Network analysis Algorithms Applications Principles

أساسيات تطبيقات خوارزميات تحليل الشبكات

Awad Kareem Hassan[1] Dr. Taha alfadul Taha Ali2 Dr.Mubarak Elamin Elmubarak Daleel[3]

1 College of Nabta

2 College of Computer Science & Information Technology, Alzaiem Alazhari University, Sudan

3 College of Computer Science & Information Technology, Alzaiem Alazhari University, Sudan

Corresponding Author:

Email: Shaltif@gmail.com

ORCID ID: Https://Orcid.Org/0000-0003-1906-0110

المستخلص

تتناول الدراسة تحديات وفرص تطبيقات خوارزميات تحليل الشبكات، الدافع الرئيسي للدراسة تطبيق أهداف التنمية المستدامة ودورها في تنمية وتطوير المدن الذكية والمستدامة، تتمثل أهمية الدراسة في دعم صناع القرار علي مستوي (الدولة، المجتمع، الشركات). كما تتمثل أهداف الدراسة في الآتي : جمع وتصنيف عناصر الشبكات، تصميم نماذج خوارزميات تحليل الشبكات، تطبيق خوارزميات تحليل الشبكات، تقييم خوارزميات تحليل الشبكات، تطوير خوارزميات تحليل الشبكات.

سوف يتم تطبيق منهجيات خوارزميات تحليل الشبكات : المسار الأمثل (Route)، أقرب خدمة(Closest Facility)، مناطق الخدمة(Service Area)، مشاكل تسيير العربات(Vehicle Routing Problem، تخصيص الاماكن Location-allocation، مصفوفة التكلفة Origin-Destination (OD) Cost Matrix.

توصلت الدراسة الي العديد من النتائج في تطبيق خوارزميات تحليل الشبكات في استدامة النقل.كما تشير الدراسة الي البعد المستقبلي لها في العديد من الدراسات من أهمها : تحديات وفرص المدن والمجتمعات الذكية والمستدامة، تطوير نظام النقل الحضري، إمكانيات تكنولوجيا الجيومكانية في تطوير المدن والمجتمعات الذكية والمستدامة.

الكلمات المفتاحية : المدن الذكية والمستدامة، المجتمعات الذكية والمستدامة، نظم المعلومات الجغرافية، الاستشعار عن بعد، النقل الذكي والمستدام.

Abstract

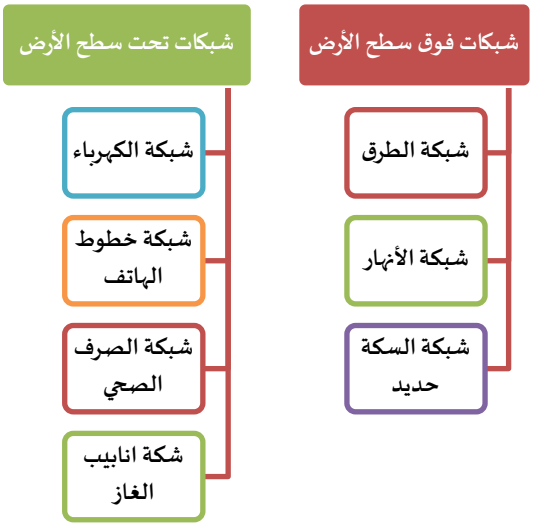
This study addresses the challenges and opportunities of network analysis algorithms, with the main motivation being the application of sustainable development goals and their role in the development of smart and sustainable cities. The importance of the study lies in its support for decision-makers at the levels of government, society, and businesses. The objectives of the study include: collecting and classifying network elements, designing network analysis algorithm models, applying network analysis Methodologies algorithms, evaluating these algorithms, and developing network analysis algorithms. for network analysis algorithms will be applied, including: optimal routing, closest facility, service areas, vehicle routing problems, location-allocation, and origin-destination (OD) cost matrix. The study reached several conclusions regarding the application of network analysis algorithms in transportation sustainability. It also highlights future dimensions for further studies, focusing on the challenges and opportunities of smart and sustainable cities and communities, the development of urban transportation systems, and the potential of geospatial technology in the advancement of smart and sustainable cities and communities.

Keywords : Smart and sustainable cities, smart and sustainable communities, geographic information systems, remote sensing, smart and sustainable transportation.

١. المقدمة

لتطوير المدن لتصبح مدنا ذكية ومستدامة نحتاج ربطها بأهداف التنمية المستدامة، خاصة الهدف ٧ (طاقة نظيفة وبأسعار معقولة)، والهدف ١١ (مدن ومجتمعات محلية مستدامة)، والهدف ١٢ (الاستهلاك والانتاج المسؤولان)، والهدف ١٣ (العمل المناخي). لذلك لابد من تكامل أبعاد الاستدامة الثلاثة (الاجتماعية، الاقتصادية، البيئية).

الشبكة عبارة عن نظام من العناصر المترابطة ، مثل الحواف (الخطوط) وتقاطعات التوصيل (النقاط) ، التي تمثل المسارات المحتملة من موقع إلى آخر .[١]. أيضا هي عبارة عن مجموعة من الخطوط والنقاط التي تمثل المعالم الجغرافية المتصلة مع بعضها البعض والتي من خلالها تتحرك الموارد (سيارات، مياه، كهرباء، غاز...الخ). وتؤثر بصورة مباشرة في توزيع الخدمات المختلفة. هنالك نوعين من أنواع أنظمة الشبكات (Types of Network Systems) : أولا: شبكات فوق سطح الارض(ذات بعدين): مثل شبكة الطرق والانهار وشبكة السكك الحديدية. ثانيا : شبكات تحت سطح الارض(ذات البعد الثالث): مثل شبكة الكهرباء وخطوط الهاتف ومياه الشرب وشبكة الصرف الصحي وخطوط انانيب الغاز، وخطوط الطيران...الخ.



كما يمكن أن تقسم الشبكات الي ثلاثة أنواع : خدمات Utilities، مسيلات مائيةStreams ، طرق Roads.كما يمكن تقسيمها الي قسمين أنظمة تدفق موجهة(مثل نظام النهر)، و أنظمة تدفق غير موجهة(مثل نظام السير).

تصنف الشبكات الي فئتين هما : شبكات المرافق (utility networks) ومجموعات بيانات الشبكة(network datasets).من أجل تصميم نموذج شبكات النقل(model transportation networks)، يتم إنشاء مجموعات بيانات الشبكة(Network Datasets)[٢]. حيث تحتوي مجموعات بيانات الشبكة على عناصر الشبكة(network elements) .[٣]

تتكون عناصر الشبكة من ثلاثة عناصر : أولا: الحافة أو الحد (Edge) - تتصل الحواف بعناصر أخرى (تقاطعات) وهي الروابط التي ينتقل عبرها الوكلاء .تشارك فئات ميزات الخط كمصادر ميزة الحافة.ثانيا:الوصلة او التقاطع Junctions– ربط الحواف وتسهيل التنقل من حافة واحدة إلى أخرى .يمكن أن تشارك فئات معالم النقاط كمصادر لميزات الوصلات ، لكن لا يمكن لفئات المعالم متعددة النقاط.ثالثا: الدوران أو الانعطاف Turn : — يدير معلومات المخزن التي يمكن أن تؤثر على الحركة بين حافتين أو أكثر .تشارك فئات الميزات بدورها كمصادر ميزة في الشبكة .يصمم مصدر ميزة الانعطاف مجموعة فرعية من الانتقالات المحتملة بين عناصر الحافة أثناء التنقل. تُستخدم مجموعات بيانات الشبكة متعددة الوسائط (Multimodal Network Dataset) لحالات النقل عندما تظل مجموعة [الأصل(zorigin) ، الوجهة(destination)] كما هي ، ولكن يتم إجراؤها باستخدام وسيلتي نقل مختلفتين أو أكثر.[٤]أما مجموعات بيانات الشبكة ثلاثية الأبعاد(3D Three-dimensional Network Dataset) من تصميم المسارات الداخلية (interior pathways) للمباني(buildings) والمناجم(mines) والكهوف(caves) وما إلى ذلك[٥] .

مقارنة بين هندسة الشبكاتGeometry Networks و مجموعة بيانات الشبكة Network Datasets

	وجه المقارنة	ندسة الشبكات Geometry Networks	مجموعة بيانات الشبكة Network Datasets
١)	الاستعمال	شبكات الغاز Gas ، الكهرباء Electric ، الماء water	شبكات الطرق Transportation
٢)	نوع التدفق Flow Type	موجهة Directed	غير موجهة Undirected
٣)	عناصر الشبكة Network Elements	الحواف والوصلات Edges & Junctions	الحوافEdges ، الوصلاتJunctions، الدورانتTurns
٤)	مصدر البيانات Source Data	GDB feature classes only	GDB feature classes, shapefiles, or StreetMap data
٥)	الاتصال Connectivity	يدير مسالة الاتصال	يتحكم بمسالة الاتصال اثناء بناء الشبكة
٦)	مكان التخزين	موجودة فقط ضمن Feature dataset	موجود ضمن Feature dataset or workspace

٧)	النموذج ووظائف العمل	نموذج مفرد، وظائف تتبع الشبكة	نموذج مفرد، أو متعدد، وظائف حلال الشبكة

٢. خلفية تطبيقات تحليل الشبكات

١) المسار الأمثل (Route) : إيجاد افضل مسار Finding the best route التي تقلل من تكاليف السفر من خلال سلسلة من التوقفات.

- الخيارات (Options):الممانعة Impedance ، ادخال عامل الزمن Incorporate time (الكثافة المرورية مثلا)، العثور علي افضل تسلسل (Find best sequence) ، الاتجاهات Directions ، زمن البدء (Start time)، طرق متعددة (Multiple routes).
- التطبيقات (Applications): توجيه المسار بين نقطتين (Point to point routing)، سفر سائح (Traveling tourist).
- الحواجز أو العوائق barriers : مع الحواجز(with barrier)، بدون حواجز(No barrier).
- قيد Restrictions : علي سبيل المثال، اتجاهات الشوارع، قيد اتجاه واحد(One-way restriction)، لايوجد قيود(No restriction).
- الاتجاهات Directions: يتم الحصول عليها من نتائج تحليل الطرق(نتائج تحليل اقرب معلم، ومشاكل تسيير المركبات).

٢) أقرب خدمة(Closest Facility) : عن طريق حلال اقرب خدمة Closest facility solver ، وذلك لايجاد أفضل طريق لأقرب خدمة أو مجموعة خدمات من موقع حادث (Incident) أو مجموعة حوادث.

- الخيارات : ضبط الممانعة (Impedance)، تحديد قيمة مجالات للمسافة أو الزمن(Cutoff value)، عدد الخدمات المراد ايجادها(Number of facilities to find)، تحديد اتجاه السفر(Direction of travel)، توليد الاتجاهات(Directions).
- التطبيقات : أقرب سيارات الاسعاف الي المستشفي، الزبائن الي المخازن، أقرب مستشفي لموقع حادث معين، أقرب سيارات الشرطة الي مسرح الجريمة، اقرب مركز الي عنوان العميل،

٣) مناطق الخدمة(Service Area) :عن طريق حلال منطقة الخدمة Service Area Solver ، يمكن ايجاد المنطقة أو الحواف التي يمكن اجتيازها بحيث تحقق التكلفة المحددة، اي تشمل جميع المنطقة التي تضم كل الشوارع التي يمكن الوصول اليها.

- الخيارات : ضبط الممانعة Impedance ، تحديد فواصل Define breaks، تحديد اتجاه السفر (من أو الي نقاط الخدمة) Direction of travel، توليد المضلعات أو الخطوط Polygons /Lines.
- التطبيقات : مناطق خدمة اطفاء الحرائق، مناطق خدمة الزبائن.
- إمكانية الوصول (Accessibility): وهي تشير الي مدي سهولة الذهاب الي الموقع. فيمكن قياس امكانية الوصول من حيث وقت السفر أو المسافة أو أي مقاومة أخري علي الشبكة.
- تقييم الوصول (Evacuating Accessibility): تتمثل في وجود مسافة عازلة حول نقطة ما. علي سبيل المثال، تعرف علي عدد العملاء الذين يعيشون داخل دائرة نصف قطرها خمسة كيلومترات من الموقع باستخدام دائرة بسيطة. ومع ذلك اذا اخذنا في الاعتبار السفر عبر الطرق ، فان تعكس هذه الطريقة إمكانية الوصول الفعلية إلىالموقع. فيمكن لشبكات الخدمة التي يحسبها محلل الشبكة التغلب على هذا القيد من خلال تحديدالشوارع التي يمكن الوصول إليها على بعد خمسة كيلومترات من الموقع عبر شبكة الطرق.

بمجرد إنشائها ، يمكنك استخدام شبكات الخدمة لمعرفة ما هو إلى جانب الشوارع التي يمكن الوصولإليها ، على سبيل المثال ، العثور على الشركات المتنافسة على بعد 5دقائق بالسيارة.

- خطوط منطقة الخدمة :توضيح مناطق الخدمة المتراكبة والمتعددة كيف تتغير إمكانية الوصولمع زيادة في المعوقات ، على سبيل المثال ، لإظهار عدد المستشفيات في غضون 5و 10و15دقيقة بالسيارة من المدارس؛ ومن خلال تحليل بيانات حركة المرور . قد تتغير المستشفياتالتي يمكن الوصول إليها بسبب ظروف حركة المرور

٤) مشاكل تسيير العربات(Vehicle Routing Problem) : باستخدام Vehicle Routing Problem (VRP) Solver ، تسيير مجموعة من السيارات لتوصيل خدمة معينة بأفضل طريقة وأقل وقت.

- الفوائد : تخفيض تكاليف التشغيل، تخفيض استهلاك الوقود وبالتالي تخفيض الغازات المنبعثة من السيارات، تحقيق كفاءة العمل.
- التطبيقات : توزيع البضائع، توزيع المحروقات، ايصال مجموعة من المرضي لمجموعة من العيادات والمشافي.

يأخذ VRP Solver بعين الاعتبار مجموعة من الامور، مثل: مركبات متعددة الخصائص والقدرات (الوزن، الحجم). حجم الطلبية (ممكن ان تكون تسليم او استلام). زمن محدد. مواصفات السائق(زمن عمله، طرقاته المفضلة داخل او خارج المدينة....)، مجموعة من القيود علي الطريق (زمن اقصي للسير علي الطريق، أو مسافة قصوي للقيادة...الخ). العمل ضمن منطقة محددة (مثلا سيارة مخصصة للتوزيع داخل المدينة فقط أو خارجها). استراحة للسائق.

٥) تخصيص الاماكن Location-allocation : باستخدام حلال مشاكل تخصيص الاماكن Location-allocation Problems، يقوم بتحديد واختيار مواقع لخدمات معينة، وتخصيص الطلبات عليها، لتحقيق أهداف محددة.

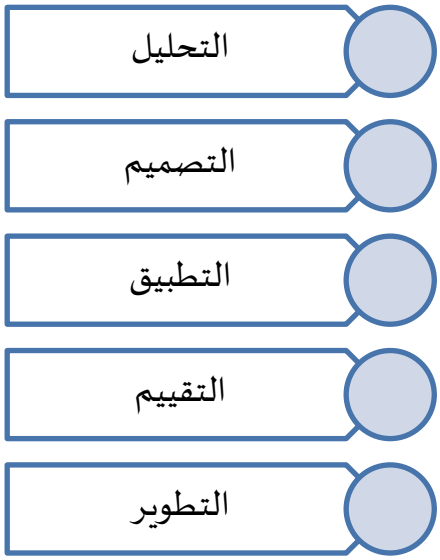
- الاهداف : تقليل المسافة الاجمالية للسير، التقليل من أكبر مسافة يقطعها أي زبون، زيادة الربح، التقليل كل من مسافة السير وتكاليف التشغيل للمنشأة في نفس الوقت.
- يجاوب علي الاسئلة : ماهي افضل المواقع لاضافة خدمات جديدة؟، اي من الخدمات القائمة غير مناسبة من حيث الموقع.

٦) مصفوفة التكلفة (Origin-Destination (OD) Cost Matrix): عن طريق حلال مصفوفة الكلفة بين المصادر والوجهات Origin-destination cost matrix solver حيث يقوم بانشاء مصفوفة الكلفة بالزمن والمسافة بين كل مصدر من المصادر وكل وجهة من الوجهات.

- الخيارات : الممانعة (Impedance)، تحديد قيمة مجالات للزمن(Cutoff value)، عدد الوجهات(Destinations Number of).
- التطبيق : حساب مصفوفة زمن السير والمسافة بين مجموعة من سيارات الاسعاف (التي تعتبر مصادر) والمشافي (وجهات)، وعلي أساس مصفوفة الكلفة و زمن قيادة كل سيارة اسعاف باتجاه المشفي يمكننا اعادة توزيع سيارات الاسعاف في المنطقة بحيث يكون زمن القيادة أصغر بين موقع سيارة الاسعاف والمشفي.

٣. المنهجية

تتمثل منهجية دراسة تطبيقات خوارزميات تحليل الشبكات، والتي تتمثل في الاتي: التحليل : جمع البيانات، التصميم : تصميم قواعد البيانات الجغرافية للشبكات، التطبيق : تطبيق نظام Intelligent Transportation System، التقييم : التحليل و المعالجة. التطوير : Visualization



سوف تتبع الدراسة في الخمسة مراحل السابقة التطبيقات الستة : المسار الأمثل (Route)، أقرب خدمة(Closest Facility)، مناطق الخدمة(Service Area)، مشاكل تسيير العربات(Vehicle Routing Problem، تخصيص الاماكن Location-allocation، مصفوفة التكلفة Origin-Destination (OD) Cost Matrix. هنالك العديد من الدراسات والبحوث التي يمكن ان تسهم في تطوير تحليل الشبكات في العديد من المجالات : [١٢][١١][١٠][٩][٨][٧][٦] [١٣][١٤][١٥][١٦][١٧][١٨][١٩][٢٠][٢١][٢٢][٢٣][٢٤][٢٥][٢٦][٢٧][٢٨][٢٩][٣٠][٣١][٣٢]. [٣٣],[٣٤],[٣٥],[٣٦],[٣٧].[٣٨],[٣٩],[٤٠],[٤١],[٤٢],[٤٣],[٤٤], [٤٥],[٤٦],[٤٧].

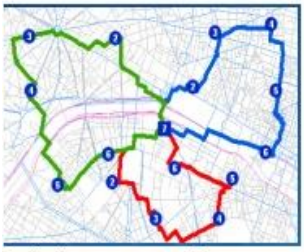
٤. تحليل ومناقشة النتائج

هنالك عدة تطبيقات لخوارزميات الشبكات :

Route

Closest Facility

Service Area


Vehicle Routing Problem

Location-Allocation

OD Cost Matrix

المسار الأمثل (Route)، أقرب خدمة(Closest Facility)، مناطق الخدمة(Service Area)، مشاكل تسيير العربات(Vehicle Routing Problem، تخصيص الاماكن Location-allocation، مصفوفة التكلفة Origin-Destination (OD) Cost Matrix.

٥. الخاتمة

توصلت الدراسة الي العديد من النتائج في تطبيق خوارزميات تحليل الشبكات في استدامة النقل. كما تشير الدراسة الي البعد المستقبلي لها في العديد من الدراسات من أهمها : تحديات وفرص المدن والمجتمعات الذكية والمستدامة، تطوير نظام النقل الحضري، إمكانيات تكنولوجيا الجيومكانية في تطوير المدن والمجتمعات الذكية والمستدامة.

المراجع

[1] "What is network analyst", https://pro.arcgis.com/en/pro-app/help/analysis/networks/what-is-network-analyst-.htm, accessed on September 2019

[2] "What is a network dataset", https://pro.arcgis.com/en/pro-app/help/analysis/networks/what-is-network-dataset-.htm, accessed on September 2019

[3] "Network elements", https://pro.arcgis.com/en/pro-app/help/analysis/networks/network-elements.htm, accessed on September 2019

[4] "What is a network dataset", https://pro.arcgis.com/en/pro-app/help/analysis/networks/what-is-network-dataset-.htm, accessed on September 2019

[5] "What is network analyst", https://pro.arcgis.com/en/pro-app/help/analysis/networks/what-is-network-analyst-.htm, accessed on September 2019

[6] Geoinformatics Sustainable Development Goals: Energy, TAT Ali, Geo4SDG Sudan Forum, GeoFive Training & Consulting, Sudan, 7/2023

[7] Geoinformatics Sustainable Development Goals: Water & Sanitation, TAT Ali, Geo4SDG Sudan Forum, GeoFive Training & Consulting, Sudan, 6/2023

[8] Geoinformatics Sustainable Development Goals: Gender, TAT Ali, Geo4SDG Sudan Forum, GeoFive Training & Consulting, Sudan, 5/2023

[9] Geoinformatics Sustainable Development Goals: Education, TAT Ali, Geo4SDG Sudan Forum, GeoFive Training & Consulting, Sudan, 4/2023

[10] Geoinformatics Sustainable Development Goals: Health, TAT Ali, Geo4SDG Sudan Forum, GeoFive Training & Consulting, Sudan, 3/2023

[11] Geoinformatics Sustainable Development Goals: Hunger, TAT Ali, Geo4SDG Sudan Forum, GeoFive Training & Consulting, Sudan, 2/2023

[12] GIS Data Model Sustainable Renewable Energy Development for Mineral Exploration, Ministry of Mineral workshop, TAT Ali, 2023

[13] Geoinformatics Sustainable Development Goals: Poverty, TAT Ali, Geo4SDG Sudan Forum, GeoFive Training & Consulting, Sudan, 1/2023

[14] Geoinformatics Sustainable Development Goals: Partnerships, TAT Ali, Geo4SDG Sudan Forum, GeoFive Training & Consulting, Sudan, 12/2022

[15] Geoinformatics Sustainable Development Goals: Peace Institutions, TAT Ali, Geo4SDG Sudan Forum, GeoFive Training & Consulting, Sudan, 11/2022

[16] Geoinformatics Sustainable Development Goals: Life on land, TAT Ali, Geo4SDG Sudan Forum, GeoFive Training & Consulting, Sudan, 10/2022

[17] Geoinformatics Sustainable Development Goals: Life below Water, TAT Ali, Geo4SDG Sudan Forum, GeoFive Training & Consulting, Sudan, 9/2022

[18] Geoinformatics Sustainable Development Goals: Climate Actions, TAT Ali, Geo4SDG Sudan Forum, GeoFive Training & Consulting, Sudan, 8/2022

[19] Enterprise Geospatial Database Develop Coronavirus Disease (Covid-19), TAT Ali, Rihan Journal for Scientific Publishing, 2022.

[20] Museum Tourism in Khartoum, Analysis and Decision Sudan: A Geoinformatics Support System, TAT Ali, S Subair, H AlEisa, Proceedings of the International Conference on Image Processing, Computer , 2017

[21] Geospatial Economic Crisis Response Gas Station, TAT Ali, Asian Research Journal of Current Science 4 (1), 197-204, 2022

[22] Geospatial Technology Renewable Energy Trends & Opportunities & Futures Research, TAT Ali, Asian Basic and Applied Research Journal 5 (4), 12-15, 2022

[23] GIS-based Model: 5A's Business Tourisms Attractions Tourism, Accommodations, Access Transportation, Amenity Service, Awareness, TAT Ali, Asian Research Journal of Current Science, Indian 4 (1), 188-196, 2022

[24] GeoSpatial Technology Documental Historical Tourism Site: Turkey in Khartoum, TAT Ali, JCCO Joint International Conference on ICT in Education and Training,2018
[25] Geospatial-Enable Hotels Call Center in sudan, TAT Ali, Sudanese Journal of Computing and Geoinformatics, 2018t
[26] Business Hotels Tourism Sites in Khartoum, TAT Ali, GIS Web-based,Sudan (1-5), 2018
[27] Geoinformatics distribution Reality Analysis For Sustainable Business Tourism Development, TAT Ali, Gadarif University Journal Of Humanity Science(ISSN:1858-8840) 3 (1), 2017
[28] Space Technology and Development (Social, Economic and Environment), TAT Ali, Digital Transformation Towards Efficiency and Excellence 1 (1), 1-13, 2023
[29] GIS UML-based Business Object Modelling: Renewable Energy, TAT Ali, International Journal of Engineering and Information Systems (IJEAIS), 2022
[30]Sudanese Enterprise Museum System - SEMS, TAT Ali, Algulzum Scientific Journal(ISSN:1858-9766) 1 (11), 55-74
[31] GIS-based Analysis : Water & wastewater Distribution Network, (2022) TAT Ali, M Daleel, Algulzum Scientific & Security& Strategy Journal, 8 (1), 133-148, March 2022
https://www.researchgate.net/publication/373328395_GIS-based_Analysis_Water_wastewater_Distribution_Network
[32] Geoinformatics Tourism Optimal Site Selection Analysis, Khartoum, Sudan, TAT Ali, Academic Journal of Research and Scientific Publishing| AJRSP, 2020
[33] GIS-based DSS Data Model Business Tourism in Sudan, TAT Ali, Sudanese Journal of Computing and Geoinformatics , 2017.
[34]Data Model Business Tourism in Sudan, TAT Ali, DSS GIS-based
Sudanese Journal of Computing and Geoinformatics, Geoinformatics Center, 2017
[35] GIS Data Model Solar Energy Development, TAT Ali, R Saeed, G Hayder, 1st Science Engineering Technology and Sustainability International , 2021
[36] Geospatial Big Data Analytics Applications Trends, Challenges & Opportunities.TAT Ali, Asian Basic and Applied Research Journal, India 5 (3), 1-5, 2022
[37] Geoinformatics Technology Distributed Geospatial Database Development for Economic Crisis Management and Natural Disasters, TAT Ali, Academic Journal of Research and Scientific Publishing| AJRSP(2706-6495) 35, 2022
[38] Geoinformatics Applications : Tourisms Applications System,(2022), TAT Ali, M Daleel, Algulzum Scientific Journal, 17 (1), April 2022
https://www.researchgate.net/publication/359175974_Geoinformatics_Applications_Tourisms_Applications_System_Gulzum_Science_Journal_17_Apr_2022
[39] Geospatial Technology Archaeologies: Gari Region, TAT Ali, Academic Journal of Research and Scientific Publishing| AJRSP, 34 , 2022
[40] Spatial Statistics Nearest Neighbor Distribution Analysis For Tourism& Archaeology In Khartoum, Sudan, TAT Ali, Journal of The Faculty of Science and Technology (JFST),2019
[41] GIS & RS-Based Archaeologies Site Documents: Gari Region, Khartoum, Sudan, TAT Ali, JCCO Joint International Conference on ICT in Education and Training. 2018
[42]GIS-based E-Promotion: Prehistoric Sudan: The Mesolithic and Neolithic Periods, TAT Ali, GIS&Geospace Applications Journal.
[43] GIS-based Reality Analysis: Business Hotels Tourism In Khartoum State, TAT Ali, Red Sea University Journal of Basic and Applied Science, 2017
[44] GMGD: Geospatial Measuring Geographic Distributions Cellular Phone Towers, TAT Ali, International Journal of Engineering and Information Systems (IJEAIS), 6 ,4 , 2022
[45] GIS-based web Application Marketing: Turkey Historical Site in Khartoum, TAT Ali, Rihan Journal for Scientific Publishing, 2022
[46] Enterprise GeoSpatial Database Development : Strategic Affairs in Sudan, TAT Ali, Journal of science & Space Technology,5, 56-64, 2019
[47] Agile Enterprise Geographic Information System (AEGIS) from design and development perspective, TAT Ali, RA Saeed, OO Khalifa, ES Ali, N Odeh, G Hayder, AA Hashim, 8th International Conference on Mechatronics Engineering (ICOM 2022), 26-31, 2022