmli, U. K. (1970). Cleavage of structural proteins during the assembly of the head of bacteriophage T4. *Nature*, **227**(5259), 680-685.
- Leifert, C., Li, H., Chidburee, S., Hampson, S., Workman, S., Sigeo, D., Epton, H. and Harbour, A. (1995) Antibiotic production and biocontrol activity by *Bacillus subtilis* CL27 and *Bacillus pumilus* CL45. *J Appl Bacteriol.* **78**, 97–108
- Leiman, S. A., May, J. M., Lebar, M. D., Kahne, D., Kolter, R. and Losick, R. (2013). D-amino acids indirectly inhibit biofilm formation in *Bacillus subtilis* by interfering with protein synthesis. *J. Bacteriol.*, **195**(23), 5391–5395.
- Liu, Z., Wang, Y., Jia, X. and Lu, W. (2018). Isolation of secondary metabolites with antimicrobial activities from *Bacillus amyloliquefaciens* LWYZ003. *Transactions of Tianjin University*. <https://doi.org/10.1007/s12209-018-0137-7>.
- Mannerat, S. and Phetrong, K. (2007). Isolation of biosurfactant producing marine bacteria and characteristics of selected biosurfactant. *Songklanakarin J. Sci. Technol.*, **29**(3), 781-791.
- Marhaeni, B., Radjasa, O. K., Khoeri, M. M., Sabdono, A., Bengen, D. G. and Sudoyo, H. (2011). Antifouling activity of bacterial symbionts of sea grasses against marine biofilm forming bacteria. *Journal of Environmental Protection*, **2**(9), 1245-1249.
- Mohan, G., Kumar, A., Thangappanpillai, T. and Ramasamy, B. (2016). Antimicrobial activities of secondary metabolites and phylogenetic study of sponge endosymbiotic bacteria, *Bacillus* sp. at Agatti Island Lakshadweep Archipelago. *Biotechnol. Reports*, **11**, 44- 52.
- Mondol, M.; Shin, H. and Islam, M. (2013). Diversity of secondary metabolites from marine *Bacillus* species: Chemistry and biological activity. *Mar. Drugs*, **11**(8), 2846–2872.

- Motta, A. S., Cannavan, F. S., Tsai, S. M. and Brandelli, A. (2007). Characterization of a broad range antibacterial substance from a new *Bacillus* species isolated from amazon basin. Arch. Microbiol., **188**, 367–375.
- PHE: Public Health England (2015). UK standards for microbiology investigation: identification of *Bacillus* species. Issue No.3, pp: 1- 27
- Pincus, D. H. (2005). Microbial identification using the VITEK® 2 bioMérieux system bioMérieux Hazelwood, MO, USA .
- Priest, F., Aquino deMuro, M. and Aji, D. (1995). Systematics of insect pathogenic Bacilli uses in strain identification and isolation of novel pathogens. **In:** Bacterial Diversity and Systematics. Priest, F.; Ramos-Cormenzana, A. and Tindaall, B. (eds). Plenum Press, New York, 275- 295
- Ramyabharathi, S. A. and Raguchander, T. (2014). Efficacy of secondary metabolites produced by *Bacillus subtilis* EPCO16 against tomato wilt pathogen *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici*. Journal of Mycology and Plant Pathology, **44**(2), 148-153.
- Sharma, P. K., Goel, M., Dureja, P. and Uniyal, P. L. (2010). Isolation and identification of secondary metabolites from hexane extract of culture filtrate of *Bacillus lichniformis* MTCC 7445. Archives of Phytopathology and Plant Protection, **43**(16), 1636-1642.
- Sirtori, L. R., Cladera-Olivera, F., Lorenzini, D. M., Tsai, S. M. and Brandelli, A. (2006). Purification and partial characterization of an antimicrobial peptide produced by *Bacillus* sp. strain P45, a bacterium from the Amazon basin fish *Piaractus mesopotamicus*. J. Gen. Appl. Microbiol., **52**(6), 357- 363.
- Skariyachan, S., Rao, A. G., Patil, M.R., Saikia, B., Bharadwaj, K. N. V. and Rao, J. S. G. (2013). Antimicrobial potential of metabolites extracted from bacterial symbionts associated with marine sponges in coastal area of Gulf of Mannar Biosphere, India. Letters in Applied Microbiology, **58** (3), 231-241.
- SPSS: Statistical Package for Social Sciences. (2009). Statistical package for windows. Ver.17.0, Chicago, SPSS, Inc.
- Teasdale, M. E., Liu, J., Wallace, J., Akhlaghi, F. and Rowley, D. C. (2009). Secondary metabolites produced by the marine bacterium *Halobacillus salinus* that inhibit quorum sensing-controlled phenotypes in Gram-negative bacteria. Applied and Environmental Microbiology, **75**(3), 567–572.
- Teixeira, M. L., Rosa, A. D. and Brandelli, A. (2013). Characterization of an antimicrobial peptide produced by *Bacillus subtilis* subsp. *spizezinii* showing inhibitory activity towards *Haemophilus parasuis*. Microbiology, **159**(5), 980- 988.
- Valle, J., Re, S. D., Henny, N., Fontaine, T., Balestrino, D., Latour-Lambert, P. and Ghigo, J. M. (2006). Broad- spectrum biofilm inhibition by a secreted bacterial polysaccharide. PNAS, **103**(33), 12558- 12563.
- Wiener, M. C. and Horanyi, P. S. (2011). How hydrophobic molecules traverse the outer membranes of Gram-negative bacteria. Proc. Natl. Acad. Sci. USA., **108**(27), 10929-10930 .

تأثير بعض الظروف البيئية على الفعالية التثبيطية للأبيض الثانوية لبكتيريا *Bacillus* spp.

- Wilson, G. S., Raftos, D. A. and Nair, S. V. (2011). Antimicrobial activity of surface attached marine bacteria in biofilms. *Microbiol. Res.*, **166**(6), 437-448.
- Yan, Q., Lopes, L. D., Shaffer, B. T., Kidarsa, T. A., Vining, O., Philmus, B., Song, C., Stockwell, V. O., Raaijmakers, J. M., McPhail, K. L., Andreote, F. D., Chang, J. H. and Loper, J. E. (2018). Secondary metabolism and interspecific competition affect accumulation of spontaneous mutants in the GacS-GacA regulatory system in *Pseudomonas protegens*. *MBio*, **9**:e01845-17. <https://doi.org/10.1128/mBio.01845-17>.

الثدييات الفطرية في شمال غرب ليبيا ودور الأمطار والحرارة في توزيعها الجغرافي

حامد البشير بسياسة، محمد فيصل عاشور، و طارق بشير الجديدي
قسم علم الحيوان، كلية العلوم، جامعة طرابلس، ليبيا

الخلاصة

أجريت هذه الدراسة على الثدييات في الجزء الغربي من سهل الجفارة وعلى علاقتها بالعوامل البيئية المتمثلة في درجة الحرارة وسقوط الأمطار. حيث شملت هذه الدراسة شقين، الأول عبارة عن دراسة حقلية للتعرف على أنواع الثدييات البرية بالجزء الغربي من سهل الجفارة وتحديد توزيعها الجغرافي. والجزء الثاني من هذه الدراسة تضمن تحليل بيانات متوسط الأمطار ومتوسط درجات الحرارة السنوية باستخدام معادلة الانحدار ومعادلة الشرائح الخماسية لثمانى مناطق حضرية داخل المنطقة خلال ثلاثين سنة؛ من 1977 إلى 2006، نظراً لتوفر بيانات درجة الحرارة وتساقط الأمطار في هذه لفترة. بينت نتائج هذه الدراسة، تواجد تسعة عشر نوعاً من الثدييات البرية بهذه المنطقة تنتمي إلى عشرة عائلات تتبع عدد ستة رتب. وقد كانت أكثر الأنواع المسجلة من رتبة القوارض بنسبة 47% من الأنواع تليها رتبة اللواحم بنسبة 26% ثم آكلات الحشرات بنسبة 10%. وبينت نتائج التغيرات البيئية أن الاتجاه في جميع المناطق المدروسة كان سلبى وأن كميات الأمطار كانت متذبذبة وغير ثابتة وتناقصت بمعدل بين 40 – 125 مم خلال الثلاثين عام. أما بالنسبة لدرجة الحرارة فقد ارتفعت خلال هذه الفترة بين 1.5°م إلى 2°م. من خلال ذلك أتضح أن التغير في العوامل البيئية تسبب في زيادة معدل الجفاف، وهذا ما يهدد الغطاء النباتي الطبيعي وبالتالي يهدد جميع الكائنات الحية الأخرى وخاصة الثدييات البرية، التي كان تواجدها قليل في الأماكن الأكثر جفافاً في السهل.

الكلمات المفتاحية: الثدييات، التنوع الحيوي، الحرارة، الأمطار، ليبيا.

Abstract

This study was conducted on mammals in the western part of the Jafara Plain and on its relationship to environmental factors, such as temperature and rainfall. This study included two parts; the first part is a field study to identify the species of wild mammals in the western part of the Jafara plain and to determine its geographical distribution. The second part of this study included analyzing data of average annual rainfall and average annual temperatures, using the regression equation and the quintile equation for eight urban areas within the region during thirty years, from 1977 to 2006 due to the availability of temperature and precipitation data in this period. The results showed that there are nineteen species of wild mammals in this region belonging to ten families of six orders. The most recorded species belong to the order of rodents (47%) followed by the order of carnivores (26%), then insectivores (10%). Results of environmental changes showed that, the trend in all studied areas was negative and that the amounts

التدييات الفطرية في شمال غرب ليبيا

of rain were fluctuating, unstable and decreased at a rate between 40 - 125 mm during the thirty years. As for the temperature, it rose during this period between 1.5°C to 2°C. Therefore, it became clear that the change in environmental factors caused an increase in the rate of drought, and this is what threatens the natural vegetation and thus threatens all other organisms, especially wild mammals, which their numbers were few in the driest places on the plain of Jafara.

Key words: Mammals, Biodiversity, Temperature, Rain, Libya.

المقدمة

لا توجد دراسات كثيرة عن توزيع التدييات في ليبيا مقارنة بدول الجوار حيث كانت أول الدراسات الهامة كتاب أصدره العالم Zavattari (1934) عن أسلاف سلالات الحيوان في ليبيا والذي شمل أهم أنواع التدييات الليبية وتوزيعها الجغرافي والكتاب الذي نشره Hufnagel (1972) عن التدييات الليبية الذي يحوى وصف وتصنيف لأنواع التدييات في ليبيا بالاشتراك مع بعض أعضاء هيئة التدريس بجامعة طرابلس، وتبين من تلك الدراسات وجود ثماني رتب تتبع طائفة التدييات تتوزع بمناطق مختلفة من الأراضي الليبية. وأشار المركز العربي لدراسات المناطق الجافة والأراضي القاحلة (ACSAD) في سنة (1984) إلى تواجد 26 نوع من التدييات في منطقة الجبل الأخضر. وأصدر العوامي (1985) عكتاب ن التدييات الليبية قام فيه بتجميع المعلومات من مختلف الدراسات السابقة لجميع التدييات وتوزيعها في كامل البلاد مزود بخريطة انتشار كل نوع. كما قام ابسياسة (2008) بدراسة التدييات في الجزء الغربي من سهل الجفارة ودرس et al. (2015) Essghaier الحيوانات البرية في إقليم فزان وكانت أخر دراسة للتدييات قام بها كل من القهواجي والجديدي (2018) والتي شملت دراسة تصنيفية للتدييات بمحمية ومنزته مسلاتة الوطني حيث سجل تواجد 14 نوع من التدييات الفطرية من أهمها الرتم الذي سجل تواجده لأول مرة بهذه المنطقة.

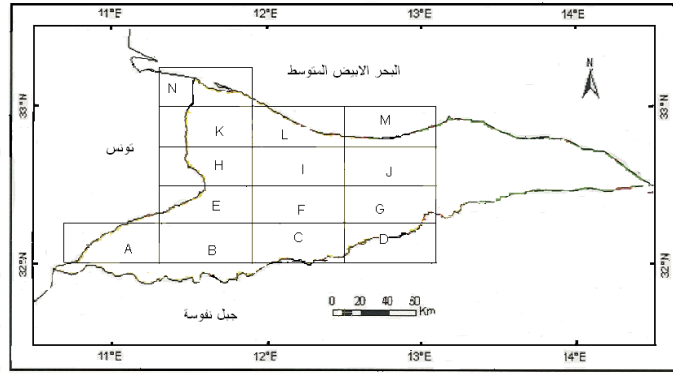
يعد توزيع وانتشار التدييات الفطرية مؤشراً جيداً على مدى تأثير الإنسان والتغيرات المناخية على الأنظمة البيئية، فهذه التغيرات قد تسبب في نقص أعداد بعض الأنواع التديية أو انقراضها أو هجرتها من موطنها الأصلي إلى بيئات مجاورة. وبدأ التركيز في السنوات الأخيرة من القرن العشرين على مشكلة تغير المناخ. فقد بينت الدراسات بأنه خلال الألف سنة الماضية، كان القرن العشرين الأكثر حرارة حيث سجلت أكبر معدلات للحرارة خلال الفترة من 1910-1945 ومن 1976 (Houghton et al., 2001). وقد تأثرت منطقة الدراسة (سهل الجفارة) بظاهرة التصحر خلال النصف الأخير من القرن العشرين، مما تسبب عنه انجراف التربة وقلة المصادر المائية ونقص في كثافة الغطاء النباتي (Ben-Mahmoud, et al., 2000).

المواد وطرق البحث

تم تقسيم منطقة الدراسة التي تبلغ مساحتها حوالي 9.000 كم² إلى 14 مربع محددة بخطوط الطول ودوائر العرض (شكل 1) وذلك باستعمال جهاز تحديد المواقع (GPS) وتم جمع أنواع التدييات الفطرية منها خلال فترة الدراسة مع تحديد مواقعها في كل مربع، ومن ثم التعرف عليها وتصنيفها بالاستعانة بالمفاتيح التصنيفية الخاصة بكل نوع. كما تم

حامد البشير بسييسة و محمد فيصل عاشور و طارق بشير الجديدي

تجميع بيانات عن معدلات الأمطار ودرجات الحرارة لمنطقة الدراسة والمناطق المحيطة وتحليلها لتحديد التغيرات التي حدثت خلال ثلاثين سنة من 1977-2006 (المركز الوطني للأرصاد الجوية، 2007) ومقارنة هذه النتائج مع توزيع الثدييات القطرية وتحديد مدى تأثير هذه العوامل على توزيعها. للتعرف على التوزيع الكمي للإمطار بالمنطقة تم تجميع بيانات عن كميات الإمطار السنوية من ثمان محطات لمواقع مختلفة لمنطقة الدراسة حيث قسمت منطقة الدراسة إلى قسمين، القسم الشمالي الذي شمل محطات مطار طرابلس والعزيفية، وبئر الغنم والرابطة، وشمل القسم الجنوبي شكشوك والجوش وتيجي والحوامد. ولتوضيح مسار معدلات الحرارة التي مرت بها المنطقة، تم تجميع بيانات معدلات الحرارة السنوية لفترة 30 سنة من 1977 إلى 2006 (المركز الوطني للأرصاد الجوية، 2007) وتم تحليل هذه البيانات وذلك باستخدام تحليل الشرائح الخماسية عن طريق جمع أعداد المتوسطات السنوية لدرجات الحرارة لكل 5 سنوات منفردة.



شكل 1. منطقة الدراسة بغرب سهل الجفارة.

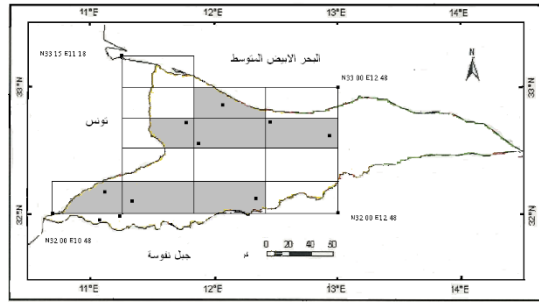
النتائج والمناقشة

أوضحت هذه الدراسة وجود 6 رتب من الثدييات بالشمال الغربي من سهل الجفارة، ينتمي إليها إحدى عشرة فصيلة وتشمل ثمانية عشر نوعا. وقد كانت أكثر الأنواع وفرة الثدييات صغيرة الحجم خاصة القوارض، حيث مثلت 47% من الأنواع المسجلة، يليها آكلات اللحوم بنسبة 26% وقد تبين من هذا الحصر غياب ثلاثة أنواع من هذه الرتبة ذكر وجودها سابقا في هذه المنطقة، وهذا قد يعزى ذلك إلى التداخل الواضح بين البيئة الطبيعية والنشاطات البشرية في عدة مناطق من سهل الجفارة مما أدى إلى ثبات التنوع الحيوي لمجموعات من الثدييات كالقوارض واللواحم التي لائمها لحد ما الاقتراب من بيئة الإنسان في حين أدى إلى نقص ملحوظ لأنواع أخرى من الثدييات، وذلك لأن الكثير من القوارض بعض أنواع من اللواحم قد سجل وجودها في مناطق مجاورة للنشاطات البشرية وهذا يتفق مع ما توصل إليه (2007) Hufnagel و (1972) Abd Rabou et al. من أن البيئة الإنسانية الصنع تجذب أعدادا من الثدييات مثل القوارض، والقنفاذ، والخفاشيات.

التدييات الفطرية في شمال غرب ليبيا

أولاً: التدييات التي سجل توأجدها في الجزء الغربي من سهل الجفارة
1- القنفذ الجزائري (*Erinaceus algirus*)

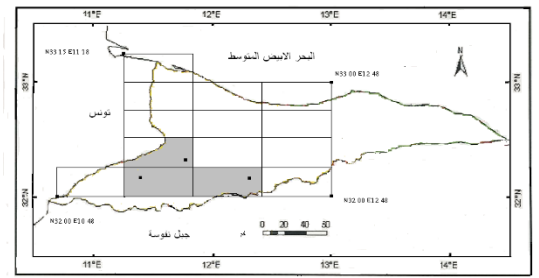
يؤأجد هذا النوع في رقعة شاسعة من منطقة الدراسة ابتداء من المنطقة الساحلية وأمتد توزيعه حتى قدم الجبل (شكل 2). لوحظ أن هذا النوع يتجنب الطقس الحار والجاف لذلك لا يمكن مشاهدته إلا خلال ساعات المغيب والليل عندما (ان هذا النوع شائع الؤؤؤ في عدة مناطق من شمال غرب ليبيا. 1972. Hufnagel ييرد الطقس، وذكر



في منطقة الدراسة. *Erinaceus algirus* شكل 2. توزيع القنفذ الجزائري

2- القنفذ الإثيوبي (*Paraechinus aethiopicus deserti*)

لوحظ توزيع القنفذ الأثيوبي في جنوب غرب منطقة الدراسة (شكل 3) حيث انحصر انتشاره في ثلاث مربعات في المناطق شبه الصحراوية.

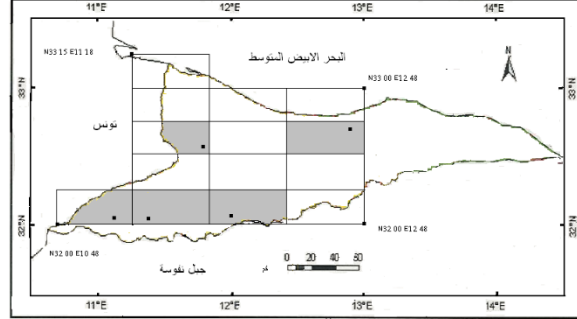


شكل 3: توزيع القنفذ الإثيوبي *Paraechinus aethiopicus deserti*.

3- خفاش كوهلي (*Pipistrellus kuhli*)

يتوفر هذا النوع باعتدال في المناطق الجنوبية والغربية لسهل الجفارة حيث سجل توأجده في خمسة مربعات من منطقة الدراسة (شكل 4). يتؤأجد ليلاً عادة بالقرب من التجمعات السكنية عند المغيب مباشرة لاصطياد الحشرات الطائرة. وقد ذكر Hufnagel (1972) ان هذا النوع شائع في شمال غرب ليبيا.

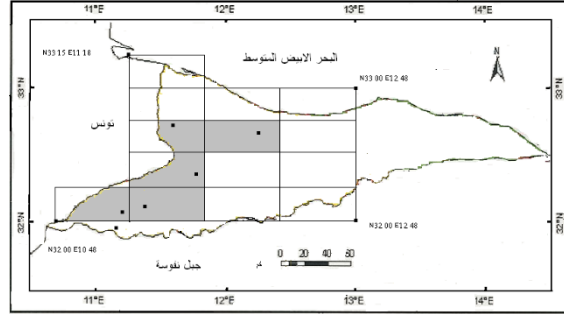
حامد البشير بسييسة و محمد فيصل عاشور و طارق بشير الجديدي



شكل 4. توزيع خفاش كوهل *Pipistrellus kuhli* في منطقة الدراسة.

4- الأرنب البري (*Lepus capensis*)

ينتشر هذا النوع في الأجزاء الجنوبية من السهل (شكل 5)، حيث تم ملاحظته ليلاً في الأراضي الشجرية ومناطق الوديان المنخفضة، وهو ليلي المعيشة حيث يختبئ نهاراً في حفر صغيرة تحت الشجيرات.

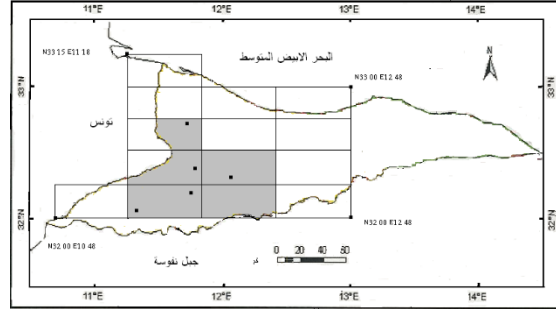


شكل 5. توزيع الأرنب الليبي *Lepus capensis* في منطقة الدراسة.

5- ابن أوى (*Canis aureus*)

بينت نتائج هذه الدراسة أن ابن أوى يتوزع في مساحة واسعة في جنوب غرب منطقة الدراسة (شكل 6) حيث سجل تواجده بكثرة في أماكن مختلفة ليلاً، وقد أشار Ginsberg and Macdonald (1990) بأن هذا النوع يتواجد عادة في السهول العشبية المفتوحة الجافة والمناطق السهلية القاحلة، كما أنه يزدهر قرب المستوطنات البشرية (Yalden, 1980)، وهذا يتفق مع نتائج هذه الدراسة حيث اتضح أن تواجد هذا النوع كان أكثر نسبياً في المناطق المفتوحة التي تستغل لغرض الرعي وقرب التجمعات السكنية التي توجد بها حظائر للمواشي.

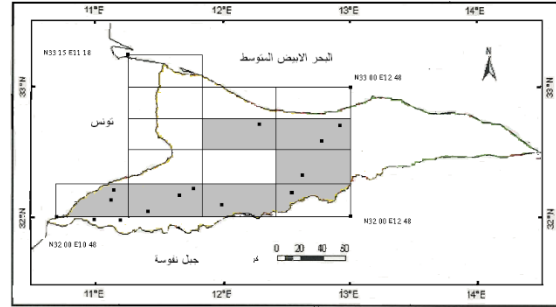
التدييات الفطرية في شمال غرب ليبيا



شكل 6: توزيع ابن آوى (*Canis aureus*) في منطقة الدراسة.

6- الثعلب الاحمر (*Vulpes vulpes*)

تبين أن انتشار هذا النوع واسع خاصة في المناطق الساحلية وقدم الجبل (شكل 7) ومما يؤكد ذلك الدراسات السابقة التي تتعلق بانتشار هذا النوع في ليبيا ومصر (Hufnagel, 1972; Haltenorth and Diller, 1996; Hoath, 2003).

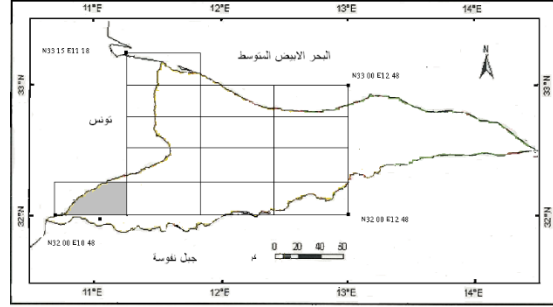


شكل 7. توزيع الثعلب الأحمر *Vulpes vulpes* في منطقة الدراسة.

7- الثعلب الرملي (*Vulpes ruppelli*)

سجل تواجد الثعلب الرملي في جنوب غرب سهل الجفارة في منطقة تكوت والغزايا (شكل 8) رغم ان كل الدراسات السابقة لم تشير إلى تواجد هذا النوع في المنطقة وانحصر تواجده في المنطقة الصحراوية وسط وجنوب ليبيا (Haltenorth and Diller, 1996).

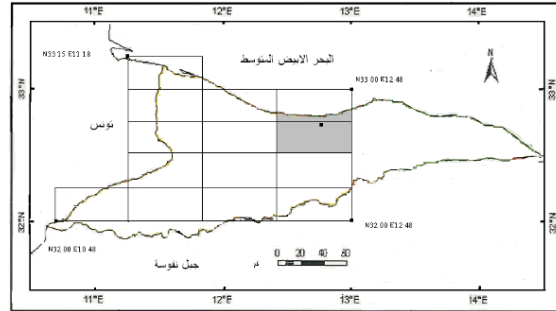
حامد البشير بسياسة و محمد فيصل عاشور و طارق بشير الجديدي



شكل 8. توزيع الثعلب الرملي *Vulpes ruppelli* في منطقة الدراسة.

8- الرتم (*Geneta genet*)

تم الحصول على عينة من هذا النوع في منطقة الزاوية ويعتبر هذا التسجيل الأول لتواجد هذا النوع بالمنطقة (شكل 9). وأشار Hufnagel (1972) إلى تواجد هذا النوع وبشكل نادر جداً في مناطق أخرى من ليبيا.

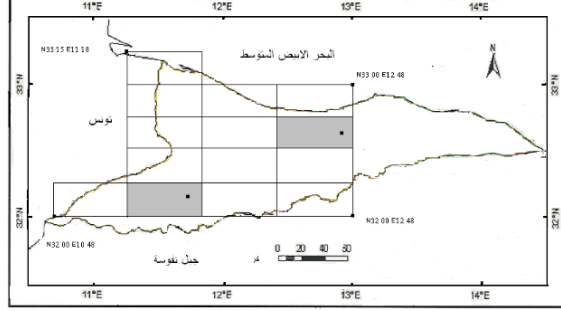


شكل 9. توزيع الرتم *Geneta genet* في منطقة الدراسة.

9- الظربان الليبي (*Poecilictis libyca*)

ينتشر الظربان الليبي (الشفشة) في أماكن محددة في جنوب غرب وشمال شرق منطقة الدراسة (شكل 10)، ولكن الملاحظ أن أعدادها قليلة جداً وكذلك أماكن توزيعها بالرغم من أن Haltenorth and Diller (1996) قد ذكر وجودها في شمال أفريقيا وشملت خريطة توزيعه لهذا النوع كامل الأراضي الليبية. وقد يرجع هذا التباين في توزيع الظربان الليبي إلى التغيرات البيئية التي مرت بها المنطقة والتي أدت إلى زيادة نسبة التصحر.

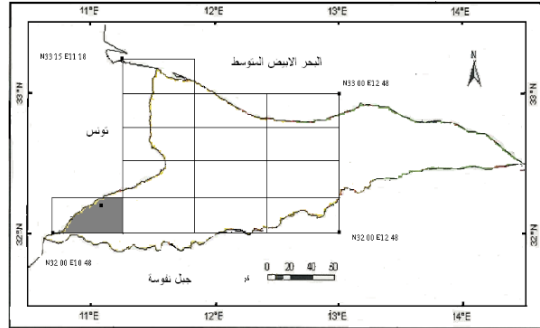
التدييات الفطرية في شمال غرب ليبيا



شكل 10. توزيع الظربان الليبي *Poecilictis libyca* في منطقة الدراسة.

10- غزال الدوركس (*Gazelle dorcas*)

يتواجد هذا النوع حالياً بأعداد قليلة جداً في المنطقة المتاخمة للحدود الليبية التونسية جنوب غرب سهل الجفارة (شكل 11)، وقد سجل تواجد هذا النوع في المربع A فقط حيث عُثر على صغير (خشف) بهذه المنطقة وقد أفاد الرعاة والسكان المحليين بتلك المناطق إلى عودة هذا النوع خلال السنوات الأخيرة وأشار Masseti (2010) إلى تواجد هذا النوع في جنوب غرب ليبيا حيث تم مشاهدة قطيع يتكون من 10 أفراد في شهر نوفمبر سنة 2005.

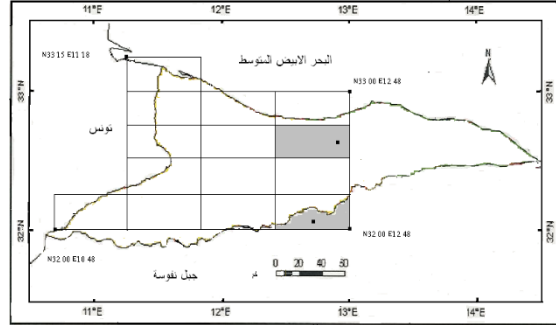


شكل 11. توزيع غزال الدوركس *Gazelle dorcas* في منطقة الدراسة.

11- صيد الليل (*Hystrix cristata*)

يتواجد صيد الليل في المنطقة الوسطى من سهل الجفارة (شكل 12)، بالقرب من المناطق الزراعية، حيث لوحظ نشاطه ليلاً، كما وجدت أشواكه بعدة مواقع إلى الجنوب الغربي من منطقة العريزية. وذكر Hufnagel (1972) أن هذا النوع يتميز بانتشار واسع في شمال أفريقيا وينتشر في عدة أماكن من ليبيا.

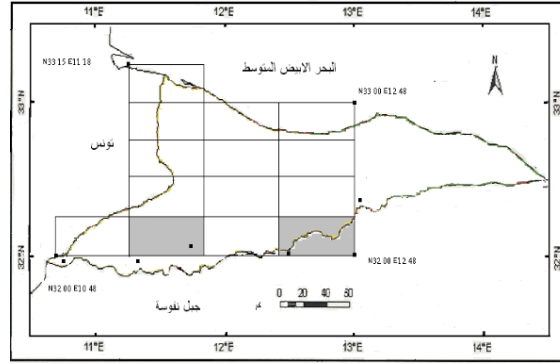
حامد البشير بسياسة و محمد فيصل عاشور و طارق بشير الجديدي



شكل 12. توزيع صيد الليل *Hystrix cristata* في منطقة الدراسة.

12- القندي (*Ctenodactylus gundi*)

يتواجد هذا النوع بكثرة على الحواف الجنوبية والشرقية للمنطقة بمحاذاة قدم جبل نفوسة خارج نطاق منطقة الدراسة، أما داخل منطقة الدراسة فيتوزع بمنطقة صخرية على حواف وادي الخطارة (شكل 13)، حيث يتوفر الملجأ المناسب لتواجده على حواف هذا الوادي. وقد أفاد Haltenorth and Diller (1996) أن توزيع القندي يمتد من الجنوب التونسي إلى سلسلة جبال نفوسة ويمتد شرقا إلى بني وليد وأبي نجيم.

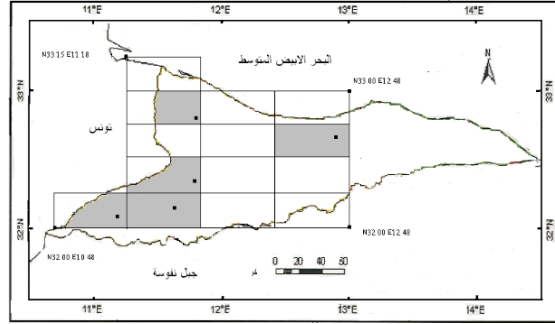


شكل 13. توزيع القندي *Ctenodactylus gundi* في منطقة الدراسة.

13- الجربوع الشائع (*Jaculus jaculus*)

ينتشر الجربوع في مساحات واسعة من منطقة الدراسة، وقد لوحظ وجوده بالقرب من المزارع في المنطقة الجنوبية الغربية للسهل وكذلك إلى الغرب من المناطق الساحلية وأيضاً الحدود الجنوبية الشرقية للسهل (شكل 14) وهو ما يتفق مع ما ذكره Ranck (1968) بكونه يتوزع في مساحات واسعة من الساحل الليبي وكذلك في المناطق الداخلية.

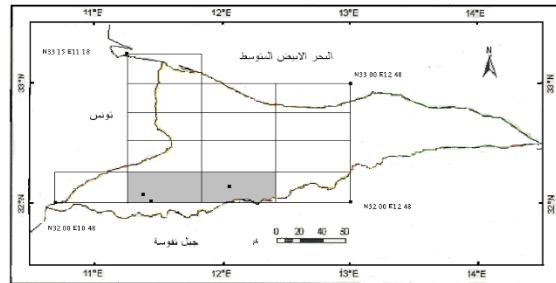
التدييات الفطرية في شمال غرب ليبيا



شكل 14. توزيع الجربوع الشائع *Jaculus jaculus* في منطقة الدراسة.

14- الجربوع الصحراوي (*Jaculus deserti*)

سجل تواجد هذا النوع من الجربوع في الجنوب الغربي من منطقة الدراسة (شكل 15) وقد أشار Ranck (1968) الى أن هذا النوع ينتشر بالمناطق الساحلية من خليج سرت والساحل الشمالي الشرقي وفي الحمراء وكذلك في غرب منطقة طرابلس.

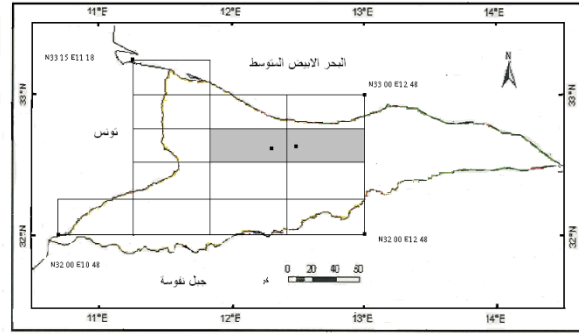


شكل 15. توزيع الجربوع الصحراوي *Jaculus deserti* في منطقة الدراسة.

15- الجرذ الليبي (*Meriones libycus*)

سجل تواجد النوع *Merions libycus* في بعض مناطق من سهل الجفارة (شكل 16). وفي دراسات سابقة تم التأكيد على تواجد هذا النوع في ليبيا (Rank, 1968; Hoath, 2003).

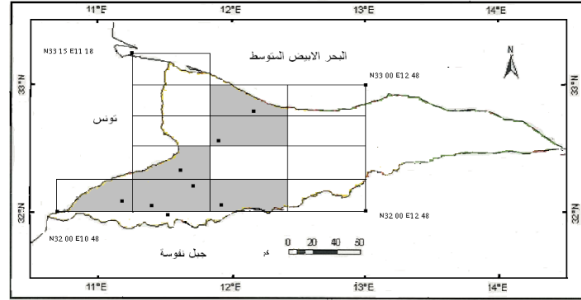
حامد البشير بسييسة و محمد فيصل عاشور و طارق بشير الجديدي



شكل 16. توزيع الجرذ الليبي *Merions libycus* في منطقة الدراسة.

16- فأر الحقل (*Meriones crassus*)

سجل تواجد النوع *Meriones crassus* في عدة مناطق من سهل الجفارة (شكل 17). أشار كل من Rank (1968) و Hoath (2003) إلى تواجد هذا النوع في عدة مناطق من ليبيا.

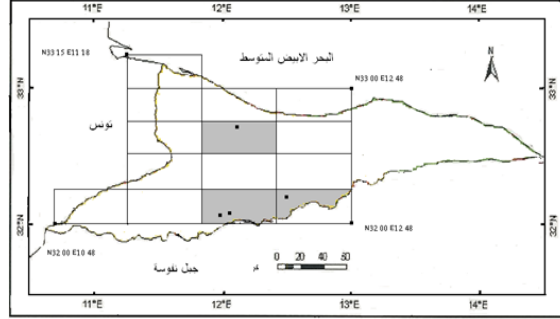


شكل 17. توزيع فأر الحقل *Meriones crassus* في منطقة الدراسة.

17- جرذ الرمل (*Psammomys obesus*)

لوحظ انتشار هذا النوع في مناطق الأودية التي تحوى نباتات ملحية في القسم الجنوبي لسهل الجفارة قرب منطقة قدم الجبل وأيضا في الجزء الغربي من السهل بمحاذاة الشريط الساحلي (شكل 18)، ووجود هذا النوع ضمن منطقة شمال غرب ليبيا يؤكد ما ذكره Hoath (2003) عن توزع هذا النوع في شمال أفريقيا من المغرب إلى مصر.

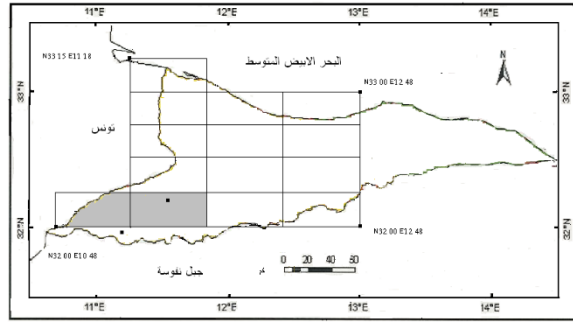
التذبذبات الفطرية في شمال غرب ليبيا



شكل 18. توزيع جرد الرمل *Psammomys obesus* في منطقة الدراسة

18- جربيل (*Gerbillus gerbillus*)

تم تسجيل تواجد هذا النوع في الترب الرملية في الجزء الجنوب الغربي لمنطقة الدراسة (شكل 19).

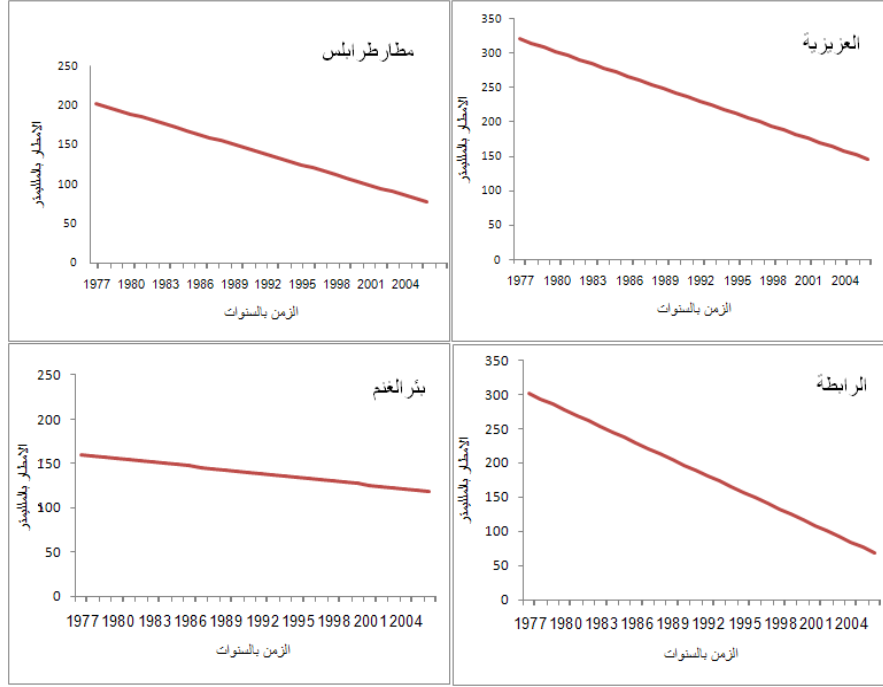


شكل 19. توزيع الجربيل *Gerbillus gerbillus* في منطقة الدراسة

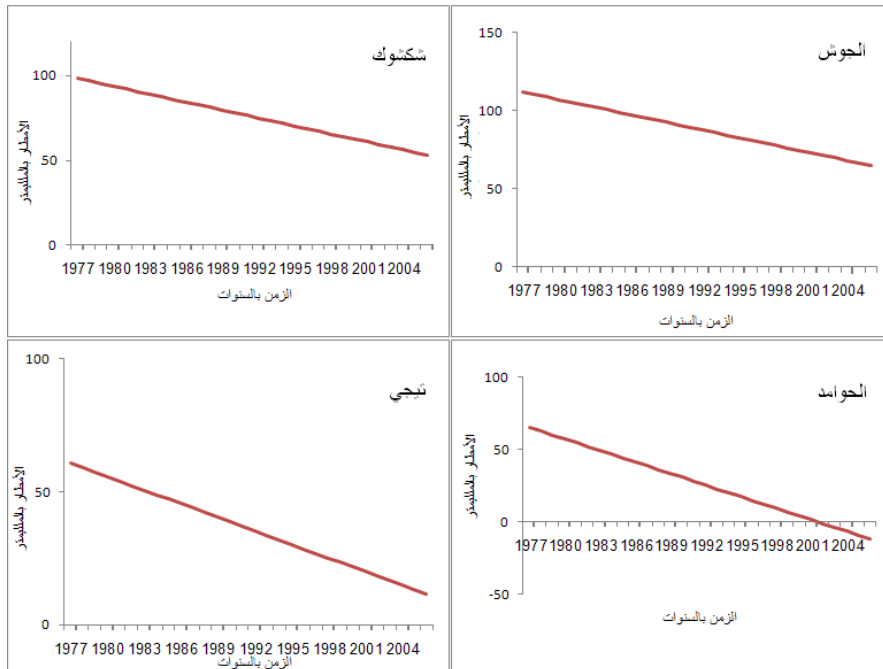
ثانياً: التغيرات البيئية المتمثلة في الأمطار والحرارة

أنتضح من خلال المعلومات التي تم الحصول عليها من بعض المحطات المطرية والمناخية بالسهل ان متوسطات كمية الأمطار المسجلة بالمنطقة خلال الفترة من 1977-2006 تكون أعلى في المنطقة الشمالية من السهل و تقل تدريجياً كلما اتجهنا إلى الجنوب والغرب الا انها ترتفع ايضا في الحدود الجنوبية للسهل بمحاذاة قدم الجبل. كما تم ملاحظة أيضاً ان كمية المطر تقل سنويا مع مرور الزمن رغم وجود بعض التذبذبات إلا انه بوجه عام لوحظ أن الاتجاه العام للأمطار في تناقص وبنسب مختلفة على مختلف تقسيمات السهل الطبيعية، وبالطبع هذا لا يعنى نقصا في معدل الأمطار لكل سنة عن سابقتها بل يعنى وجود سنوات تزيد بها نسبة الهطول وأخرى يقل عن المتوسط أو يحافظ على المعدل العام، ولكن الأمطار بوجه عام تسير نحو التناقص مع مرور الزمن في جميع المحطات المطرية سواء كان في القسم الشمالي (شكل 20) أو القسم الجنوبي من السهل (شكل 21) وهذا يتفق مع دراسة لامة (1997) على اتجاهات الأمطار في سهل بنغازي حيث تبين أن اتجاه الأمطار في تناقص في أغلب مناطق السهل.

حامد البشير بسييسة و محمد فيصل عاشور و طارق بشير الجديدي



شكل 20. الاتجاه العام للأمطار في مناطق القسم الشمالي من منطقة الدراسة (مطار طرابلس، العزيرية، بئر الغنم، الرايطة).



شكل 21. الاتجاه العام للأمطار في مناطق القسم الجنوبي من منطقة الدراسة (شكشوك، الجوش، تيجي، الحوامد).

التدبيات الفطرية في شمال غرب ليبيا

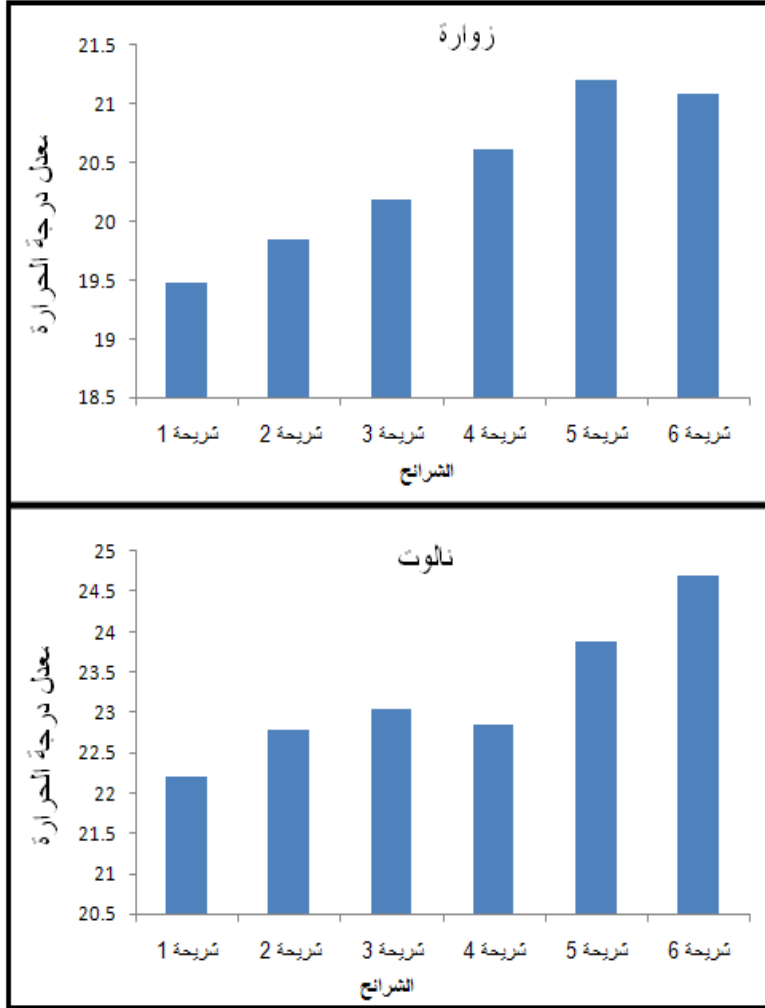
بتطبيق تحليل الشرائح الخماسية على درجات الحرارة خلال الفترة من 1977 إلى 2006 لوحظ ان المنطقة الجنوبية من السهل أكثر ارتفاع في درجة الحرارة من المنطقة الشمالية، كما لوحظ أيضا ان معدل درجة الحرارة بوجه عام في ارتفاع تدريجي مع مرور الزمن (جدول 1)، حيث نجد أن معدل الحرارة قد ارتفع تقريبا من 1.5 إلى 2.0⁰ م وهو معدل عالي، وهذا يتفق مع ما توصل إليه بشينه (1993) من أن حرارة الأرض قد ارتفعت خلال القرن العشرين بمعدل يتراوح بين 0.2⁰ م إلى 0.8⁰ م كل عشر سنوات أي بمتوسط حوالي 0.5⁰ م. وهذا الارتفاع يساهم بشكل فعال في زيادة نسبة البحر في المنطقة بشكل عام، إضافة إلى هذه الزيادة في درجة الحرارة فأن النقص الملحوظ في معدل الأمطار بالمنطقة سيكون له تأثير على توزيع وتواجد الأنواع الحية بالمنطقة.

أن الزيادة في درجة الحرارة التي وصلت إليها الدراسة تتفق مع ما ذكره El-Tantawi (2005) من خلال دراسته لاتجاه درجة الحرارة في ليبيا في السنوات 1976 إلى 2000 حيث وجد أن اتجاهها سلبي وإنها سترتفع 1.8⁰ م خلال القرن الواحد والعشرين. واتفقت نتائج هذه الدراسة مع ما أشار إليه Houghton et al. (2001) بان الارتفاع في درجة الحرارة في أفريقيا سيكون بين 0.2 - 0.5 درجة مئوية لكل عقد خلال القرن الواحد والعشرين وخاصة في مناطق حواف الصحراء شبه القاحلة. كما لوحظ أن أكبر ارتفاع في درجة الحرارة في محطة زوارة كان في الشريحة الخامسة التي تمثل السنوات من 1997 إلى 2001 (شكل 23) بينما كان أكبر معدل للحرارة في محطة نالوت في الشريحة السادسة التي تمثل السنوات من 2002 إلى 2006 (شكل 23).

جدول 1. الشرائح الخماسية لدرجة الحرارة بالدرجة المئوية.

المحطة	رقم الشريحة	السنوات	متوسط درجة الحرارة (C°)	نسبة الفرق بين الشرائح (C°)
زوارة	1	1981 - 1977	19.47	
	2	1986 - 1982	19.84	+ % 1.6
	3	1991 - 1987	20.19	+ % 1.7
	4	1996 - 1992	20.61	+ % 2.08
	5	2001 - 1997	21.20	+ % 2.8
	6	2006 - 2002	21.09	- % 0.52
نالوت	1	1981 - 1977	22.2	
	2	1986 - 1982	22.78	+ % 2.52
	3	1991 - 1987	23.04	- % 1.14
	4	1996 - 1992	22.84	- % 0.87
	5	2001 - 1997	23.88	+ % 4.55
	6	2006 - 2002	24.7	+ % 3.43

حامد البشير بسيسة و محمد فيصل عاشور و طارق بشير الجديدي



شكل 23. الشرايح الخماسية لدرجة الحرارة بالدرجة المئوية في الفترة من 1977 إلى 2006.

من خلال هذه الدراسة وجد أن انتشار أنواع الثدييات الفطرية كان في المنطقة الجنوبية للسهل بمحاذاة قدم الجبل، تليها المنطقة المحاذية للشريط الساحلي وهذا ما يؤكد التأثير الواضح للعوامل البيئية وخاصة الأمطار، حيث أن هذه المناطق تتمتع بكميات أمطار سنوية تتراوح بين 150 – 200 مم، بينما حظيت المناطق الغربية الوسطى من السهل والواقعة في خطوط مطرية أقل من 150 مم بأقل توزيع للأحياء، كما أن التأثير الواضح لدرجة الحرارة أدى إلي أن معظم الأنواع في المنطقة كانت ليلية المعيشة وذلك لتقادي درجة الحرارة العالية خلال ساعات النهار وهذا يتفق مع ما توصل إليه Storer et al. (1972) من أن تأثير المناخ يكون كبيرا على العديد من الانواع الثديية.

التدييات الفطرية في شمال غرب ليبيا

تعتبر عناصر المناخ الأساسية، الأمطار ودرجة الحرارة، هي أكثر الضوابط الطبيعية تأثيراً في تكوين وتوزيع الغطاء النباتي على سطح الأرض وبالتالي باقي الكائنات الحية التي تعتمد على هذا الغطاء في اختيار مناطق التوزيع الملائمة (عبدالمقصود، 1979).

وقد أوضحت هذه الدراسة أن أكثر التدييات انتشاراً في المناطق التي يقل بها الهطول السنوي عن 150 مم كانت القوارض حيث سجل تواجدها بالعديد من المواقع من منطقة الدراسة غرب الخط المطري 150 مم، وقد يعزى ذلك إلى العادات المعيشية لها حيث تبنى نظاماً من الجحور بأعماق مختلفة توفر لها الحماية الكافية من الحرارة العالية كما توفر لها جواً رطباً داخل الجحور يؤمن لها ظروف جيدة للمحافظة على المخزون المائي في الغذاء الذي تخزنه داخل الجحور لسد حاجتها تحت هذه الظروف الصعبة وهذا يتفق مع ما أشار إليه William et al. (1979) من أن القوارض هي التدييات الصغيرة البارزة في المناطق القاحلة وان ميزات الحياة الحياتية هي التي تؤمن لها امتداد جغرافي لمجاميعها. كما سجل بهذه المنطقة، غرب الخط المطري 150 مم تواجد ابن أوى *Canis aures*، وربما يكون تواجده بهذه المناطق عادة غذائية حيث تتوفر قطعان الماشية خلال فترة الربيع إذ تشكل الولادات الجديدة مصدر غذائي جيد له. ومن خلال هذه الدراسة والمعلومات المستقاة من المحليين خلال السنوات الماضية وجد أن غزال الدوركس *Gazelle dorcas* بدأ يستعيد تواجده بأفراد بسيطة بالمناطق الجنوبية الغربية لسهل الجفارة عند خط أمطار 150-200 مم، وهذا التواجد قد يكون بسبب توفر غطاء نباتي جيد عقب هطول الأمطار على سلسلة جبال نفوسة وجريانها عبر عدة وديان محلية بجنوب السهل مثل وادي زقازو ووادي علوان وغيرها، حيث تصب مياهها بالقرب من الحدود الليبية التونسية بجنوب غرب السهل مما يوفر مرعى جيد لأكلات الاعشاب فيعمل هذا على جذب غزال الدوركس من أراضي الجنوب التونسي إلى داخل الأراضي الليبية.

لوحظ من خلال الشكل العام للمنطقة أن سهل الجفارة شبه محصور بين البحر الأبيض المتوسط في الشمال وسلسلة جبال نفوسة في الجنوب، وهذا ما يزيد من تأثير التغيرات البيئية في المنطقة، ففي المناطق المحددة جغرافياً يكون التغير المناخي حاد التأثير ويهدد بانقراض بعض أنواع النباتات والحيوانات ويسبب خسارة في التنوع الحيوي لهذه الأنواع، وهذا ما أشار إليه Pittock (1988) من أن التغير في المناخ يؤثر بشدة على بعض الأنواع المحددة جغرافياً أكثر من غيرها مما يكون له نتائج سلبية طويلة الأمد.

لوحظ من خلال خرائط التوزيع أن منطقة قدم جبل نفوسة كانت من أكثر مناطق السهل توزيعاً للأنواع، وهذا التوزيع له علاقة بمعدل الحرارة التي تكون أكثر انخفاضاً من بقية مناطق السهل، كذلك بسبب انتشار الأودية التي تهبط من الجبل والتي توفر مكاناً مناسباً للتوزيع. وهذا يؤكد إن للتضاريس دوراً فعالاً في توزيع الحياة التديية الفطرية في السهل، حيث كانت المنطقة الوسطى من السهل أقل المناطق توزيعاً ويرجع ذلك إلى استواء التضاريس بها من بقية السهل إضافة إلى التربة الرملية التي تحتفظ بدرجة الحرارة نتيجة الجفاف بهذه المنطقة وهذا ما يؤكد عبد المقصود (1979) من إن التضاريس تلعب دوراً واضحاً في تباين الصورة الحيوية داخل الإقليم الحيوي الواحد من خلال درجة انحدارها واتجاهها.

ومن خلال ذلك نجد أن التغيير في المناخ له تأثير سلبي على التنوع الحيوي وقد يسبب في اختفاء وانقراض العديد من الكائنات.

المراجع

- أبسياسة، ح. ب. (2008). تأثير التغيرات البيئية ونشاطات الإنسان على توزيع الثدييات الفطرية في الجزء الغربي من سهل الجفارة. رسالة ماجستير. جامعة الزاوية. الزاوية. ليبيا.
- العوامي، ع. م. (1985). الثدييات الليبية. المنشأة العامة للنشر والتوزيع والاعلان. طرابلس- ليبيا. 221 صفحة.
- المركز العربي لدراسات المناطق الجافة والأراضي القاحلة (ACSAD) (1984) مشروع دراسات منتزه وادي الكوف الوطني.
- المركز الوطني للأرصاد الجوية طرابلس (2007) تقرير المركز الوطني للأرصاد الجوية. طرابلس. ليبيا.
- عبدالمقصود، ز. (1979). أسس الجغرافيا الحيوية. الناشر منشأة المعارف بالإسكندرية. مصر العربية. ص 61-126.
- لامه، م. ع. (1997). اتجاهات التغيير في كمية الأمطار وأثرها على التصحر. مجلة الجمعية الجغرافية لليبيا، 2، 42-11.

- Abd Rabou, A. N., Yassin, M. M., Al Agha, M. R., Hamad, D. M. and Ali, A. S. (2007). Wild Mammals in the Gaza Strip. The Islamic University Journal. Series of Natural Studies and Engineering, **15**(1), 110.
- Ben-mahmoud, R., Mansur, S. and Al-gomati, A. (2000). Land degradation and desertification in Libya. Land Degradation and Desertification Research Unit, Libyan Center for Remote Sensing and Space Science, Tripoli, Libya.
- Elkahwage I. E. and Jdeidi T. B. (2018). Survey of the Wild Mammalian Species in Misallatah Nature Reserve And National Park (MNRNP). Attie Memorie Dell'ente Fauna Siciliana, **XII**, 101-112.
- El-Tantawi, A. M. (2005). Climate change in Libya and desertification of Jifara Plain using geographical information system and rRemote sensing techniques. Der Johannes Gutenberg-Universität in Mainz. 261p.
- Essghaier, M. F., Taboni, I. M., and Etayeb, K. S. (2015). The diversity of wild animals at Fezzan Province Libya. Biodiversity Journal, **6**(1), 245-252
- Ginsberg, J. R. and Macdonald, D. (1990). Foxes, Wolves, Jackals, and Doges. An Action Plan for the Conservation of Canids. IUCN/SSC Canid Specialist Group.
- Haltenorth, T. and Diller, H. (1996). Mammals of Africa Including Madagascar. Harper Collins, London. 403p.

التدييات الفطرية في شمال غرب ليبيا

- Hoath, R. (2003). A Field Guide to the Mammals of Egypt. The American University in Cairo Press Egypt. Pp. 236.
- Houghton, J. T., Ding, Y. Griggs, D. J., Roguer, M., Linden, P. J., Dal, X., Maskell, K. and Johnson, C. A. (2001). Climate Change: The Scientific Basis. Working Group I, Third Assessment Report, Intergovernmental Panel on Climate Change, (eds.), UNEP and WMO.
- Hufnagel, E. (1972). Libyan Mammals. The Oleander Press. USA. 86pp.
- Masseti, M. (2010). Holocene mammals of Libya: A biogeographical, historical and archaeozoological approach. *Journal of Arid Environments*, **74**, 794–805.
- Myers, P., Espinosa, R., Parr, C. S., Jones, T., Hammond, G. S. and Dewey, T. A. (2006). The Animal Diversity Web, 2pp.
- Pittock, A. B. (1988). The greenhouse effect and future climatic change. In: Gregory, S. I. (ed.). *Recent Climatic Change (A. Regional Approach)*, Belhaven Press, London. 305–315.
- Ranck, L. G. (1968). The Rodents of Libya: Taxonomy, Ecology and Zoogeographical Relationships. *Bull. Smith. U. S. Nat. Mus.* Pp 264.
- Storer, T. I., Usinger, R. L., Stebbins, R. C. and Nybakken, J. W. (1972). *General Zoology* 5th ed. Mc Graw Hill Book Company. New York USA. Pp 767-793.
- Temple, H. J. and Cuttelod, A. (2009). The Status and Distribution of Mediterranean Mammals. The IUCN Red List of Threatened Species, Regional Assessment, Cambridge, UK. 33pp.
- William, N., Pough, M. F. H., Cade, T. J., Heiser and J. B. (1979). *Vertebrate Life*. Cornell University. Third Avenue Publishing Co., Inc. New York, USA. p 792.
- Yalden D. W., Largen, M. J. and Kock, D. (1980). Catalogue of the Mammals of Ethiopia, 4. Carnivora. *Monitore Zoologico Italiano: suppl*, **XIII**, 169-272.
- Zavattari, E. (1934). *Prodromo della fauna della Libia*. Ministero delle Colonie, Roma. Università di Pavia, Pavia, 1234 pp

Three Dimensional Seismic Attributes and RGB (Red, Green and Blue) Colour Blending to Enhance Faults in Sharara Field (NC-115), Murzuq Basin, SW Libya

Abdurrazagh Ezzeddin¹, Fatima Alhouki, and Ayoub Algazeri
Department of Geophysics, Faculty of science, University of Tripoli, Tripoli, Libya.
¹Email: a.ezzeddin@uot.edu.ly

Abstract

Seismic Attributes are characteristics extracted from three-dimensional seismic data for highlighting particular geological parameters using color-blending process (Red-Green-Blue). In this process, a color is assigned to each attribute. For example, we assign the red color to the energy attribute, green color to the similarity feature, and a blue color of any other feature that gives a similar effect to all of these colors together. In the study area, the results display clearer reservoir boundaries as well as the neighboring faults. The ultimate goal is to illustrate how seismic attributes produce more accurate data and enable the development of the field through consistent convincing evidence and reduce exploration risks.

Keywords: Seismic; Attribute; RGB color Blending; Structural geology

المستخلص

الصفات والسمات السيزمية المتميزة، يمكن استخلاصها من المعلومات السيزمية ثلاثية الأبعاد لإبراز خصائص جيولوجية معينة، وذلك باستعمال مزيج من الألوان (أحمر، أخضر، أزرق) التي يتكون منها الخط السيزمي الملون. والخطوات المتبعة في هذه التقنية هي تخصيص كل لون لسمة معينة فعلى سبيل المثال يمكن تخصيص اللون الأحمر لسمة الطاقة، واللون الأخضر لسمة التماثل واللون الأزرق لأي صفة أو سمة أخرى والتي تعطي تأثير مشابه أو مماثل لكل الألوان مجتمعة. والنتائج المستخلصة من هذه الورقة البحثية تظهر في منطقة الدراسة وضوح حدود المكن النفطي وكذلك الصدوع المجاورة له. والهدف النهائي لبحثنا هذا هو لتوضيح كيف تلعب السمات السيزمية دوراً مهماً لإنتاج نتائج أكثر دقة وتنسيقاً لأوضاع الحقل، وإعطاء أسباب جيدة ومقنعة للتطوير وحفظ المخاطرة.

Introduction

Three-dimension seismic interpretation is a form of seismic interpretation, which relies on the use of 3D surveys that provide visualizations of structures in three dimensions. Explorationists often use specialized software for this task, as 3D seismic interpretation requires a lot of calculation and careful construction. Interpretation of seismic data in geological terms is the objective and end product of seismic work.

The primary objective of a seismic survey for hydrocarbons usually is to locate structures; hydrocarbons traps. Records of explosions are generated and their reflections are read to generate data about what is going on underground (Telford et al, 1976).

With 3D seismic interpretation, this data is mapped on a three dimensional representation which allows explorationists to explore the data in a number of different ways, rather than visualizing a site in the form of a flat elevation map or cross-section. 3D seismic interpretation allows explorationists to manipulate the angle of view and to visualize a site as a whole (Bacon et. al, 2003). It can also provide information about the surrounding area, which may not be readily apparent with other mapping techniques. Seismic interpretation can be very complex, geologists are interested in the structure of the earth and in the components of the site they are studying. Seismic interpretation is designed to reveal not only the presence of underground formations, but also what is in those formations, and where are the transitions. Between different types of materials occurring, a geophysicist can play several scenarios. Modeling of scenarios on a map allows geophysicist and geologists to explore the possible results of various activities. For example, geophysicists may be concerned that oil field exploration could cause the collapse of a delicate formation, potentially putting people or the environment in danger. They may also believe that formations present on-site hold limited amount of useful resources, making investment in the site potentially unprofitable (Bacon et. al, 2003).

Seismic Data from current and past surveys can both be loaded into seismic softwares used in 3D seismic interpretation. However, it is not enough to map the top of the reservoir, to understand how structures were formed. It is usually necessary to map the range of marker horizons above and below the target. In most cases, mapping of several horizons above the target level is require. Interpretation is often the last hands-on step in seismic data gathering and analysis, the trend is to bring the interpreter closer to the processor and the acquisition contractor. It is an important fact that interpreters can be involved in all aspects of 3D seismic survey design, acquisition, and processing (Bacon, et al, 2003)

The basic principles of 2D seismic data interpretation provide the interpreter with the solid foundation necessary for 3D interpretation. Principles of 2D interpretation such as picking faults and horizons and loop tying of seismic lines are fundamental to all seismic interpretations. These principles are demonstrated with hands-on 2D and 3D seismic exercises involving picking faults and horizons in time and converting to depth, making time and depth maps for horizons and fault surfaces, and performing volumetric calculations (Telford et al, 1976).

True 3D display of a volumetric image is a difficult problem reviewed by the applicable technologies but all fall short of what the seismic interpreter needs. Most address very small volumes of data and also lack dynamic range, (Brown, 1986), personally experienced with holography and several seismic data holograms exist: However. The interpreter cannot interact with the image and dynamic range is inadequate for most purpose (Nelson, 1983).

Seismic Attributes and Color Blending

In reflection seismology, a seismic attribute is a quantity extracted or derived from seismic data that can be analyzed in order to enhance information that might be more subtle in a traditional seismic image, leading to a better geological or geophysical interpretation of the data. Examples of seismic attributes include measured time, amplitude, frequency and attenuation, in addition to the combinations of all these. Most seismic attributes are post-stack, but those that use CMP gather, such as amplitude versus offset (AVO), must be analyzed pre-stack. They can be measured along a single seismic trace or across multiple traces within a defined window (Bacon, 2003).

The first attributes developed were related to the 1D complex seismic trace and included: envelope amplitude, instantaneous phase, instantaneous frequency, and apparent polarity. Acoustic impedance obtained from seismic inversion can also be considered an attribute and was among the first developed. Other attributes commonly used include coherence, azimuth, dip, instantaneous amplitude, response amplitude, response phase, instantaneous bandwidth, AVO, and spectral decomposition. A seismic attribute that can indicate the presence or absence of hydrocarbons is known as a direct hydrocarbon indicator. The ultimate goal is to enable the geophysicist to produce a more accurate interpretation and reduce exploration risk and development of the reservoir (Nelson, 1983).

Color Blending

In colour Blending process (Red-Green-Blue) a color is assigned to each attribute. For example, we assign the red color to the energy attribute, the green color to the similarity feature, and the blue color of any other feature that gives a similar effect to all of these colors together. The result is that we will see the oil reservoir and its boundaries much clearer (Bacon, 2003).

Amplitude Attribute

Amplitude attributes are computed sample by sample to represent instantaneous variations of various parameters. The amplitude attribute increases the strength of high values and the small values fade.

Outputs of the instantaneous amplitude of the selected data volume at the sample location can be used as an effective discriminator for the following characteristics:

1. Mainly represents the acoustic impedance contrast, hence reflectivity,
2. Bright spots, possible gas accumulation,
3. Sequence boundaries,
4. Thin-bed tuning effects,
5. Major changes in the depositional environment,
6. Spatial correlation to porosity and other lithological variations. This indicates the group, rather than the phase component of the seismic wave propagation (Bacon, 2003).

Energy Attribute

The response attribute returns the energy of a trace segment. This attribute calculates the squared sum of the sample values in the specified *time-gate* divided by the number of samples in the gate. Energy is a measure of reflectivity in the specified *time-gate*. The higher the energy, the higher the amplitude. This attribute enhances, among others, lateral variations within seismic events, therefore useful for seismic object detection the response energy also characterizes acoustic rock properties and bed thickness (Bacon, 2003).

Similarity Attribute

The Similarity is a form of "coherency" that expresses how much two or more trace segments look alike. A similarity of 1 means the trace segments are completely identical in waveform and amplitude. A similarity of 0 means they are completely dis-similar (Bacon, 2003).

The main objective of this paper is to elaborate on how the techniques of the (RGB) color blending can make a difference in the interpretation of 3D seismic data in an area of complex structure including faults. In this particular area in the Murzuq Basin, we will apply this technique to trace the trap of the reservoir and the faulted area behind it.

Study Area

Asharara oil, NC115 Field (Fig. 1) is located on the Murzuq Basin, Libya, which is a regional tectonic basin in Southwest Libya. The Basin lies between the structural highs of the Gargaf region to the North, the Tibesti Massif to the East and the Tassili to the west. It is contiguous with the Jado Basin to the South.

Geology of Murzuq Basin

Murzuq Basin covers an area of more than 350,000 km². It is one of several tectonic basins located in the North African platform. The present day borders of the basin are defined by tectonic uplifts, each of multi-phase generation. The present basin geometry bears little relation to the much broader North African sedimentary basin, which existed during the early Paleozoic. The eastern edge of the Murzuq-Djado Trough forms the western part of an early Paleozoic horst striking from Mourizide NNW towards the western part of Gargaf Uplift (Tripoli-Tibesti Uplift) from about 14° 30' E and 24° N to about 12° 45' E and 27° 30' N (Klitzsch, 1970). Several generations of fault movement are recognized in the basin, but the resultant degree of deformation is relatively minor. The Basin contains a sedimentary fill that reaches a maximum thickness of about 4000m in its epicenter, which comprises a predominantly marine Paleozoic section and a continental Mesozoic (Goudarzi, 1967, 1981).

Silurian source rock remained within the oil generation window only in a limited area of the basin center. The basin including the Tiririne High separating the Al Awaynat and Awbari troughs and the Traghan High. The Present-day Murzuq Basin did not develop until

Three Dimensional Seismic Attributes and RGB (Red, Green and Blue) Colour Blending

the Mesozoic. Prior to that, the Paleozoic basin comprised a series of NW-SE directed highs and lows (Klitzsch, 2000). In general, fault density and structural complexity increase from the southern, more stable parts of the basin, towards the northeastern and Northwestern portions. The most complicated and intensively faulted areas are generally located over the Tiririne and Traghan high (Davidson et al., 2000; Echikh, and Sola, 2000).

The principle hydrocarbon play in the basin consists of a peri-glacial sandstone reservoir of Ordovician age sourced and sealed by overlying Silurian shale. This play has proved very successful and accounts for approximately 1500 million barrels of recoverable oil discovered to date. Oil generation may have taken place during the Cretaceous time, but further work is required to better define the timing of oil charge. Subsequent regional uplift and erosion have resulted in a cooling of the source rocks. There is no longer generated oil over large parts of the basin to the present day (Aziz, 2000).

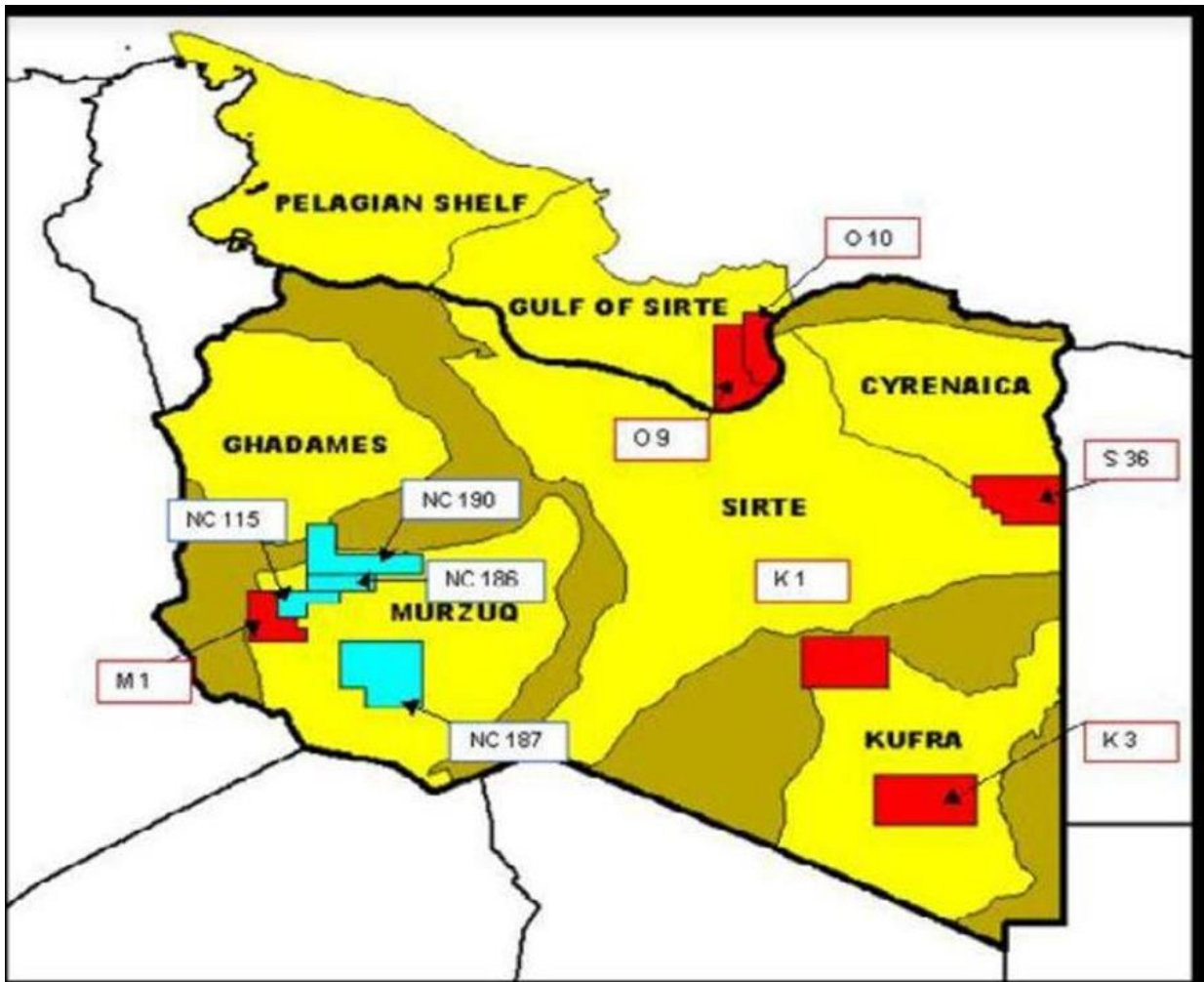


Fig. 1. The location map of Asharara Field, NC-115, Murzuq Basin, Libya.

Data Analysis and Discussion

The three dimension seismic interpreter works with a volume of data, normally done by studying some of each of three orthogonal slices through the volume. The interpreting of the structure needs to be judged using horizontal section and when to use vertical ones.

In Fig. 2, the blue area indicates very high amplitude, while, the red area represents lower amplitude. This indicates a fault zone, the event terminates clearly on the position shown in the section (Fig. 2). The picking of fault on a horizontal section provides a contour on the fault plane, thus picking a fault succession of suitably spaced horizontal sections constitute an easy approach to fault plane mapping. The fault evident in Fig.2 have been mapped in this way. In the horizontal section at 60 ms (Fig. 2), two fault show events of quite different widths. This is the effect of dip where the faults are mostly traced by sinuous events striking approximately north – south.

When we make an 3D data interpretation work after having previously mapped from 2D data over the same prospect, the most striking difference between maps is commonly the increased fault detail.

Similarity as shown in Fig. 3, Multi-trace attribute that returns trace-to-trace similarity properties expressing this attribute identify faults. Hence, the event will not terminate but will parallel the fault comparison and demonstrates that situation (Fig. 3). The difference in amplitude between the red area and the blue area is too high because of variation of properties caused by the fault.

We expect to detect faults from alignments of event terminations. Figure 3 shows a section of 3D data, which provide the event terminations clearly. Figure 4 also shows three faults system after using the similarity. In contrast, the horizontal section for the same data volume does not show clear event termination. Why the event termination is visible at the fault in Fig. 2 but not in Fig. 3? The answer lies simply in the relationship where the fault is between the structural strike and faults strike.

Any horizontal section alignment indicates the strike of the feature, if there is a significant angle between structure parallel or almost so. The events will terminate, if structural strike and fault strike, are parallel or almost, attribute on line the faults are much better.

The blue area in Fig. 5 shows that the amplitude attribute increases the strength of high values and the small values are faded, before and after applying amplitude attribute.

Figure 6 shows the energy in the red area, which is too high, while in the blue area it is very low. These variations in energy indicate that there is a fault in the area. The energy of a trace segment attribute calculates the squared sum of the sample values in the specified time-gate divided by the number of samples in the gate. However, Fig. 7 shows the effect of using the energy attribute. The difference in energy between the red area and the blue area is too high due to the properties variation indicating that there is a fault in the area.

Three Dimensional Seismic Attributes and RGB (Red, Green and Blue) Colour Blending

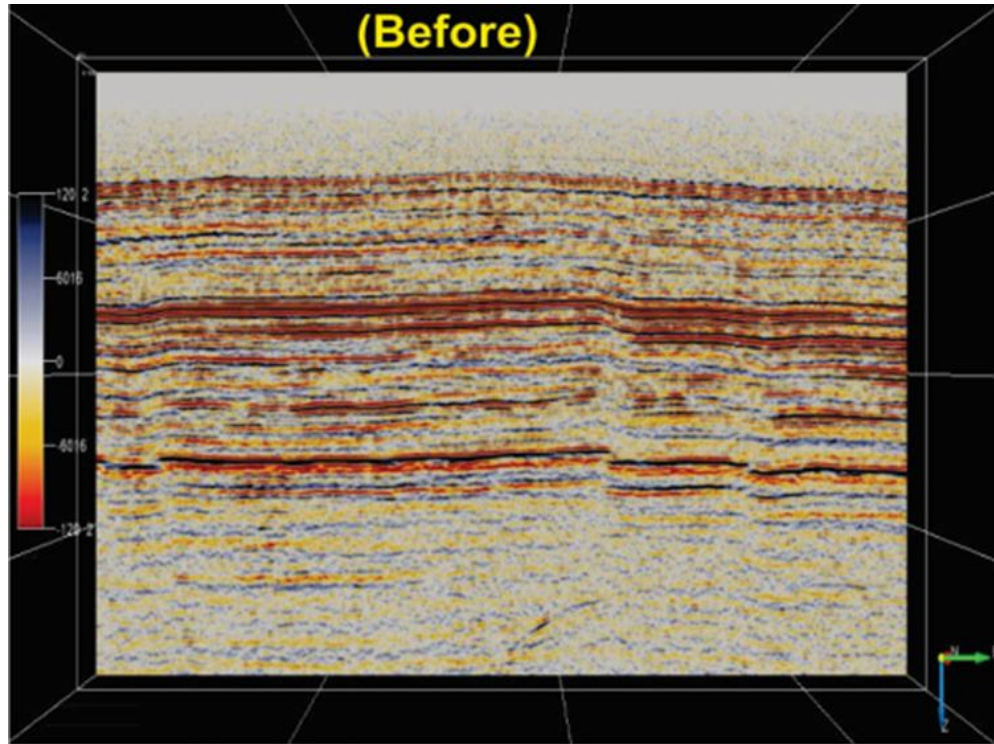


Fig. 2. 3D colored section in the area of study before using similarity.

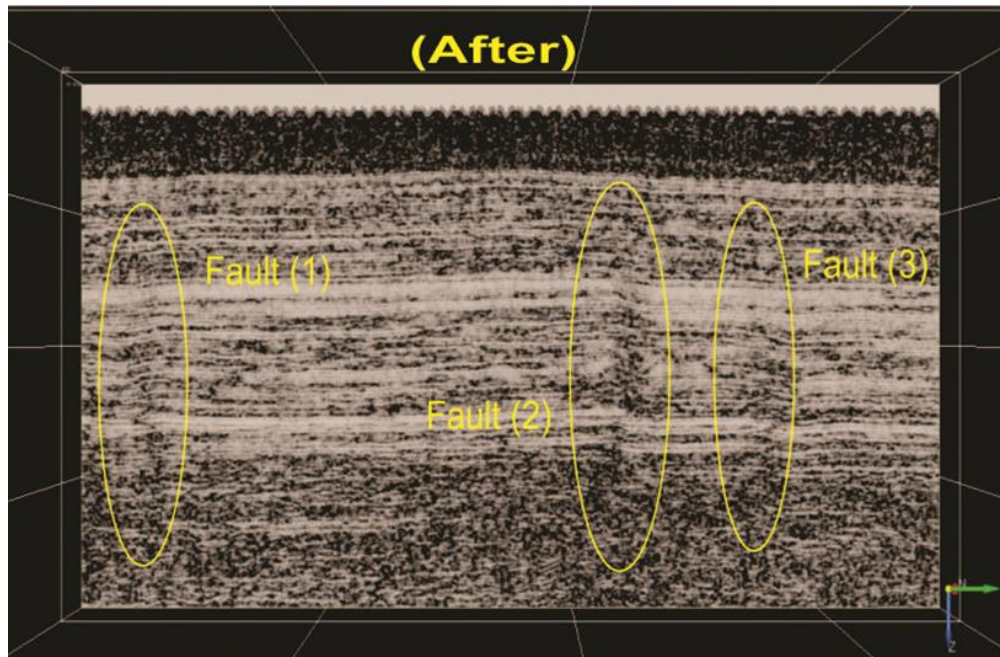


Fig. 3. Black and white seismic section data of Fig. 2, after using similarity.

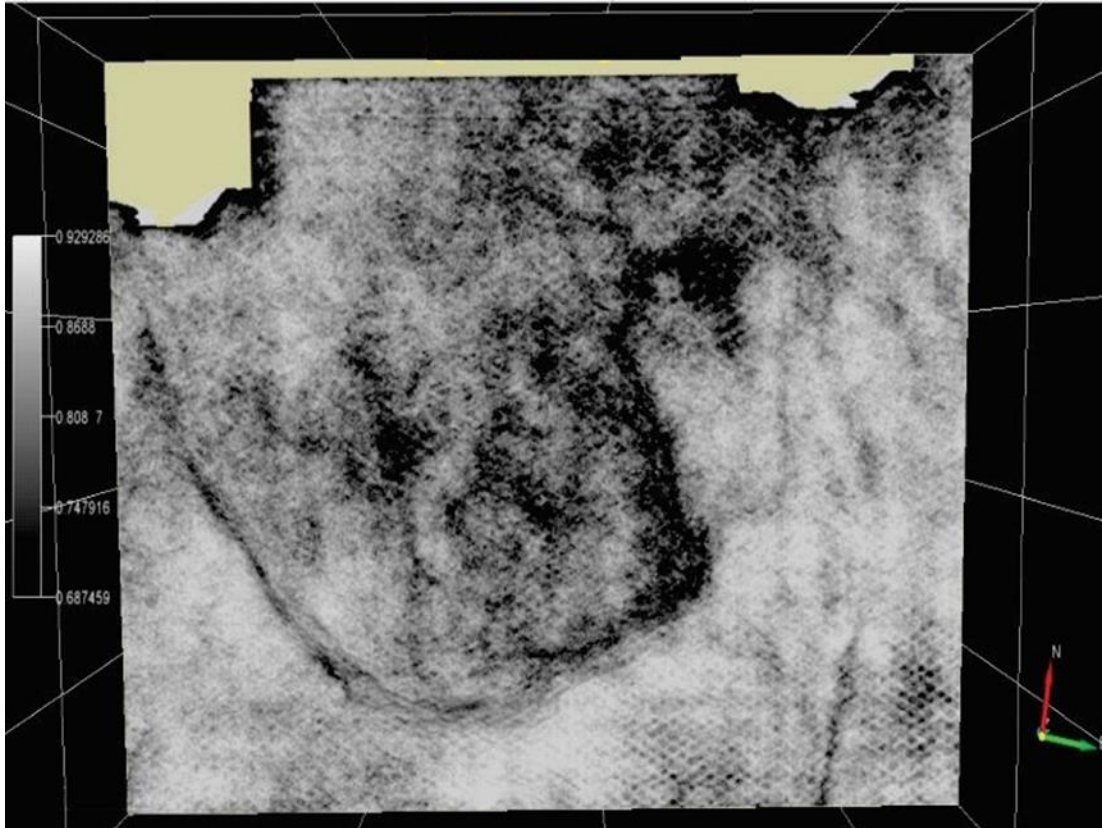


Fig. 4. Shows the similarity and how the traces are alike in black line.

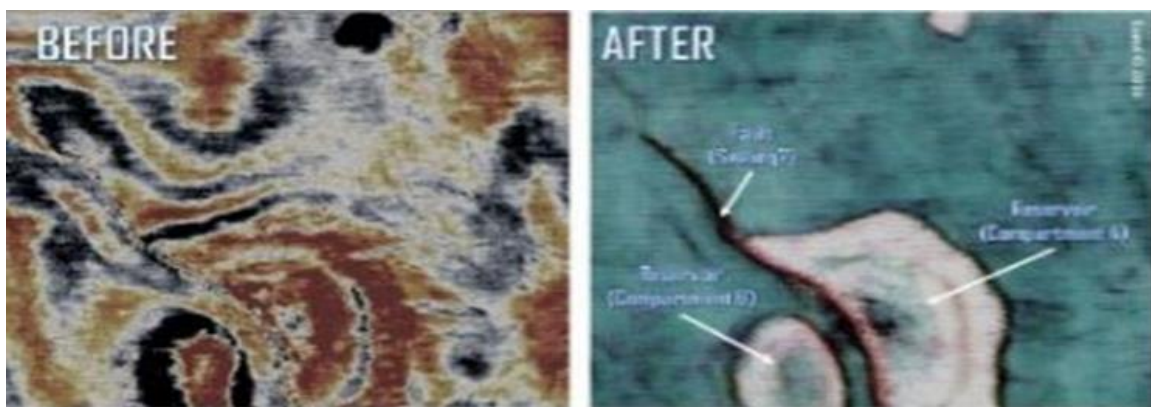


Fig. 5. The blue area marks too high amplitude while the red area marks too low indicating the presence of a fault.

Three Dimensional Seismic Attributes and RGB (Red, Green and Blue) Colour Blending

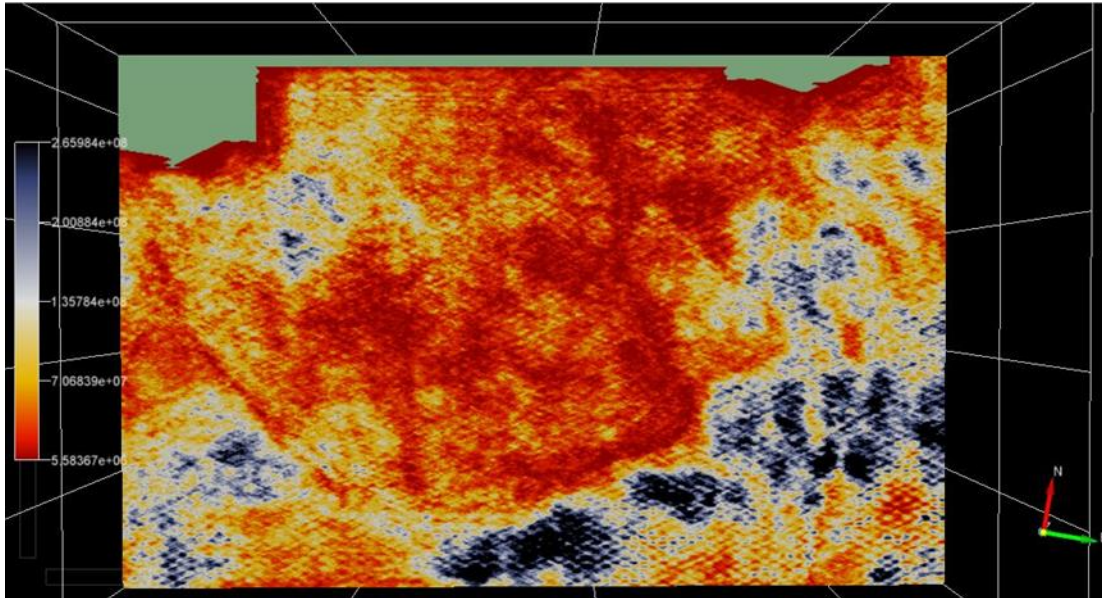


Fig. 6. The energy attribute.

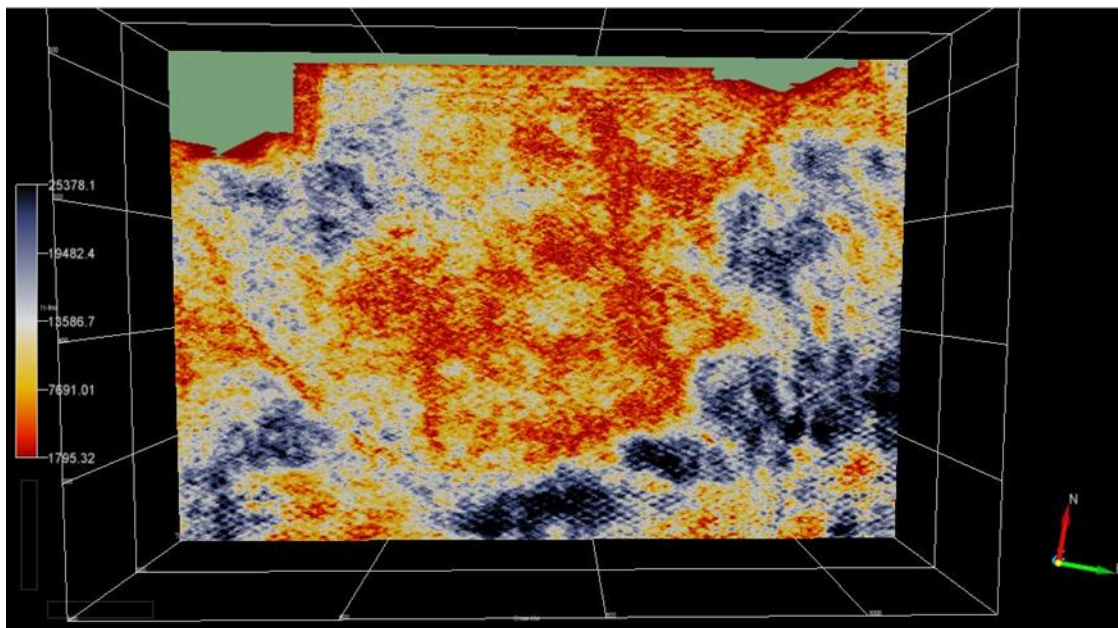


Fig. 7. After using energy attribute

Conclusion

Apparently, colors are used in two fundamentally different ways, contrasting or gradational color schemes. A seismic section displayed in contrast colors is normally accompanied by a legend, so the interpreter can identify the value of the displayed attribute at any point. Also for more effective color display, it is important, to choose carefully the range of values associated with each color as the number of colors and their sequence are very important in order to show the contrast between adjacent colors and display scales. A color display must convey useful information and at the same time must be aesthetically pleasing. For a map such as shown earlier, it is desirable to perceive equal visual contrast between adjacent colors, so that no one boundary is more outstanding. The seismic attribute technique that has been applied in this area gives us the proof and assertion that faults exist in this area and can be detected and followed by applying this seismic attribute technique.

References

- Aziz, A. (2000). Stratigraphy and hydrocarbon potential of the Lower Paleozoic succession of License NC-115, Murzuq Basin, SW Libya, In: *Geological Exploration Murzuq Basin*, (Sola.M.O, and Woresly, P., eds) Elsevier, Amsterdam, 349-368.
- Bacon, M., Simm, R. and Redshaw, T. (2003). *Three Dimension Seismic Interpretation*, Cambridge University press.
- Brown. A. R. (1986). Interpretation of three dimensional seismic data, American Association of Petroleum Geologists Memoire 42.
- Davidson, L., Beswelherick, S., Craig, J., Eales, M., Fisher, A., Himmali, A., Jho, J., Mejrab, B. and Smart, J. (2000). The structure, stratigraphy and petroleum geology of Murzuq Basin, south west Murzuq Basin, In: *Geological Exploration Murzuq Basin*, (Sola.M.O, and Woresly, P., eds) Elsevier, Amsterdam, 295-320.
- Echikh, K. and Sola, M.A. (2000), Geology and hydrocarbon occurrences in the Murzuq Basin SW Libya, In: *Geological Exploration Murzuq Basin*, (Sola.M.O, and Woresly, P., eds) Elsevier, Amsterdam, 175 -222.
- Goudarzi. G. H., (1967), Stratigraphic and tectonic framework of Libya, AAPG Bulletin, **876**.
- Goudarzi, G. H. (1981). Structure of Libya, In: *The Geology of Libya*, (M. J. Salem and M. T. Busrewill eds.) University of Tripoli, Libya, 879-892.
- Klitzsch. E. (1970). Problems of continental Mesozoic strata of southern Libya, Proc. Conf. African Geol.: Regional Geology, University Ibadan, Dept. Geol., Ibadan, Nigeria, 483- 494.
- Klitzsch. E. H. (2000). The Structural development of the Muruq and Kufra basins-significance for oil and mineral exploration, In: *Geological Exploration Murzuq Basin*, (Sola.M.O, and Woresly, P., eds) Elsevier, Amsterdam, 143- 150.
- Nelson, H. R. Jr, (1983). *New Technologies in Exploration Geophysics*, Texas Publishing Company, Houston, 187-206.

Three Dimensional Seismic Attributes and RGB (Red, Green and Blue) Colour Blending

Teleford, W. M., Geldart, L. P., Sheriff, R. E. and Keys, D. A. (1976). Applied Geophysics, University Cambridge Press, 860p.

Adomian Decomposition Method for Solving Linear Wave Equation

Muna Shaban Akrim

Department of mathematics, Faculty of science, Tripoli University, Tripoli-Libya.
E-mail: jna.alward85@gmail.com

Abstract

The adomian decomposition method (ADM) was used to solve various wave equations. We compared the obtained solution by ADM with the Reduced Differential Transform Method (RDTM) and the Variational Iteration Method (VIM). The results show that ADM is very effective, simple and easy compared with other methods.

Keywords: Adomian decomposition method; Wave equation; RTDM; VIM.

المستخلص

أستخدمت طريقة تحليل أدومين لحل معادلات الموجه المختلفة. وقارنا الحل المتحصل عليه بإستخدام طريقة تحليل أدومين مع طريقة تحويل تفاضلي مخفض والطريقة التكرارية المتناوبة، وقد اظهرت النتائج بأن طريقة أدومين فعالة جدا وبسيطة وسهلة مقارنة مع الطرق الأخرى.

Introduction

In this paper, we shall solve exactly the wave equation of second order in one dimension by adomain decomposition method in following forms:

- 1) $u_{tt} = c^2 u_{xx}, I = \{x \mid 0 < x < a\}$. (hom. in finite dom.)
- 2) $u_{tt} = c^2 u_{xx}, I = \{x \mid -\infty < x < \infty\}$. (hom. in infinite dom.)
- 3) $u_{tt} = c^2 u_{xx} + h(x, t), I = \{x \mid 0 < x < a\}$. (inhom. in finite dom.)
- 4) $u_{tt} = c^2 u_{xx} + h(x, t), I = \{x \mid -\infty < x < \infty\}$. (inhom. in infinite dom.)

With initial conditions corresponding to every form, over the interval I , where $u=u(x,t)$ denotes the wave amplitude with dimensions of distance, c is the wave speed with dimensions of distance pertime, which is a positive Constant, and $h(x, t)$ a ccunts for any

external forces acting on the system. In recent years, the Adomian decomposition method has received much attention in applied mathematics in general, and in the area of series solution, in particular. It was introduced and developed by George Adomian [1-4]. Some wave equations are solvable by many methods such the reduced differential transform method [5], introduced by Zhou in 1986 [6,7], the variational iteration method introduced by He [9], and a Finite Element method [13]. We aim in this paper to obtain exact solutions to the Wave Equation in four different cases. We also show that the ADM is a powerful, effective and fast convergence to the exact solution obtained by the previously mentioned methods.

Adomain Decomposition Method

The Adomian decomposition method [4] consists of decomposing the unknown function $u(x,y)$ of any equation into a sum of an infinite number of components defined by the decomposition series

$$U(x,y)=\sum_{n=0}^{\infty} u_n(x, y) \text{ or briefly } u=\sum_{n=0}^{\infty} u_n \quad (1)$$

Where the components, $u_n(x, y)$, $n \geq 0$ are to be determined in a recursive Manner. To give a clear overview of adomian decomposition method we first consider the linear differential equation written in an operator form by

$$Lu+Ru=g \quad (2)$$

Where L is mostly the lower order derivative, which is assumed invertible, R is other linear differential operator, and g is a source term. Then apply the inverse operator L^{-1} to both sides of equation (2) and using the given condition to obtain

$$u = f - L^{-1}(Ru) \quad (3)$$

Where the function f represents the terms arising from integrating the source term g and from using the given conditions that are assumed to be prescribed.

Substituting (1) into both sides of (3) leads to

$$\sum_{n=0}^{\infty} u_n = f - L^{-1}(R(\sum_{n=0}^{\infty} u_n)). \quad (4)$$

For simplicity, equation (4) can be rewritten as,

$$u_0 + u_1 + u_2 + u_3 + \dots = f - L^{-1}(R(u_0 + u_1 + u_2 + \dots)) \quad (5)$$

The formal recursive relation is defined by,

$$\begin{aligned} u_0 &= f \\ u_{k+1} &= -L^{-1}(R(u_k)), \quad k \geq 0 \end{aligned} \quad (6)$$

Adomian Decomposition Method for Solving Linear Wave Equation

Or equivalently $u_0 = f$

$$\begin{aligned} u_1 &= -L^{-1}(R(u_0)), \\ u_2 &= -L^{-1}(R(u_1)), \\ u_3 &= -L^{-1}(R(u_2)), \\ &\vdots \end{aligned} \quad (7)$$

Then substitute into (1) to obtain the solution in a series form.

Application

Now, we use the method to solve the following different forms of wave Equation.

Example (1): we consider the homogeneous wave equation in finite domain [5] defined as:

$$u_{tt} = u_{xx} - 3u, 0 < x < \pi, t > 0 \quad (8)$$

With the initial conditions:

$$u(x, 0) = 0, u_t(x, 0) = 2\cos(x) \quad (9)$$

Solution: equation (8) in an operator form becomes

$$L_t u = L_x u - 3u \quad (10)$$

$$\text{Where; } L_t = \frac{\partial^2}{\partial t^2} \quad (11)$$

$$L_x = \frac{\partial^2}{\partial x^2} \quad (12)$$

Applying L^{-1} to both sides of (10) and using the initial condition we obtain:

$$L_t^{-1}(L_t u) = L_t^{-1}(L_x u - 3u) \quad (13), \text{ where } L_t^{-1}(\cdot) = \int_0^t \int_0^t (\cdot) dt dt. \quad (14)$$

So that

$$u(x, t) - 2t\cos(x) = L_t^{-1}\left(\frac{\partial^2}{\partial x^2} u(x, t) - 3u(x, t)\right) \quad (15)$$

Substituting the series assumption (1) into both sides of (15) gives

$$\sum_{n=0}^{\infty} u_n(x, t) = 2t\cos(x) + L_t^{-1}\left(\frac{\partial^2}{\partial x^2} \sum_{n=0}^{\infty} u_n(x, t) - 3 \sum_{n=0}^{\infty} u_n(x, t)\right) \quad (16)$$

The recursive relation of (16) is

$$u_0(x, t) = 2t\cos(x) \quad (17)$$

Adomian Decomposition Method for Solving Linear Wave Equation

So that

$$u(x, t) = \sin(x) + L_t^{-1}(L_x u) \quad (26)$$

Consequently, we obtain,

$$\sum_{n=0}^{\infty} u_n(x, t) = \sin(x) + L_t^{-1}(L_x \sum_{n=0}^{\infty} u_n(x, t)) \quad (27)$$

The following recursive relation

$$u_0(x, t) = \sin(x) \quad (28)$$

$$u_{k+1}(x, t) = L_t^{-1}(L_x u_k(x, t)) \quad (29)$$

Proceeding as before, we set

$$u_1(x, t) = L_t^{-1}(L_x u_0(x, t)) = -\frac{t^2}{2!} \sin(x)$$

$$u_2(x, t) = L_t^{-1}(L_x u_1(x, t)) = \frac{t^4}{4!} \sin(x) \quad (30)$$

$$u_3(x, t) = L_t^{-1}(L_x u_2(x, t)) = -\frac{t^6}{6!} \sin(x)$$

$$\vdots \quad \quad \quad \vdots \quad \quad \quad \vdots$$

$$u(x, t) = \sin(x) \left(1 - \frac{t^2}{2!} + \frac{t^4}{4!} - \frac{t^6}{6!} + \dots \right) \quad (31)$$

Is solution in a series form, but in a closed form is $u(x, t) = \sin(x) \cos(t)$ (32) which as given in [10].

Example (3): we next consider the inhomogeneous wave equation in finite Domain [8] defined as:

$$u_{tt} = u_{xx} + \sin(x), \quad 0 < x < \pi, \quad t > 0 \quad (33)$$

With the initial conditions:

$$u(x, 0) = \sin(x), \quad u_t(x, 0) = \sin(x) \quad (34)$$

Solution: operating with L_t^{-1} on both sides of (33) yields

$$u(x, t) = \sin(x) + t \sin(x) + \frac{t^2}{2} \sin(x) + L_t^{-1}(L_x u) \quad (35)$$

Where L_t , L_x and $L_t^{-1}(\cdot)$ as (11),(12) and (14)

$$\text{So that } \sum_{n=0}^{\infty} u_n(x, t) = \sin(x) + t\sin(x) + \frac{t^2}{2}\sin(x) + L_t^{-1}(L_x \sum_{n=0}^{\infty} u_n(x, t)) \quad (36)$$

For proceeding discussion, we set

$$u_0(x, t) = \sin(x) + t\sin(x) + \frac{t^2}{2}\sin(x)$$

$$u_1(x, t) = L_t^{-1}(L_x u_0(x, t)) = -\frac{t^2}{2!}\sin(x) - \frac{t^3}{3!}\sin(x) - \frac{t^4}{4!}\sin(x) \quad (37)$$

$$u_2(x, t) = L_t^{-1}(L_x u_1(x, t)) = \frac{t^4}{4!}\sin(x) + \frac{t^5}{5!}\sin(x) + \frac{t^6}{6!}\sin(x)$$

$$u_3(x, t) = L_t^{-1}(L_x u_2(x, t)) = -\frac{t^6}{6!}\sin(x) - \frac{t^7}{7!}\sin(x) - \frac{t^8}{8!}\sin(x)$$

⋮

⋮

⋮

$$u(x, t) = \sin(x) + \sin(x)\left[t - \frac{t^3}{3!} + \frac{t^5}{5!} - \frac{t^7}{7!} + \dots\right] \quad (38)$$

is solution in a series form, and in a closed form is

$$u(x, t) = \sin(x)[1 + \sin(t)] \quad (39)$$

Which is the same solution in [8].

Example (4): Finally, we consider the inhomogeneous wave equation in infinite Domain [4] defined as:

$$u_{tt} = u_{xx} + 2x + 6t, -\infty < x < \infty, t > 0 \quad (40)$$

With the initial conditions:

$$u(x, 0) = 0, u_t(x, 0) = \sin(x) \quad (41)$$

Solution: from previous discussion and using (11), (12) and (14), we obtain

$$u(x, t) = t\sin(x) + xt^2 + t^3 + L_t^{-1}(L_x u) \quad (42)$$

So that

$$\sum_{n=0}^{\infty} u_n(x, t) = t^3 + xt^2 + t\sin(x) + L_t^{-1}(L_x \sum_{n=0}^{\infty} u_n(x, t)) \quad (43)$$

Proceeding as before, we find

$$u_0(x, t) = t^3 + xt^2 + t\sin(x)$$

Adomian Decomposition Method for Solving Linear Wave Equation

$$u_1(x, t) = L_t^{-1}(L_x u_0(x, t)) = -\frac{t^3}{3!} \sin(x)$$
$$u_2(x, t) = L_t^{-1}(L_x u_1(x, t)) = \frac{t^5}{5!} \sin(x) \quad (44)$$

$$u_3(x, t) = L_t^{-1}(L_x u_2(x, t)) = -\frac{t^7}{7!} \sin(x)$$

And so on.

$$\text{The solution is } u(x, t) = xt^2 + t^3 + \sin(x) \left[t - \frac{t^3}{3!} + \frac{t^5}{5!} - \frac{t^7}{7!} + \dots \right] \quad (45)$$

In a series form, and in a closed form is

$$u(x, t) = xt^2 + t^3 + \sin(x) \sin(t) \quad (46)$$

Which is the same exact solution for example solved by variational iteration method (VIM) in [4].

Conclusion

In this paper, the adomain decomposition method has been successfullya for finding the solution of the wave equations in four different cases. The solution obtained by the adomain decomposition, in turn is expressed in a closed form, which is convergent to the exact solution. The Simplicity of the method and the obtained results show that the Adomain Decomposition method is an effective mathematical tool for solving the Wave Equation.

References

- [1] Adomian, G. (1994). Solving Frontier Problems of Physics: The Decomposition Method, Kluwer Publishing, Boston.
- [2] Cherruault, Y. and Adomian, G. (1993). Decomposition methods: a new proof of convergence. Math.Comput. Modelling, **18**(12), 103-106.
- [3] Wazwaz, A. M. (2006). The modified decomposition method for Analytic treatment of differential equations, Appl. Math.Comput., **173**(1), 165-176.
- [4] Wazwaz, A. M. (2009). Partial Differential Equations and Solitary Waves Theory, Springer Science & Business Media.
- [5] Keskin, Y. and Oturanc, G. (2010). Reduced differential transform method for solving linear and nonlinear wave equations. Iranian Journal of Science and Technology, **34**(A2), 114-121.
- [6] Zhou, J. K. (1986). Differential Transformation and Its Applications for Electrical Circuits, Wuhahn Huarjung University Press, China (in Chinese).

- [7] Keskin, Y., Kurnaz, A., Kiris, M. E and Oturanc, G. (2007). Approximate solutions of generalized pantograph equations by the differential transform Method. *International Journal of Nonlinear Sciences and Numerical Simulation*, **8**(2), 159-164.
- [8] Zain Ulabadin, Z., Pervaiz, A. Ahmed, M. O. and Rafiq, M. (2015). Finite element model for linear second order one-dimensional inhomogeneous wave equation. *Pak. J. Eng. Appl. Sci.*, **17**, 58-63.
- [9] He, J. H. (1999). Variational iteration method- a kind of non-linear analytical technique: Some examples. *International Journal of Non-linear Mechanics*, **34**(4), 699-708.
- [10] Wazwaz, A. M. (2007). The variational iteration method: A powerful scheme for handling linear and nonlinear diffusion equations, *Computers and Mathematics with Applications*, **54**, 933-939.

A New Application of Sawi Transform for Solving Volterra Integral Equations and Volterra Integro-differential Equations

Mohammed E. H. Attaweel¹ and Haneen A. A. Almassry²

Mathematics Dept., Arts and Science Faculty-Gasr Khyar, Al Mergheb University, Libya.

¹E-mail: meattaweel@elmergib.edu.ly; ²haneenalmassry1995@gmail.com

Abstract

In this paper, a new application of Sawi transform is given for solving Volterra integral equations and Volterra integro-differential equations. In the application section of this paper, some applications are given to explain the importance of Sawi transform for solving the indicated equations. The results show that Sawi transform is a very useful integral transform for solving these equations.

Keywords: Volterra Integral Equations; Volterra Integro-differential Equations; Sawi Transform.

المستخلص

في هذه الورقة قدمنا تطبيقاً جديداً لتحويل ساوي لحل معادلات فولتيرا التكاملية ومعادلات فولتيرا التكاملية-التفاضلية وفي بند التطبيقات في هذه الورقة أعطيت بعض التطبيقات لتشرح أهمية تحويل ساوي لحل المعادلات المشار إليها. وقد وضحت النتائج أن تحويل ساوي تحويل تكاملي مفيد جداً لحل المعادلات المذكورة.

Introduction

In modern times, integral transforms, Laplace transform [12, 16,20,21,24,29,30,31,32], Fourier transform [24], Hankel transform [24], Mellin transform [24], Mahgoub transform [7,11,13,23,25], Kamal transform [1,2,5,8,10,22], Elzaki transform [6,15,17,18,19,30], Aboodh transform [3,4,14], Mohand transform [4,27],Sawi transform [26], Sadik transform [28] and Hermite transform [24] etc. have very useful role in mathematics, physics, chemistry, social science, biology, astronomy, nuclear science, electrical and mechanical engineering for solving the advanced problems of these fields. Many scholars use these transforms to solve problems of differential equations, partial differential equations, integral equations, integro-differential equations, partial integro-differential equations, delay differential equations and population growth and decay problems, and the mechanics and

electrical circuit problems. In this paper, we concentrate mainly on an application of the Sawi transform to solve some linear Volterra integral equations and linear Volterra integro-differential equations.

Definitions and Standard Results

Sawi Transform

Definition: A new transform called the Sawi transform defined for function of exponential order, we consider functions in the set A defined by:

$$A = \left\{ f(t) : \exists M, K_1, K_2 > 0, |f(t)| < M e^{\frac{|t|}{K_j}}, \text{ if } t \in (-1)^j \times [0, \infty) \right\} \quad (1)$$

For a given function in the set A , the constant M must be a finite number. K_1, K_2 may be finite or infinite. Sawi Transform is denoted by the operator $S(\cdot)$; defined by the integral equations

$$S[f(t)] = R(v) = \frac{1}{v^2} \int_0^{\infty} f(t) e^{-\frac{t}{v}} dt, \quad t \geq 0, \quad K_1 \leq v \leq K_2 \quad (2)$$

Some Properties of Sawi Transform

Linearity Property of Sawi Transform

If $S[f_1(t)] = R_1(v)$ and $S[f_2(t)] = R_2(v)$ then

$$S[af_1(t) + bf_2(t)] = aS[f_1(t)] + bS[f_2(t)] = aR_1(v) + bR_2(v) \quad (3)$$

Where a, b are arbitrary constants.

Sawi Transform of the Derivative of the Function $f(t)$

Theorem: let $S[f(t)] = R(v)$ then

$$(i) \quad S[f'(t)] = \frac{1}{v} R(v) - \frac{1}{v^2} f(0) \quad (4)$$

$$(ii) \quad S[f''(t)] = \frac{1}{v^2} R(v) - \frac{1}{v^2} f'(0) - \frac{1}{v^3} f(0) \quad (5)$$

A New Application of Sawi Transform for Solving Volterra Integral Equations

$$(iii) \quad S[f^{(n)}(t)] = \frac{1}{v^n} R(v) - \sum_{k=0}^{n-1} \frac{f^{(k)}(0)}{v^{n-k+1}} \quad (6)$$

Sawi Transform of Integral of a Function $f(t)$

Theorem: let $S[f(t)] = R(v)$ then

$$S\left[\int_0^t f(t) dt\right] = v R(v) \quad (7)$$

Proof: let $H(t) = \int_0^t f(t) dt \Rightarrow H'(t) = f(t), H(0) = 0$

Now using Sawi transform of the derivative of a function, we get

$$S[H'(t)] = \frac{1}{v} S[H(t)] - \frac{1}{v^2} H(0) \Rightarrow S[H'(t)] = \frac{S[H(t)]}{v} \quad (8)$$

$$\Rightarrow S[H(t)] = v S[H'(t)] = v S[f(t)] = v R(v) \quad (9)$$

$$\Rightarrow S\left[\int_0^t f(t) dt\right] = v R(v) \quad (10)$$

Change of Scale Property

Theorem: let $S[f(t)] = R(v)$ then $S[f(at)] = aR(av)$

Proof:

$$\therefore S[f(t)] = \frac{1}{v^2} \int_0^{\infty} f(t) e^{-\frac{t}{v}} dt \Rightarrow S[f(at)] = \frac{1}{v^2} \int_0^{\infty} f(at) e^{-\frac{t}{v}} dt \quad (11)$$

$$\text{Let } at = u \Rightarrow t = \frac{u}{a} \Rightarrow dt = \frac{1}{a} du$$

$$\Rightarrow S[f(u)] = \frac{1}{v^2} \int_0^{\infty} f(u) e^{\frac{-u}{av}} \frac{1}{a} du = \frac{1}{a} \frac{1}{v^2} \int_0^{\infty} f(u) e^{\frac{-u}{(av)}} du \quad (12)$$

$$\Rightarrow S[f(u)] = a \frac{1}{(av)^2} \int_0^{\infty} f(u) e^{\frac{-u}{(av)}} du = a R(av) \quad (13)$$

Convolution Property

Theorem: let $f(t), g(t) \in A$ and $S[f(t)] = F(v)$, $S[g(t)] = G(v)$ then

$$S[f(t) * g(t)] = v^2 F(v)G(v) \quad (14)$$

$$\text{where } f(t) * g(t) = \int_0^t f(t-x)g(x)dx = \int_0^t f(x)g(t-x)dx$$

Proof: Consider $F(v) = \frac{1}{v^2} \int_0^{\infty} e^{\frac{-r}{v}} f(r) dr$, $G(v) = \frac{1}{v^2} \int_0^{\infty} e^{\frac{-s}{v}} g(s) ds$

$$\Rightarrow F(v)G(v) = \frac{1}{v^4} \int_0^{\infty} e^{\frac{-r}{v}} f(r) dr \int_0^{\infty} e^{\frac{-s}{v}} g(s) ds = \frac{1}{v^4} \int_0^{\infty} \int_0^{\infty} e^{\frac{-1}{v}(r+s)} f(r)g(s) ds dr \quad (15)$$

put $r+s=t \Rightarrow ds=dt$ and by changing the order of integration and solving we obtain

$$F(v)G(v) = \frac{1}{v^2} \left[\frac{1}{v^2} \int_0^{\infty} \int_0^t e^{\frac{-t}{v}} f(r)g(t-r) dr dt \right] = \frac{1}{v^2} S[f(t) * g(t)] \quad (16)$$

$$\Rightarrow S[f(t) * g(t)] = v^2 F(v)G(v) \quad (17)$$

Sawi Transform for Some Functions

Table 1. Sawi Transform functions.

$f(t)$	$S[f(t)]$
1	$\frac{1}{v}$
t	1
t^2	$2v$
t^n	$n! v^{n-1}$
e^{at}	$\frac{1}{v(1-av)}$

$\sin at$	$\frac{a}{1+a^2 v^2}$
$\cos at$	$\frac{1}{v(1+a^2 v^2)}$
$\sinh at$	$\frac{a}{1-a^2 v^2}$
$\cosh at$	$\frac{1}{v(1-a^2 v^2)}$

Applications

Example 1.

Consider linear Volterra integral equation of second kind

$$y(x) = 1 - x + \int_0^x (x-t)y(t) dt \quad (18)$$

Solution: Applying the Sawi transform to both sides we have

$$S[y(x)] = S[1] - S[x] + S\left\{\int_0^x (x-t)y(t) dt\right\} \quad (19)$$

$$R(v) = \frac{1}{v} - 1 + v^2 R(v) \quad (20)$$

$$\Rightarrow R(v) = \frac{1-v}{v(1-v^2)} = \frac{1}{v(1+v)} \quad (21)$$

Now using inverse Sawi transform, we get

$$y(x) = e^{-x} \quad (22)$$

Example 2.

Consider linear Volterra integral equation of second kind

Mohammed E. H. Attaweel and Haneen A. A. Almassry

$$y(x) = 3x^2 + \int_0^x \sin(x-t)y(t) dt \quad (23)$$

Solution: Applying the Sawi transform to both sides we have

$$S[y(x)] = 3S[x^2] + v^2 S[\sin x] S[y(x)] \quad (24)$$

$$R(v) = 6v + v^2 \frac{1}{1+v^2} R(v) \Rightarrow R(v) \left[1 - \frac{v^2}{1+v^2} \right] = 6v \quad (25)$$

$$\Rightarrow R(v) \left[\frac{1}{1+v^2} \right] = 6v \Rightarrow R(v) = 6v + 6v^3 \quad (26)$$

$$\Rightarrow R(v) = 3[2v] + \frac{1}{4}[4!v^3] \quad (27)$$

Now using inverse Sawi transform, we get

$$y(x) = 3x^2 + \frac{1}{4} x^4 \quad (28)$$

Example 3.

Consider linear Volterra integral equation of second kind

$$y(x) = x + \frac{1}{6} \int_0^x (x-t)^3 y(t) dt \quad (29)$$

Solution: Applying the Sawi transform to both sides we have

$$S[y(x)] = S[x] + \frac{1}{6} v^2 S[x^3] S[y(x)] \quad (30)$$

$$R(v) = 1 + v^4 R(v) \quad (31)$$

$$\Rightarrow R(v) = \frac{1}{1-v^4} = \frac{1}{2} \frac{1}{1-v^2} + \frac{1}{2} \frac{1}{1+v^2} \quad (32)$$

Now using inverse Sawi transform, we get

$$y(x) = \frac{1}{2} [\sinh x + \sin x] \quad (33)$$

Example 4.

Consider linear Volterra integral equation

$$y(x) = 1 - \frac{1}{2}x^2 + \int_0^x y(t) dt \quad (34)$$

Solution: Applying the Sawi transform to both sides we have

$$R(v) = \frac{1}{v} - v + v R(v) \quad (35)$$

$$\Rightarrow R(v) = \frac{1-v^2}{v(1-v)} = \frac{1}{v} + 1 \quad (36)$$

Now using inverse Sawi transform, we get

$$y(x) = 1 + x \quad (37)$$

Example 5.

Consider linear Volterra integral equation of first kind

$$\sin x = \int_0^x e^{(x-t)} y(t) dt \quad (38)$$

Solution: Applying the Sawi transform to both sides we have

$$\frac{1}{1+v^2} = \frac{v^2}{v(1-v)} R(v) \quad (39)$$

$$\Rightarrow R(v) = \frac{1-v}{v(1+v^2)} = \frac{1}{v(1+v^2)} - \frac{1}{1+v^2} \quad (40)$$

Now using inverse Sawi transform, we get

$$y(x) = \cos x - \sin x \quad (41)$$

Example 6.

Consider linear Volterra integral equation of first kind

$$x^2 = \frac{1}{2} \int_0^x (x-t) y(t) dt \quad (42)$$

Solution: Applying the Sawi transform to both sides we have

$$2v = \frac{1}{2} v^2 R(v) \quad (43)$$

$$\Rightarrow R(v) = \frac{4}{v} = 4 \frac{1}{v} \Rightarrow y(x) = 4 \quad (44)$$

Example 7.

Consider linear Volterra integral equation of first kind

$$x = \int_0^x e^{(x-t)} y(t) dt \quad (45)$$

Solution: Applying the Sawi transform to both sides we have

$$1 = \frac{v}{1-v} R(v) \Rightarrow R(v) = \frac{1}{v} - 1 \quad (46)$$

Now using inverse Sawi transform, we get

$$y(x) = 1 - x \quad (47)$$

Example 8.

Consider linear Volterra integro - differential equation of second kind

$$y'(x) = 2 + \int_0^x y(t) dt \quad \text{with} \quad y(0) = 2 \quad (48)$$

Solution: Applying the Sawi transform to both sides we have

A New Application of Sawi Transform for Solving Volterra Integral Equations

$$\frac{R(v)}{v} - \frac{2}{v^2} = \frac{2}{v} + v R(v) \Rightarrow R(v) \left(\frac{1}{v} - v \right) = \frac{2(v+1)}{v^2} \quad (49)$$

$$\Rightarrow R(v) = \frac{2(v+1)}{v(1-v^2)} = \frac{2}{v(1-v)} \quad (50)$$

Now Using inverse Sawi transform, we get

$$y(x) = 2e^x \quad (51)$$

Example 9.

Consider linear Volterra integro-differential equation of second kind

$$y''(x) = -1 - x + \int_0^x (x-t)y(t) dt \quad (52)$$

With $y(0)=1$, $y'(0)=1$

Solution: Applying the Sawi transform to both sides we have

$$\frac{R(v)}{v^2} - \frac{1}{v^2} - \frac{1}{v^3} = -\frac{1}{v} - 1 + v^2 R(v) \quad (53)$$

$$\left[\frac{1-v^4}{v^2} \right] R(v) = \frac{v+1-v^2-v^3}{v^3} \Rightarrow R(v) = \frac{(1-v^2)+v(1-v^2)}{v(1-v^4)} \quad (54)$$

$$\Rightarrow R(v) = \frac{1}{v(1+v^2)} + \frac{1}{1+v^2} \quad (55)$$

Now using inverse Sawi transform, we get

$$y(x) = \cos x + \sin x \quad (56)$$

Example 10.

Consider linear Volterra integro-differential equation of second kind

$$y''(x) = \cosh x + \int_0^x e^{(x-t)} y(t) dt \quad (57)$$

With $y(0)=1$, $y'(0)=1$

Solution: Applying the Sawi transform to both sides we have

$$\frac{R(v)}{v^2} - \frac{1}{v^2} - \frac{1}{v^3} = \frac{1}{v(1-v^2)} + \frac{v}{1+v} R(v) \quad (58)$$

$$\left[\frac{1+v-v^3}{v^2(1+v)} \right] R(v) = \frac{v^2+v(1-v^2)+(1-v^2)}{v^3(1-v^2)} = \frac{1+v-v^3}{v^3(1+v)(1-v)} \quad (59)$$

$$\Rightarrow R(v) = \frac{1}{v(1-v)} \quad (60)$$

Now using Inverse Sawi transform, we get

$$y(x) = e^x \quad (61)$$

Example 11.

Consider linear Volterra integro-differential equation of second kind

$$y'''(x) = -1 + \int_0^x y(t) dt \quad (62)$$

With $y(0)=y'(0)=1$, $y''(t)=-1$

Solution: Applying the Sawi transform to both sides we have

$$\frac{R(v)}{v^3} - \frac{1}{v^4} - \frac{1}{v^3} + \frac{1}{v^2} = \frac{-1}{v} + v R(v) \quad (63)$$

$$R(v) \left[\frac{1-v^4}{v^3} \right] = \frac{1+v-v^2-v^3}{v^4} = \frac{(1-v^2)+v(1-v^2)}{v^4} \quad (64)$$

$$\Rightarrow R(v) = \frac{(1-v^2)+v(1-v^2)}{v(1-v^2)(1+v^2)} = \frac{1}{v(1+v^2)} + \frac{1}{1+v^2} \quad (65)$$

Now using inverse Sawi transform, we get

$$y(x) = \cos x + \sin x \quad (66)$$

Conclusion

In this present work, the Sawi transform is used to solve Volterra integral equations and Volterra Integro-differential Equations. Furthermore, we present several properties and theorems of Sawi transform. To see the efficiency of Sawi transform, we applied this transform on eleven different examples. The results show that the Sawi transform method is an appropriate method for solving Volterra integral equations and Volterra Integro-differential Equations.

REFERENCES

- [1] Abdelilah, K. and Hassan, S. (2016). The new integral transform “Kamal Transform”. *Advances in Theoretical and Applied Mathematics*, **11**(4), 451-458.
- [2] Abdelilah, K. and Hassan, S. (2017). The use of Kamal transform for solving partial differential equations. *Advances in Theoretical and Applied Mathematics*, **12**(1), 7-13.
- [3] Aboodh, K. S. (2013). The new integral transform “Aboodh Transform”. *Global Journal of Pure and Applied Mathematics*, **9**(1), 35-43.
- [4] Aggarwal, S. and Chauhan, R. (2018). A comparative study of Mohand and Aboodh transforms. *International Journal of Research in Advent Technology*, **7**(1), 520-529.
- [5] Aggarwal, S., Chauhan, R. and Sharma, N. (2018). A new application of Kamal transform for solving linear Volterra integral equations. *International Journal of Latest Technology in Engineering, Management & Applied Science*, **7**(4), 138-140.
- [6] Aggarwal, S., Chauhan, R. and Sharma, N. (2018). Application of Elzaki transform for solving linear Volterra integral equations of first kind. *International Journal of Research in Advent Technology*, **6**(12), 3687-3692.
- [7] Aggarwal, S., Chauhan, R. and Sharma, N. (2018). A new application of Mahgoub transform for solving linear Volterra integral equations. *Asian Resonance*, **7**(2), 46-48.
- [8] Aggarwal, S., Gupta, A. R., Asthana, N. and Singh, D. P. (2018). Application of Kamal transform for solving population growth and decay problems. *Global Journal of Engineering Science and Researches*, **5**(9), 254-260.
- [9] Aggarwal, S., Gupta, A. R., and Sharma, S. D. (2019). A new application of Shehu transform for handling Volterra integral equations of first kind. *International Journal of Research in Advent Technology*, **7**(4), 438-445.

- [10] Aggarwal, S., Sharma, N. and Chauhan, R. (2018). Application of Kamal transform for solving linear Volterra integral equations of first kind. *International Journal of Research in Advent Technology*, **6**(8), 2081-2088.
- [11] Aggarwal, S., Sharma, N., Chauhan, R., Gupta, A. R. and Khandelwal, A. A. (2018). New application of Mahgoub transform for solving linear ordinary differential equations with variable coefficients. *Journal of Computer and Mathematical Sciences*, **9**(6), 520-525.
- [12] Aggarwal, S., Gupta, A. R., Singh, D. P., Asthana, N. and Kumar, N. (2018). Application of Laplace transform for solving population growth and decay problems. *International Journal of Latest Technology in Engineering, Management & Applied Science*, **7**(9), 141-145.
- [13] Aggarwal, S., Sharma, N. and Chauhan, R. (2018). Solution of linear Volterra integro-differential equations of second kind using Mahgoub transform. *International Journal of Latest Technology in Engineering, Management & Applied Science*, **7**(5), 173-176.
- [14] Aggarwal, S., Sharma, N. and Chauhan, R. (2018), Application of Aboodh transform for solving Volterra integro-differential equations of second kind. *International Journal of Research in Advent Technology*, **6**(6), 1186-1190.
- [15] Aggarwal, S., Singh, D. P., Asthana, N. and Gupta, A. R. (2018). Application of Elzaki transform for solving population growth and decay problems. *Journal of Emerging Technologies and Innovative Research*, **5**(9), 281-284.
- [16] Dass, H. K. (2007). *Advanced Engineering Mathematics*. S. Chand & Co. Ltd.
- [17] Elzaki, T. M. (2011). The new integral transform “Elzaki Transform”. *Global Journal of Pure and Applied Mathematics*, **1**, 57-64.
- [18] Elzaki, T. M. and Ezaki, S. M. (2011). On the Elzaki transform and ordinary differential equation with variable coefficients. *Advances in Theoretical and Applied Mathematics*, **6**(1), 41-46.
- [19] Elzaki, T.M. and Ezaki, S.M. (2011). Applications of new transform “Elzaki transform” to partial differential equations. *Global Journal of Pure and Applied Mathematics*, **7**(1), 65-70.
- [20] Greenberg, M.D. (1998). *Advanced Engineering Mathematics*, Prentice Hall.
- [21] Jeffrey, A. (2002). *Advanced Engineering Mathematics*, Harcourt Academic Press.
- [22] Gupta, A. R., Aggarwal, S. and Agrawal, D. (2018). Solution of linear partial integro-differential equations using Kamal transform. *International Journal of Latest Technology in Engineering, Management & Applied Science*, **7**(7), 88-91.
- [23] Kiwne, S. B., and Sonawane, S. M. (2018). Mahgoub transform fundamental properties and applications. *International Journal of Computer & Mathematical Sciences*, **7**(2), 500-511.
- [24] Lokenath, D. and Bhatta, D. (2006). *Integral Transforms and Their Applications*, Second edition, Chapman & Hall/CRC.
- [25] Mahgoub, M. A. M. (2019). The new integral transform “Mahgoub Transform”. *Advances in Theoretical and Applied Mathematics*, **1**(14), 81-87.
- [26] Mahgoub, M. A. M. (2016). The new integral transform “Sawi Transform”. *Advances in Theoretical and Applied Mathematics*, **14**(1), 81-87.

A New Application of Sawi Transform for Solving Volterra Integral Equations

- [27] Mohand, M. and Mahgoub, A. (2017). The new integral transform “Mohand Transform”. *Advances in Theoretical and Applied Mathematics*, **12**(2), 113–20.
- [28] Pawar, S. S. and Abhale, N. S. (2019). Application of Sadik transform for solving Bessel's functions and linear volterra integral equation of convolution type. *Cikitusi Journal for Multidisciplinary Research*, **6**(3), 85-91.
- [29] Raisinghania, M. D. (2015). *Advanced Differential Equations*, S. Chand & Co. Ltd.
- [30] Shendkar, A. M. and Jadhav, P. V. (2015). Elzaki transform: A solution of differential equations. *International Journal of Science, Engineering and Technology Research*, **4**(4), 1006-1008.
- [31] Stroud, K. A. and Booth, D. J. (2001). *Engineering Mathematics*, Industrial Press, Inc.
- [32] Wazwaz, A. M. (2011). *Linear and Nonlinear Integral Equations*, Higher Education Press, Beijing.

Simulation–Based Comparison of Estimated Methods for the Differencing Fractional Parameter in ARFIMA Model

Mustafa A. Almahmoudi¹, Rida M. Khaga², and Maryouma E. Enaami³

Department Of Statistics, Faculty of Science, Tripoli University, Libya

¹Mustafa.almahmoudi@gmail.com; ²r.khaga@uot.edu.ly; ³Ma.enaami@uot.edu.ly

Abstract

Long-range dependence (LRD) is a statistical measure for the speed of the autocorrelation function's decay for a time series. A process that is said to have long memory if its autocorrelation function decays is hyperbolic, instead of an exponential rate as the lag increase. Some of the time series data persists towards non-stationary in the long run data. The effort of differencing seems to be good solution towards the non-stationary counter parts. With regard to the above matter, this research presents the usefulness of autoregressive fractionally integrated moving average ARFIMA model as the solution towards the non-stationary persistency of time series in the long run data. In this paper, we analyze the estimation of the degree of differencing d in ARFIMA $(0, d, 0)$ process, when the d belongs to the interval $(0, 0.5)$. We present a simulation study for the estimators of d by using periodogram \widehat{d}_p , smoothed period-diagram \widehat{d}_{sp} and Whittle \widehat{d}_w methods with different sample sizes (64, 128, 256, 512, 1024, 2048) and 1000 repetitions for each sample. In general, as sample size (n) increases the estimators get even better, except for the \widehat{d}_{sp} estimator. Furthermore, the Whittle estimator \widehat{d}_w seems to be more accurate than the other estimators. The testing of hypothesis results showed that, the estimates of the fractional differencing parameter d by Whittle's method has good performance as increasing of sample sizes and d . Also based on the autocorrelation function, the results observed exhibit very slow correlation decay which means that the process has a long memory.

KEY WORDS: Time Series; ARIMA; ARFIMA; Long-range dependence (LRD).

المستخلص

الاعتماد طويل المدى هو مقياس إحصائي يقيس سرعة اضمحلال دالة الارتباط الذاتي في السلاسل الزمنية. ويقال أن السلسلة الزمنية لها خاصية الذاكرة الطويلة إذا كانت دالة الارتباط الذاتي تضمحل ببطء ولا تأخذ شكل الدالة الأسية كما في السلاسل الزمنية. بعض من بيانات السلاسل الزمنية تحافظ على عدم استقرارها على المدى الطويل، لذلك فإن ذات المدى القصير (الذاكرة القصيرة).

إجراء عملية التفريق على السلاسل الزمنية يعتبر حلاً لتحويلها إلى سلاسل مستقرة. فيما يتعلق بهذا الأمر، يقدم هذا البحث أهمية استخدام الانحدار الذاتي الكسري التكامل المتوسط المتحرك ARFIMA كحل لاستقرار بيانات المدى الطويل للسلاسل الزمنية. في هذه الورقة نحلل قيمة معامل التفريق الكسري (d) المقدر في النموذج ذو الرتبة $(0, d, 0)$ عندما ينتمي هذا المعامل للفترة $(0, 0.5)$. باستخدام دراسة المحاكاة تم تقدير قيمة (d) بثلاثة طرق هي: \widehat{d}_p -Smoothed (Periodogram Estimator) \widehat{d}_w Estimator (Whittle) \widehat{d}_{sp} - Periodogram Estimator بأحجام عينات مختلفة $(2048, 1024, 512, 256, 128, 64)$ مع تكرار العملية 1000 مره لكل عينة. بصفة عامة، بزيادة حجم العينة يصبح المقدرات أفضل، باستثناء المقدر \widehat{d}_{sp} ، علاوة على ذلك، مقدر \widehat{d}_w أكثر دقة من المقدرين الآخرين. وأظهرت نتائج اختبار الفروض أن تقديرات المعلمة d بواسطة طريقة Whittle لها أداء جيد عند زيادة أحجام العينة و d . استناداً إلى وظيفة الارتباط الذاتي، تُظهر النتائج أنه الارتباط يتناقص ببطء شديد، مما يعني أن العملية بها ذاكرة طويلة.

Introduction

The Long-memory or long-range dependence (LRD), property describes the high-order correlation structure of a series. If a series exhibits long memory, there is persistent temporal dependence even between distant observations. Fractionally integrated processes that are associated with hyperbolically decaying autocorrelations can give rise to long memory (Beran, 1994). The autoregressive fractionally integrated moving average ARFIMA (p, d, q) model was introduced by Granger and Joyeux (1980). Since then there has been great studies in the estimation of long- memory modelling e.g. Granger and Joyeux (1980), Hosking (1981), Geweke and Porter-Hudack (1983), Sowell (1992) and Mayoral (2007). The characteristics of ARFIMA (p,d,q) processes when $d \in (-0.5, 0.5)$ are, the process is stationary and invertible. For $d \in (0, 0.5)$, the process is long memory and its covariance is stationary while its variance is finite. Furthermore when $d \in (-0.5, 0)$, the process is identified as having intermediate memory, since autocorrelation is always negative (anti-persistent), while when $d=0$ the process is stationary with short memory.

Estimating Of Fractional Differencing Parameter (d)

There are many estimators of the parameter d proposed in the literature. They are grouped mainly into two categories: The semi-parametric and parametric methods. In the first group one finds, for example, Geweke and Porter-Hudak (1983), Reisen (1994), Chen, et al. (1994), Robinson (1995) and Lobato and Robinson (1996) and others. In the second category are Fox and Taquu (1986), Dahlhaus (1989) and Sowell (1992). Some recent simulation studies comparing different techniques of estimation in long-memory process may be found in Taquu et al. (1995), Bisaglia et al. (1998), Taquu and Teverovsky (1996), Reisen and Lopes (1999) and Hurvich and Deo (1999). In this paper, we present only three estimator methods for d by using periodogram, smoothed period-diagram and Whittle methods.

The methods are summarized as follows:

Periodogram Estimator (\widehat{d}_p)

The regression of the periodogram proposed by Geweke and Porter-Hudak (GPH)(1983), denoted by (\widehat{d}_p), used the periodogram function $I(w)$. The number of observations in the regression equation is a function $g(n)$ of the sample size n where $g(n) = n^\alpha$, $0 < \alpha < 1$. Geweke and Porter-Hudak (1983) showed that (\widehat{d}_p) is asymptotically normally distributed

with $E(\widehat{d}_p) = d$ and $var(\widehat{d}_p) = \frac{\pi^2}{6 \sum_{i=1}^{g(n)} (x_i - \bar{x})^2}$, where
 $x_i = \ln(2 \sin(w_j/2))^2$.

Smoothed Periodogram Estimator (\widehat{d}_{sp})

The regression estimator using the smoothed periodogram function suggested by Reisen (1994), denoted by (\widehat{d}_{sp}). This regression estimator is obtained by replacing the spectral density function by the smoothed periodogram function with the Parzen lag window. In this method, $g(n)$ is chosen as above and the truncation point in the Parzen lag window is

$$m = n^\beta, 0 < \beta < 1.$$

Reisen (1994) showed that (\widehat{d}_{sp}) is asymptotically normally distributed with $E(\widehat{d}_{sp}) = d$ and $var(\widehat{d}_{sp}) \approx 0.539285 \frac{m}{n \sum_{i=1}^{g(n)} (x_i - \bar{x})^2}$.

Whittle Estimator (\widehat{d}_w)

The parametric method considered, hereafter, denoted by (\widehat{d}_w), was proposed by Fox and Taquq (1986), by adapting the approach suggested by Whittle (1953). The estimator (\widehat{d}_w) is based on the periodogram and it involves the function

$$Q(\zeta) = \int_{-\pi}^{\pi} \frac{I(w)}{f(w, \zeta)} dw$$

Where, (w, ζ) is the spectral density at frequency w and ζ denotes the vector that contains the parameter d and also all the unknown autoregressive and moving average parameters. The Whittle estimator is the value of ζ which minimizes the function $Q(\cdot)$. For computational purposes the estimator (\widehat{d}_w) is obtained by using the discrete form of $Q(\cdot)$, as in Dahlhaus (1989, page 1753), that is,

$$\ln(\zeta) = \frac{1}{2n} \sum_{j=1}^{n-1} \left\{ \ln I(w_j, \zeta) + \frac{I(w_j)}{f(w_j, \zeta)} \right\}$$

For more detail see Fox and Taquq (1986). The Whittle estimator is the value of ζ which minimizes the function.

Methodology

We have conducted simulation studies to obtain some information about the degree of differencing parameter from ARFIMA (0, d^* , 0) where $d^* \in (0.0, 0.5)$. In this study we

generated a time series with parameter $d^* = 0.1, 0.3$ and 0.45 , and sample sizes $n = 2^m$, where $m = 6, 7, 8, 9, 10, 11$. Next, we estimated d using three methods. Two of them are semi-parametric. These are the $(\widehat{d}_{sp}, \widehat{d}_{sp})$ and the \widehat{d}_w . For each kind of time series, we repeatedly carried out the procedure 1000 times. Accordingly, we reported the average values of the estimates of \widehat{d} , the corresponding sample standard deviations, the bias and the mean square errors.

The following notation is used. If d^* is the nominal value of d and d_i is the estimate for sample i then,

$$\bar{d} = \frac{1}{1000} \sum_{i=1}^{1000} d_i, \quad \hat{\sigma}^2 = \frac{1}{999} \sum_{i=1}^{1000} (d_i - \bar{d})^2 \quad \text{and} \quad \text{MSE} = \frac{1}{1000} \sum_{i=1}^{1000} (d_i - d^*)^2.$$

The results obtained considering $\beta = 0.9$ in the truncation point for the smoothed periodogram function in the \widehat{d}_{sp} estimator. For \widehat{d}_p and \widehat{d}_{sp} estimators we consider $g(n) = n^\alpha = n^{0.5}$ and the R 3.0.0 software package were used for data analysis.

Simulation Study

In this simulation study we followed the research methodology in order to obtain empirical results about estimating fractional differencing parameter in ARFIMA (0,d,0). The summary of results is as follows:

In Tables 1 and 2, we consider the estimation of $d^* \in \{0.1, 0.3, 0.45\}$. The best values of the bias (smallest absolute value), and smallest values of the standard deviation and the mean square error are presented in boldface. From Table 1, we can see that, for the case when $d^* \in \{0.1, 0.3, 0.45\}$, with $n = 64$ and 128 , also which is similar to $d^* = 0.3$ with $n = 256$. In addition, \widehat{d}_p estimator presents good results in the sense of minimizing the bias. The mean values of \widehat{d}_{sp} and \widehat{d}_w underestimate the true parameter. It should be noted that $n = 256$ may not be large enough for some of the methods to perform better for $n = 512, 1024, 2048$ and 4096 . The results indicate that the \widehat{d}_p and \widehat{d}_w estimators perform reasonably well and are very competitive and underestimate d^* . The bias of all methods decrease substantially as n increases with \widehat{d}_w having the downward bias in the whole range of d^* .

From the results summarized in Table 2, it is clear that all estimators present good results, in the sense of minimizing the standard deviation and the mean squared error values. However, the standard deviation and the mean square error of \widehat{d} based on \widehat{d}_p tends to be larger than that of other methods. The standard deviation and the mean squared error of the estimator calculated by \widehat{d}_w are also smaller than those of the estimator calculated by \widehat{d}_p and \widehat{d}_{sp} . We can see similar a phenomenon at all sample sizes in the whole range of d^* , where \widehat{d}_w is the best estimator compared with \widehat{d}_p and \widehat{d}_{sp} . Although the \widehat{d}_{sp} estimator has better performance than \widehat{d}_p in terms of small standard deviation and mean squared error values, which is expected, since \widehat{d}_{sp} uses the smoothed periodogram function to estimate the spectral density function.

Simulation–Based Comparison of Estimated Methods for the Differencing Fractional Parameter

Table 1. Mean and bias of parameter estimation \widehat{d} from ARFIMA (0, d^* , 0) model.

n	Estimator	$d^* = 0.1$		$d^* = 0.3$		$d^* = 0.45$	
		Mean	Bias	Mean	Bias	Mean	bias
64	\widehat{d}_p	0.0981 0	-0.00190	0.3067 0	0.00670	0.46840	0.01840
	\widehat{d}_{sp}	0.0139 5	-0.08605	0.2010 5	-0.09895	0.35038	-0.09962
	\widehat{d}_w	0.0840 4	-0.01596	0.2862 4	-0.01376	0.41731	-0.03269
128	\widehat{d}_p	0.0896 7	-0.01033	0.2933 4	-0.00666	0.45223	0.00223
	\widehat{d}_{sp}	0.0278 1	-0.07219	0.2171 5	-0.08285	0.36828	-0.08172
	\widehat{d}_w	0.0888 8	-0.01112	0.2911 6	-0.00884	0.43364	-0.01636
256	\widehat{d}_p	0.0935 3	-0.00647	0.2983 8	-0.00162	0.46232	0.01232
	\widehat{d}_{sp}	0.0478 5	-0.05215	0.2441 4	-0.05586	0.40053	-0.04947
	\widehat{d}_w	0.0950 2	-0.00498	0.2975 9	-0.00241	0.44709	-0.00291
512	\widehat{d}_p	0.1035 0	0.00350	0.3098 5	0.00985	0.46765	0.01765
	\widehat{d}_{sp}	0.0659 1	-0.03409	0.2646 9	-0.03531	0.42028	-0.02972
	\widehat{d}_w	0.0976 4	-0.00236	0.2993 6	-0.00064	0.45075	0.00075
1024	\widehat{d}_p	0.1021 3	0.00213	0.3057 0	0.00570	0.46358	0.01358
	\widehat{d}_{sp}	0.0746 5	-0.02535	0.2752 3	-0.02477	0.43182	-0.01818
	\widehat{d}_w	0.0980 6	-0.00194	0.2992 2	-0.00029	0.45109	0.00109
2048	\widehat{d}_p	0.1049 0	0.00490	0.3080 4	0.00884	0.46228	0.01228
	\widehat{d}_{sp}	0.0840 0	-0.01600	0.2835 4	-0.01646	0.43945	-0.01055
	\widehat{d}_w	0.0989 8	-0.00102	0.2997 1	-0.00029	0.45100	0.00100

Table 2. Standard deviation and Mean square error of parameter estimation \hat{d} from ARFIMA(0, d^* , 0) model.

n	Estimator	$d^* = 0.1$		$d^* = 0.3$		$d^* = 0.45$	
		St Dev	MSE	St Dev	MSE	St Dev	MSE
64	\hat{d}_p	0.34160	0.01080	0.3337 0	0.0106 0	0.3279 0	0.0104 0
	\hat{d}_{sp}	0.23752	0.00751	0.2429 3	0.0076 8	0.2464 9	0.0077 9
	\hat{d}_w	0.12696	0.00401	0.1242 5	0.0039 3	0.0969 4	0.0030 7
128	\hat{d}_p	0.26844	0.00849	0.2737 5	0.0086 6	0.2724 8	0.0086 2
	\hat{d}_{sp}	0.19586	0.00619	0.2041 8	0.0064 6	0.2070 8	0.0065 5
	\hat{d}_w	0.08149	0.00258	0.0829 3	0.0026 2	0.0683 5	0.0021 6
256	\hat{d}_p	0.20860	0.00660	0.2167 4	0.0068 5	0.2056 4	0.0065 0
	\hat{d}_{sp}	0.15798	0.00500	0.1642 8	0.0052 0	0.1683 9	0.0053 2
	\hat{d}_w	0.05315	0.00168	0.0537 3	0.0017 0	0.0473 0	0.0015 0
512	\hat{d}_p	0.17212	0.00544	0.1689 5	0.0053 4	0.1718 6	0.0054 3
	\hat{d}_{sp}	0.13264	0.00419	0.1367 3	0.0043 2	0.1407 0	0.0044 5
	\hat{d}_w	0.03709	0.00117	0.0370 7	0.0011 7	0.0344 4	0.0010 9
1024	\hat{d}_p	0.13284	0.00420	0.1346 2	0.0042 6	0.1317 3	0.0041 7
	\hat{d}_{sp}	0.10561	0.00334	0.1086 8	0.0034 4	0.1108 0	0.0035 0
	\hat{d}_w	0.02517	0.00080	0.0253 6	0.0008 0	0.0251 5	0.0008 0
2048	\hat{d}_p	0.10627	0.00336	0.1061 7	0.0033 6	0.1097 5	0.0034 7
	\hat{d}_{sp}	0.08614	0.00272	0.0883 1	0.0027 9	0.0903 9	0.0028 6
	\hat{d}_w	0.01816	0.00057	0.0182 6	0.0005 8	0.0184 9	0.0005 9

Simulation-Based Comparison of Estimated Methods for the Differencing Fractional Parameter

Table 3 shows the confidence interval and testing of hypothesis for $d^* = 0.1$. From the results, we can see that the \widehat{d}_p estimator is acceptable for all sample sizes, while the \widehat{d}_w is

Table 3. Confidence interval and testing of hypothesis: $H_0: d^* = 0.1$ vs $H_1: d^* \neq 0.1$.

n	Estimator	Mean	95% CI	T	P-value	Decision
64	\widehat{d}_p	0.0981	(0.0769; 0.1192)	-0.18	0.857	Accept
	\widehat{d}_{sp}	0.0140	(-0.00079; 0.02869)	-11.46	0.000	Reject
	\widehat{d}_w	0.0840	(0.07616; 0.09192)	-3.98	0.000	Reject
128	\widehat{d}_p	0.0897	(0.07301; 0.10633)	-1.22	0.224	Accept
	\widehat{d}_{sp}	0.0278	(0.01565; 0.03996)	-11.66	0.000	Reject
	\widehat{d}_w	0.0889	(0.08383; 0.09394)	-4.31	0.000	Reject
256	\widehat{d}_p	0.0935	(0.08058; 0.10647)	-0.98	0.327	Accept
	\widehat{d}_{sp}	0.0479	(0.03805; 0.05765)	-10.44	0.000	Reject
	\widehat{d}_w	0.0950	(0.09172; 0.09832)	-2.96	0.003	Reject
512	\widehat{d}_p	0.1035	(0.09282; 0.11418)	0.64	0.521	Accept
	\widehat{d}_{sp}	0.0659	(0.05768; 0.07414)	-8.13	0.000	Reject
	\widehat{d}_w	0.0976	(0.09534; 0.09994)	-2.01	0.045	Reject
1024	\widehat{d}_p	0.1021	(0.09389; 0.11038)	0.51	0.612	Accept
	\widehat{d}_{sp}	0.0747	(0.06810; 0.08120)	-7.59	0.000	Reject
	\widehat{d}_w	0.0981	(0.09649; 0.09962)	-2.44	0.015	Reject
2048	\widehat{d}_p	0.1049	(0.09830; 0.11149)	1.46	0.145	Accept
	\widehat{d}_{sp}	0.0840	(0.07866; 0.08935)	-5.87	0.000	Reject
	\widehat{d}_w	0.0990	(0.09785; 0.10010)	-1.78	0.075	Accept

acceptable only when the sample size very large at $n = 2048$.

In Table 4, the results of confidence interval and testing of hypothesis for $d^* = 0.3$, show that the \widehat{d}_p estimator has the same results shown in the Table 3, except when the sample size $n = 2048$. While the \widehat{d}_w estimator has better results compared with $d^* = 0.1$ in Table (3). The results of confidence interval and testing of hypothesis for $d^* = 0.45$, in Table 5 showed that the performance of \widehat{d}_w estimator is more powerful for the sample size $n \geq 256$, comparing with the performance of \widehat{d}_p estimator.

In general, as n increases the estimators get even better. Except for the \widehat{d}_{sp} estimator, the other methods tends to estimate the true parameter. Furthermore, the \widehat{d}_w estimator seems to be more accurate; smaller bias, SD and MSE, than the other estimators. Testing of hypothesis results showed that, the estimates of the fractional differencing parameter d by Whittle's method showed good performance with increase of sample sizes and d . So that we depended

on it to estimate the true parameter for real time series data which is under research and study.

Table 4. Confidence interval and testing of hypothesis: $H_0: d^* = 0.3$ vs $H_1: d^* \neq 0.3$.

N	Estimat or	Mean	95% CI	T	P-value	Decision
64	\widehat{d}_p	0.3067	(0.28600; 0.32740)	0.64	0.523	Accept
	\widehat{d}_{sp}	0.20105	(0.18597; 0.21612)	-12.88	0.000	Reject
	\widehat{d}_w	0.28624	(0.27853; 0.29395)	-3.50	0.000	Reject
128	\widehat{d}_p	0.29334	(0.27636; 0.31033)	-0.77	0.442	Accept
	\widehat{d}_{sp}	0.21715	(0.20448; 0.22983)	-12.83	0.000	Reject
	\widehat{d}_w	0.29116	(0.28601; 0.29630)	-3.37	0.001	Reject
256	\widehat{d}_p	0.29838	(0.28493; 0.31182)	-0.24	0.813	Accept
	\widehat{d}_{sp}	0.24414	(0.23394; 0.25433)	-10.75	0.000	Reject
	\widehat{d}_w	0.29759	(0.29426; 0.30093)	-1.42	0.157	Accept
512	\widehat{d}_p	0.30985	(0.29936; 0.32033)	1.84	0.066	Accept
	\widehat{d}_{sp}	0.26469	(0.25620; 0.27317)	-8.17	0.000	Reject
	\widehat{d}_w	0.29936	(0.29706; 0.30166)	-0.55	0.585	Accept
1024	\widehat{d}_p	0.30570	(0.29735; 0.31406)	1.34	0.181	Accept
	\widehat{d}_{sp}	0.27523	(0.26849; 0.28198)	-7.21	0.000	Reject
	\widehat{d}_w	0.29922	(0.29765; 0.30079)	-0.97	0.330	Accept
2048	\widehat{d}_p	0.30804	(0.30145; 0.31463)	2.39	0.017	Reject
	\widehat{d}_{sp}	0.28354	(0.27806; 0.28902)	-5.89	0.000	Reject
	\widehat{d}_w	0.29971	(0.29857; 0.30084)	-0.51	0.609	Accept

Autocorrelation for Long Memory

The detection of long-range dependence in time series analysis is an important task, as we know the theoretical definition of a long-memory (or long-range dependent) process is based on the autocorrelation function, where the autocorrelation declines hyperbolically to zero when the lag length increases.

The model ARFIMA(0,d,0) can be investigated further by analysing the behavior of the autocorrelation function. The results are displayed with different values of d and sample size n. Figures (1-3) provide three graphs of three models of ARFIMA(0, 0.1, 0), ARFIMA(0, 0.3, 0) and ARFIMA(0,0.45,0), with sample sizes of 64, 28 and 256. In each Figure, the series on the three graphs show indistinguishable differences between them without proper statistical tools. This can solve this problem using autocorrelation as a tool designed for the properties of long memory with autocorrelation.

Simulation–Based Comparison of Estimated Methods for the Differencing Fractional Parameter

Table 5. Confidence interval and testing of hypothesis: $H_0: d^* = 0.45$ vs $H_1: d^* \neq 0.45$.

N	Estimator	Mean	95% CI	T	P-value	Decision
64	\widehat{d}_p	0.4684	(0.44800; 0.48870)	1.77	0.077	Accept
	\widehat{d}_{sp}	0.3504	(0.33509; 0.36568)	-12.78	0.000	Reject
	\widehat{d}_w	0.4173	(0.41130; 0.42333)	-10.66	0.000	Reject
128	\widehat{d}_p	0.4522	(0.41130; 0.42333)	0.26	0.796	Accept
	\widehat{d}_{sp}	0.3683	(0.35543; 0.38113)	-12.48	0.000	Reject
	\widehat{d}_w	0.4336	(0.42939; 0.43788)	-7.57	0.000	Reject
256	\widehat{d}_p	0.4623	(0.44956; 0.47508)	1.89	0.059	Accept
	\widehat{d}_{sp}	0.4005	(0.39008; 0.41098)	-9.29	0.000	Reject
	\widehat{d}_w	0.4471	(0.44416; 0.45003)	-1.94	0.052	Accept
512	\widehat{d}_p	0.4677	(0.45698; 0.47831)	3.25	0.001	Reject
	\widehat{d}_{sp}	0.4203	(0.41155; 0.42901)	-6.68	0.000	Reject
	\widehat{d}_w	0.4508	(0.44861; 0.45289)	0.69	0.491	Accept
1024	\widehat{d}_p	0.4636	(0.45540; 0.47175)	3.26	0.001	Reject
	\widehat{d}_{sp}	0.4318	(0.42495; 0.43870)	-5.19	0.000	Reject
	\widehat{d}_w	0.4511	(0.44953; 0.45265)	1.37	0.172	Accept
2048	\widehat{d}_p	0.4623	(0.45547; 0.46909)	3.54	0.000	Reject
	\widehat{d}_{sp}	0.4395	(0.43385; 0.44506)	-3.69	0.000	Reject
	\widehat{d}_w	0.4510	(0.45005; 0.45234)	1.66	0.051	Accept

Figures 4-6, provide three graphs for the ACF of the three ARFIMA models, with sample sizes 64, 128 and 256. It is observed here, that the correlation decays very slowly. The intuitive interpretation is that the process has a long memory. Although in the case of ARFIMA(0,0.1,0) process, the autocorrelations decays to zero so fast. In this case, obviously, the process is not affected by the long memory, because the process with a small value of the parameter closes to zero. That is why, there is a class of short memory that is easily confused with long memory processes (misspecification).

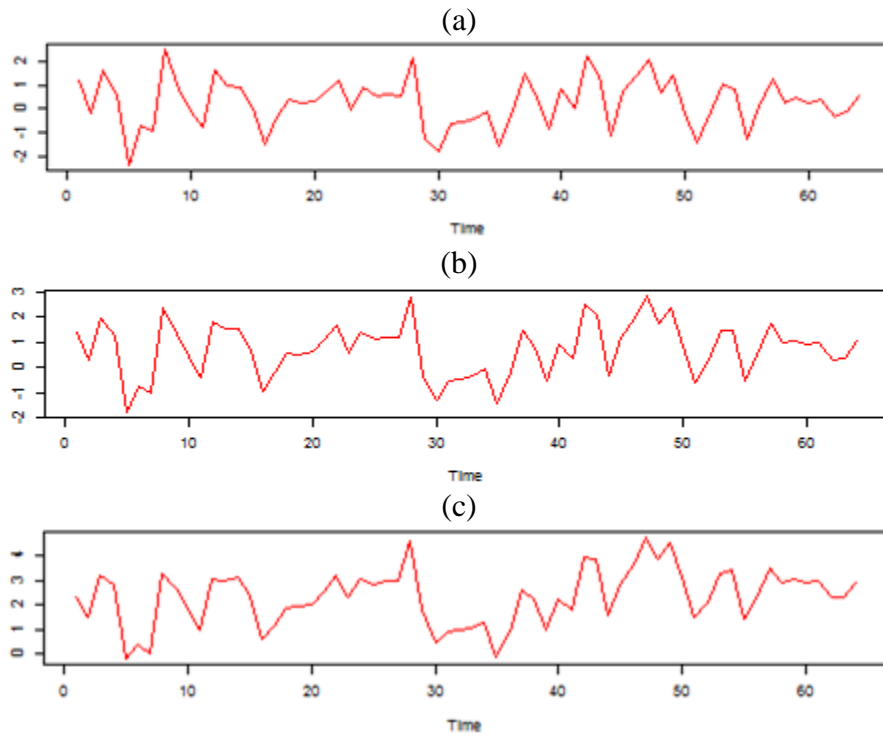
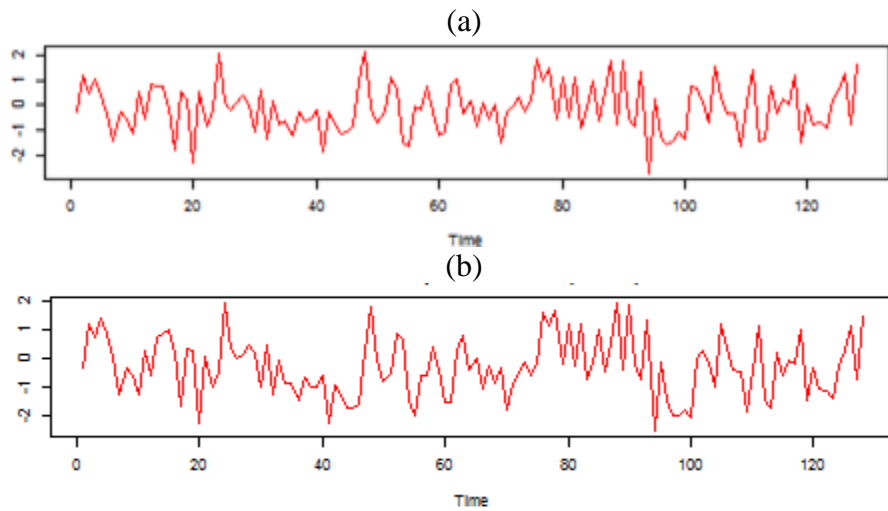


Fig. 1. Simulated time series for ARFIMA(0, d^* , 0) processes with fixed sample size 64 and different values of d^* (a) $d^* = 0.1$, (b) $d^* = 0.3$ and (c) $d^* = 0.45$.



Simulation-Based Comparison of Estimated Methods for the Differencing Fractional Parameter

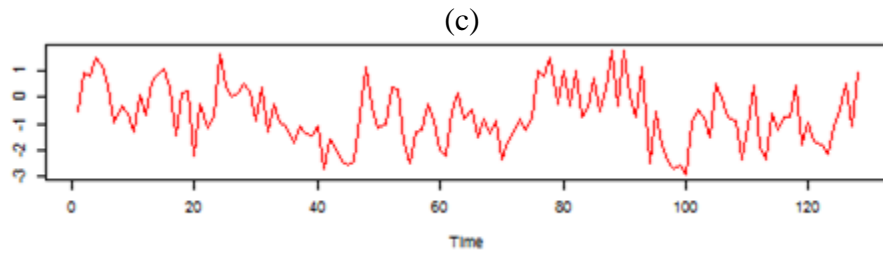


Fig. 2. Simulated time series for ARFIMA(0, d^* , 0) processes with fixed sample size 128 and different values of d^* (a) $d^* = 0.1$, (b) $d^* = 0.3$ and (c) $d^* = 0.45$.

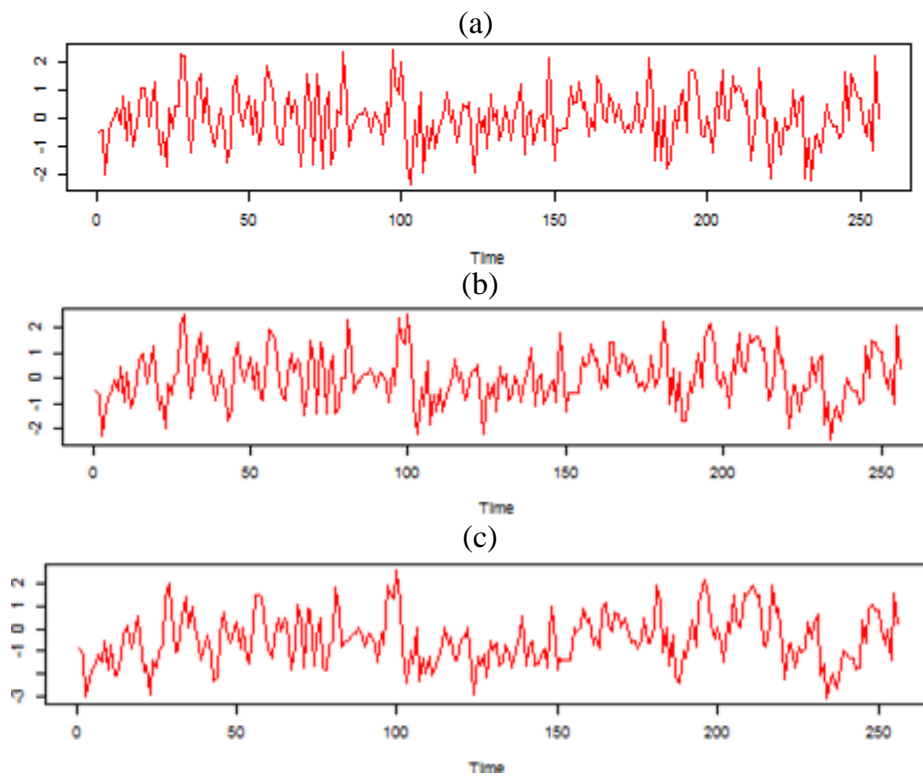


Fig. 3. Simulated time series for ARFIMA(0, d^* , 0) processes with fixed sample size 256 and different values of d^* (a) $d^* = 0.1$, (b) $d^* = 0.3$ and (c) $d^* = 0.45$.

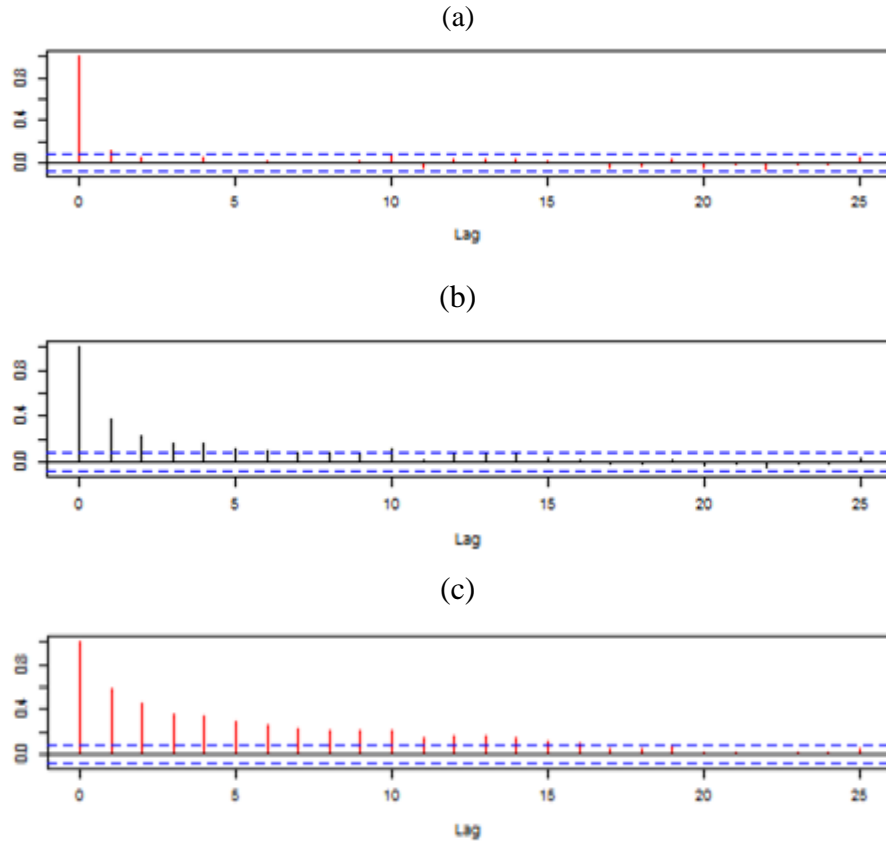


Fig. 4. ACF of ARFIMA(0, d^* , 0) processes with sample size 64, and different values of d^* (a) $d^* = 0.1$, (b) $d^* = 0.3$ and (c) $d^* = 0.45$.

Conclusion

In this work, we have studied how to fit autoregressive fractionally integrated moving average ARFIMA models, as a solution towards the non-stationary persistency of time series in the long run data. Hence, we analyzed the estimation of the degree of differencing d in ARFIMA(0, d , 0) process, when it belongs to the interval (0, 0.5). We present a simulation study for the estimators of d , among the methods of estimating the parameter of the ARFIMA model. Three methods were used; Geweke-Proter- Hudak's (GPH) estimator (\widehat{d}_p), smoothed periodogram (\widehat{d}_{sp}) estimator and Whittle's estimator (\widehat{d}_w). We compared them by simulation based on artificially generated time series by ARFIMA(0, d , 0) with $d \in \{0.1, 0.3, 0.45\}$ and different sample sizes (64, 128, 256, 512, 1024, 2048) and 1000 repetitions for each sample.

Simulation-Based Comparison of Estimated Methods for the Differencing Fractional Parameter

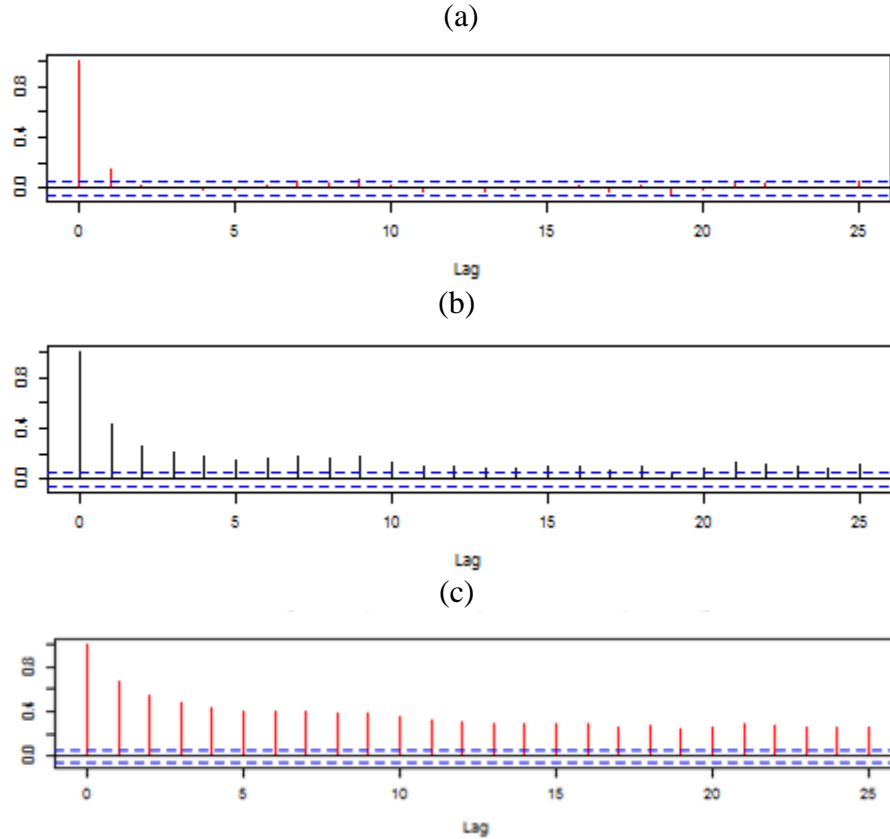


Fig. 5. ACF of ARFIMA(0, d^* , 0) processes with sample size 128 and different values of d^* (a) $d^* = 0.1$, (b) $d^* = 0.3$ and (c) $d^* = 0.45$.

The results indicate that the performance of the \widehat{d}_w estimator is usually good compared with the other semi-parametric methods \widehat{d}_p and \widehat{d}_{sp} ; it has small standard deviation and mean squared error for all cases. Also as n increases more than 256, the average of \widehat{d} was nearer to the true value with smaller bias than the other estimators were. The estimator based on smoothed periodogram has significant downward bias, but has better performance than \widehat{d}_p in terms of small standard deviation and mean squared error. The \widehat{d}_p estimator presents good results in the sense of minimizing the bias when the sample size is less than 256. The testing of hypothesis results showed that, the estimates of the fractional differencing parameter d by \widehat{d}_w has good performance with increase of sample sizes and d . So that we depended on it to estimate the true parameter for real time series data which is under study. On other hand, based on the behavior of autocorrelation function, the autocorrelation declines hyperbolically to zero when the lag length increases. The results displayed with different values of d and sample size n , based on three models ARFIMA(0, d , 0) $d = 0.1, 0.3, 0.45$. It was observed that the correlation decays very slowly. The intuitive interpretation is

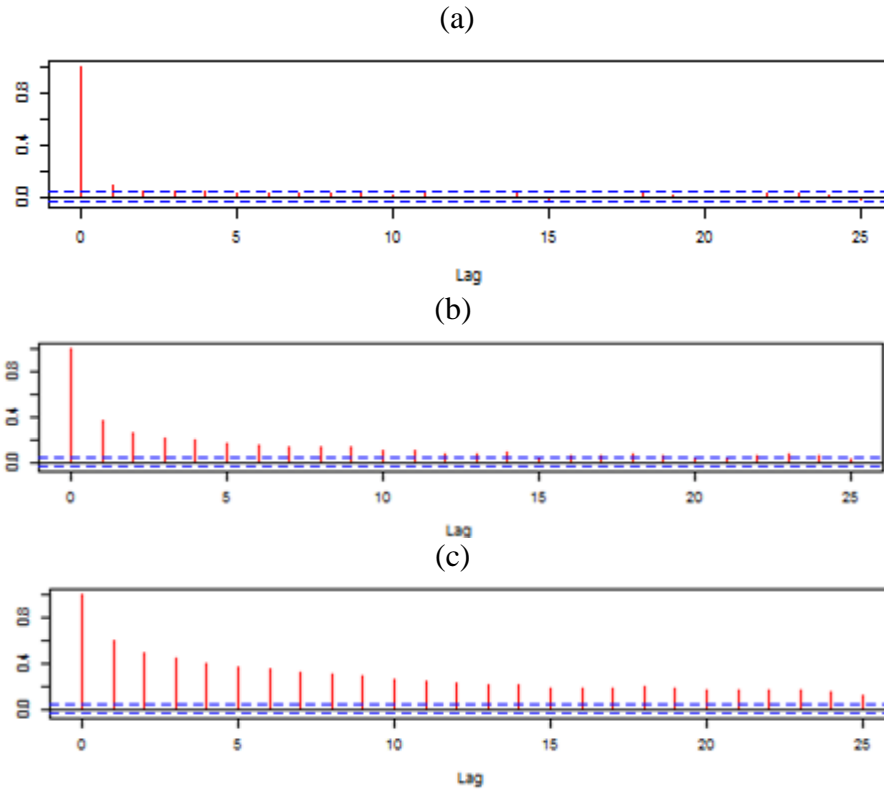


Fig. 6. ACF of ARFIMA(0, d^* ,0) processes with sample size 256 and different values of d^* (a) $d^* = 0.1$, (b) $d^* = 0.3$ and (c) $d^* = 0.45$.

that the process has a long memory. Although in the case of ARFIMA(0,0.1,0) process the autocorrelations decay to zero was so fast. In this case, obviously the process is not affected by long memory, because the process with a small value of the parameter closes to zero.

REFERENCES

- [1] Bisaglia, L. and Guegan, D. (1998). A comparison of techniques of estimation in long-memory processes. *Computational Statistics and Data Analysis*, **27**, 61-81.
- [2] Chen, G., Abraham, B. and Peiris, S. (1994). Lag window estimation of the degree of differencing in fractionally integrated time series models. *Journal of Time Series Analysis*, **15**(5), 473-487.
- [3] Hurvich, C. M. and Deo, R. S. (1999). Plug-in selection of the number of frequencies in regression estimates of the memory parameter of a long memory time series. *J. Time Series Analysis*, **20**(3), 331-341.
- [4] Dahlhaus, R. (1989). Efficient parameter estimation for self-similar processes. *The Annals of Statistics*, **17**(4), 1749-1766.

- [5] Fox, R. and Taqqu, M. S. (1986). Large-sample properties of parameter estimates for strongly dependent stationary Gaussian time series. *The Annals of Statistics*, **14**, 517-532.
- [6] Granger C. W. J. and Joyeux, R. (1980). An introduction to long-memory time series models and fractional differencing. *J. Time Series Anal.*, 15-29.
- [7] Hosking, J. R. (1981). Fractional differencing. *Biometrika*, **68**, 165–176.
- [8] Beran, J. (1994). *Statistics for Long-Memory Processes*. Chapman & Hall, New York, New York.
- [9] Lobato, I. and Robinson, P. M. (1996). Averaged periodogram estimation of long memory. *Journal of Econometrics*, **73**, 303–324.
- [10] Mayoral, L. (2007). Minimum distance estimation of stationary and non-stationary ARFIMA processes. *Institute for Economic Analysis (CSIC)*, **10**(1), 124-148.
- [11] Taqqu, M. and Teverovsky, V. (1996). On Estimating the Intensity of 36 Long-Range Dependence in Finite and Infinite Variance 37 Time Series, in *A Practical Guide To Heavy Tails: 38Statistical Techniques and Applications*.
- [12] Geweke, J. and Porter-Hudak, S. (1983). The estimation and application of long memory time series model. *Journal of Time Series Analysis*, **4**, 221-238.
- [13] Whittle, P. (1953). The analysis of multiple stationary time series. *Journal of the Royal Statistical Society. Series B (Methodological)*, **15**(1), 125-139.
- [14] Reisen, V. A. (1994). Estimation of the fractional difference parameter in the ARIMA(p,d,q) model using the smoothed periodogram. *Journal of Time Series Analysis*, **15**, 335-350.
- [15] Reisen, V. A. and Lopes, S. R. C. (1999). Some simulations and applications of forecasting long-memory time series models. *Journal of Statistical Planning and Inference*, **80**, 269-287.
- [16] Robinson, P. M. (1995). Log-periodogram regression of time series with long range dependence. *Annals of Statistics*, **23**, 1048-1072.
- [17] Sowell, F. (1992) Maximum likelihood estimation of stationary univariate fractionally integrated time series models. *Journal of Econometrics*, **53**, 165-188.
- [18] Taqqu, M. S., Teverovsky, V. and Bellcore, W. W. (1995). Estimators for long-range dependence: an empirical study. *Fractals*, **3**(4), 785–802.

SUGGESTION TO AUTHORS

The Libyan Journal of Science is an international journal, published biannually by the Faculty of Science, University of Tripoli, Libya. The scope of the Journal is to publish original and novel scientific research papers in all different fields of science, pure and applied. Papers which have not been previously published or currently submitted elsewhere will be considered for publication.

All papers submitted to the Libyan Journal of Science are to be assessed by two independent referees and an adjudicator if necessary. The manuscript should be written in good English or Arabic within single column. Authors are required to write and prepare their manuscripts according to the instructions and specifications listed below. An Arabic translation of the abstract will be provided by the Editorial Board where it is not submitted by the author.

Manuscript: The manuscript should be prepared on Microsoft Word documents, using Times New Roman font, on A4 paper size (21cm x 29.7cm) with the margin settings adjusted to 3.5 cm from left and right and 4.5 cm from top and bottom.

Manuscript contents: Authors should organize the contents of their papers according to the following scheme as closely as possible: (1) title of paper; (2) Name(s) of author(s) and affiliation(s) with email(s); (3) Abstract (Arabic and English) and keywords; (4) Introduction; (5) Procedures, techniques, experiments, materials used or studied, areal description etc.; (6) Computations, analysis and results; (7) Discussion; (8) Conclusion; (9) Acknowledgments (optional); (10) References; and (11) Appendices (if included).

Article title: The title should be concise, informative and aligned at the centre and written in Times New Roman in 14 bold with only the first letter capitalized in all. It should be displaced 2 cm below the top margin.

Names of author and affiliations: A list of all authors should be provided with their first and last names written in full, 1 cm below the article title. Affiliations with emails should follow the list of authors, specifically 0.5 cm below the list, and should be indented in the same way as the title and written in regular Times New Roman font with size 11 point.

Abstract: An abstract should accompany each manuscript. It should be completely self-contained, very informative, not exceeding 300 words and written as a single paragraph in Times New Roman font with size 11. The heading title "Abstract" should be centred, written in boldface with size 12 and placed 1cm below the last line of affiliation and 0.5 cm above its main content. The abstract should be justified in alignment and indented 0.5 cm from the left and right margins.

Keywords: A list of five keywords, at most, separated by semicolons is required. The list is placed 0.5 cm below the abstract and 1cm above the introduction. It should be written with the same font style and size as the abstract.

Main article text: The article text should be divided into sections and subsections (if necessary), specified with a short descriptive title. The main article text should begin with an

informative introduction and end with a short conclusion, summarizing the results obtained and the goals achieved. All titled headings for sections should be centred and subsections left justified and written in boldface with size 12. The text should be justified in alignment and written in regular times new roman font with size 12 point.

Acknowledgments and appendices: The acknowledgment (if included) should come after the conclusion in a short section. Technical details that interrupt the flow of any section may be consigned to an appendix. Appendices should be placed after the references (if included). If there are two or more appendices they should be denoted by Appendix A, Appendix B, etc. Equations in an appendix should be numbered as (A.1), (A.2), etc.

Tables and figures: Tables and figures should be numbered with bold Arabic numerals of size 11 in the order of their citation in the text; e.g. Table 1., Table 2., Figure 1. Figure 2., etc. In the text, tables are referred to as table 1, table 2, etc., and figures as Fig. 1, Fig. 2, etc. Each table and figure should have a brief but informative caption. written in regular Times New Roman font with size 11. A table caption is placed just above the table whereas a figure caption is placed just below the figure. Tables and figures should be centred and never exceed the text area of the page. Moreover, they should be embedded at the top or bottom of the page, as close as possible to the point where they are first referenced. Table footnotes should be indicated by superscript letters and listed just below the table. If a figure has parts then label them below as (a), (b), etc, and identify them all in one caption. Figures and tables should be clear, well-illustrated and of good quality.

Mathematics: Mathematical equations and symbols should be neatly written either by the built-in Equation Editor in the Microsoft Word (2007 or later versions) or by the MathType product. Authors should make sure that the Equation Editor or MathType fonts and sizes are set up to match the text of the article. Equations should be centred and numbered sequentially with Arabic numerals, in parentheses, on the far right hand-side. In the text, equations should be referred to by numbers alone such as (1), (2), etc.

References: All cited references should be presented in a list at the end of the article. References un-cited in the text will be deleted (by the editors) from the references list. Citations in the text may take either of the following forms: (a) authors' name and year of publication, e.g., Smith and Davidson (1988), Pettijohn (1957, p.508), Andersen et al. (2004), or (Keller, 1969), In the latter case, if there is more than one reference by the same author in the same year, they should be distinguished in both the text and the reference list by small letters following the year of publication; e.g. Smith (1978a) ; (b) key number in parentheses without the authors' name, e.g. [1] or [2,3,4]. In the former case, the list of references should be arranged alphabetically; while in the latter, the key numbers should be listed serially. Journal titles should be written in full or abbreviated according to the standard abbreviation of periodical titles.

The style of entries for books should be as follows:

Schwabl, F. (2002). Quantum Mechanics, 3rd edition, Springer-Verlag, Berlin, 210p.

For unpublished thesis:

Nolland, D. J. (2000). Quantum Field Theories with Fermions in the Schrodinger Representation, Ph.D. thesis, University of Durham, Durham, England.

For journal articles:

Knill, R. J. (1971). On the homology of a fixed point set, Bull., Am. Math. Soc., **77**, 184-190.

Mansfield, P. (1995). The vacuum functional at large distances, Phys. Left., **B 358**, 287-296.

For articles published in symposia:

Jafri, S. M. H. and Rateeb, F. B. (1978). Chenopodiaceae. In: *The Flora of Libya* (Jafri, S. M. H. and A. El-Gadi, eds). University of Tripoli, Faculty of Science, Department of Botany, Tripoli, Libya, No. 58.

Headings and indents: titled headings for all sections should be 0.5 cm just above the subsequent text and 0.5 cm just below the preceding text. The first line of each paragraph in the main text should be indented 0.5 cm from the left margin.

Genera and Species: The scientific names of genera and species are to be written in an italic font. This is in accordance with the International Code of Zoological Nomenclature.

Geographic names: The National Atlas should be followed for all the geographic names within Libya.

Note: the manuscript file on CD must not contain any headers, footers or page numbers. A manuscript (on CD plus three hard copies) should be sent to the editor in chief or any member of the editorial board at the following mail address:

The Libyan Journal of Science
University of Tripoli
Faculty of Science
Editorial Office
P.O. Box 13503
Tripoli, Libya
E-mail: libyanjournal@gmail.com
url: <http://libyanjournal.atspace.co.uk>

تعليمات النشر

تنشر المجلة الليبية للعلوم مرتين سنويا عن طريق كلية العلوم بجامعة طرابلس وهي تهدف لنشر البحوث العلمية الاصلية في جميع افاق العلوم البحتة والتطبيقية وتقبل المجلة مخطوطات البحوث التي لم يسبق نشرها والتي ليست تحت التقييم للنشر في مكان آخر. تتم عملية المراجعة العلمية (التحكيم) عن طريق متخصصين اثنين وتحال الي مراجع ثالث في حال اختلافهما. إن من مسئولية الكاتب أن تكون الورقة مكتوبة بلغه عربيه سليمة وتشمل ملخصا باللغة الإنجليزية (وبالإمكان الاستعانة بلجنة التحرير في اعداده).

نص المخطوط: تتم طباعة المخطوط بخط Simplified Arabic علي ورق A4 (21x29.7سم) بحيث تكون الهوامش 3 سم من اليمين واليسار ومن الأعلى والأسفل 3.8 سم لتتنسق مع شكل المجلة.

محتويات المخطوط: يطلب من الباحثين اعداد مخطوطاتهم حسب النسق التالي أو قريب منه: (1) أسم البحث، (2) أسم الباحث او الباحث كاملا وعناوينهم البريدية والإلكترونية، (3) المستخلص (عربي وانجليزي) مع كلمات دالة، (4) المقدمة، (5) الطرق والتقنيات والتجارب المستعملة او المدروسة والنطاق الجغرافي ... الخ، (6) الحسابات والتحليل والنتائج، (7) المناقشة، (8) الاستنتاجات، (9) شكر وتقدير (اختياري)، (10) المراجع و(11) الملاحق (ان وجدت).

عنوان البحث: يجب ان يكون عنوان البحث مختصرا , ومركزا في المنتصف ومكتوب بخط Simplified Arabic بحجم 16 داكن وأن يكون تحت أعلى الصفحة بستمترين (2سم).

الأسماء والعناوين: تدرج الأسماء الكاملة أسفل العنوان بخط Simplified Arabic حجم 11 داكن في المنتصف.

المستخلص: يجب أن يكون المستخلص متكاملًا ودالًا علي محتوى الورقة و لايزيد عن 300 كلمه، مكتوبه كفقره واحده بخط Simplified Arabic وحجم 11 داكن ويكتب العنوان "المستخلص" بخط حجم 11 داكن في منتصف السطر .

الكلمات الدالة: تكتب بنفس خط المستخلص ولا تزيد عن خمس كلمات وتوضع علي مسافة 0.5 سم عقب المستخلص مباشرة.

النص: يقسم النص الي أجزاء و اجزاء فرعيه (اذا لزم الامر) بعناوين واضحه. يبدأ النص بمقدمه (تحتوي علي المشكله والدراسات السابقة وهدف البحث) وينتهي بالاستنتاجات التي تلخص النتائج والاهداف المتحصل عليها وتوضع عناوين الاجزاء في المركز والعناوين الفرعية من اليمين وتكون جميعها بخط 14 داكن علي ان يكون النص محددًا من الجهتين .

الملاحق: توضع المعلومات الفنية التفصيلية التي قد تعوق انسياب النص في ملاحق عقب قائمة المراجع.

المراجع: إن من مسئولية الباحث التأكد من صحة المراجع ودقتها. توضع قائمة بالمراجع التي تمت الإشارة اليها في النص وفي حال وجود مراجع لم يشر اليها سيقوم المحررون بشطبها من القائمة وتتم العودة للأصل الموجود

في التعليمات باللغة الإنجليزية Suggestions to Authors بخصوص المراجع باللغة الإنجليزية وتتم الإشارة للمراجع باللغة العربية بنفس النسق.

ملاحظة: يتم الرجوع للتعليمات باللغة الانجليزية فيما لم يتم ذكره هنا.

عنوان المجلة:

The Libyan Journal of Science
University of Tripoli
Faculty of Science
Editorial Office
P.O. Box 13503
Tripoli, Libya
E-mail: libyanjournal@gmail.com

الموقع الالكتروني للمجلة:

url: <http://libyanjournal.atspace.co.uk>

Volume 22

2019

المجلة الليبية للعلوم (مجلة دولية)



منشورات

كلية العلوم
جامعة طرابلس