Classification Of Network Load Traffic By taking advantage of Software Defined Network

Dr. Jamal Khalifah [*]
Dr. Mohannad Issa**
Faifaa Naser Micaiel ***

(Received 21 / 9 / 2023. Accepted 5 / 11 / 2023)

□ ABSTRACT □

The current networks are experiencing exponential growth in network loads due to the rapid emergence of numerous network applications. As a result, networks have transitioned into the era of massive data centers and evolving patterns of network loads. This necessitates more efficient and effective network management techniques, particularly for monitoring network loads. This is where Software Defined Networks (SDN) come into play. SDN provides the advantage of centralized control by separating the control layer from the data layer.

A significant challenge within the realm of SDN is the efficient classification of network load traffic to facilitate improved resource allocation and management. This paper categorizes network bearer traffic into two distinct categories: large traffic, often referred to as "elephant," and small traffic, known as "mice." Subsequently, we directed the large loads along a different route than the core network route. The results underscore the importance of the employed methodology in enhancing the load transfer process within the network.

Keywords: Software Defined Networks, controllers, flow classification, elephant flows, and mice flows.

Copyright **:**Tishreen University journal-Syria, The authors retain the copyright under a CC BY-NC-SA 04

[*]**Professor, Department of Communication and Electronics, Faculty of mechanical and Electrical Engineering, Tishreen University, Lattakia, Syria. Email: jam2kh58@hotmail.com**
**** PHD, Communication Engineering, Tishreen University, Lattakia, Syria, Email: mohannadissa@gmail.com**
*****Postgraduate Student (PhD student), Department of Communication and Electronics, Faculty of Mechanical and Electrical Engineering, Tishreen University, Lattakia, Syria. Email: faifaa.micaiel@gmail.com**

تصنيف حركة حمل الشبكة بالاستفادة من تقنيات الشبكات المعرفة بالبرمجيات

د. جمال خليفة*

د. مهند عيسى**

فيفاء ناصر مكائيل***

(تاريخ الإيداع 21 / 9 / 2023. قُبِل للنشر في 5/ 11 / 2023)

□ ملخّص □

تواجه الشبكات الحالية نمواً هائلاً في أحمال الشبكة مع ظهور العديد من تطبيقات الشبكة بسرعة، وبالتالي تحولت الشبكات الى عصر مركز البيانات الضخمة وأنماط أحمال الشبكة المتغيرة وهذا يستدعي تقنيات إدارة شبكة أكثر كفاءة وفعالية لا سيما في مراقبة أحمال الشبكة فكانت الشبكات المعرفة برمجياً (SDN) Software Defined Network التي تقدم ميزة التحكم المركزي ويتم فيها فصل طبقة التحكم عن طبقة البيانات.

يتمثل أحد التحديات الرئيسية في SDN في تصنيف حركة حمل الشبكة بكفاءة لتمكين تخصيص الموارد وإدارتها بشكل أفضل. قمنا في هذا البحث بتصنيف حركة حملة الشبكة إلى فئتين: حركة المرور الكبيرة، والتي يشار إليها غالبًا باسم "الفيل "Elephant"، وحركة المرور الصغيرة، والمعروفة باسم "الفئران"Mice "، ثم قمنا بإرسال الأحمال الضخمة في مسار مختلف عن مسار الشبكة الأساسية، وبينت النتائج أهمية الطريقة المتبعة في تحسين عملية نقل الأحمال في الشبكة.

الكلمات المفتاحية: شبكات المعرفة بالبرمجة، المتحكم، تصنيف التدفقات، التدفقات الضخمة Elephant Flow، التدفقات الصغيرة Mice Flow.

حقوق النشر : مجلة جامعة تشرين- سورية، يحتفظ المؤلفون بحقوق النشر بموجب الترخيص CC BY-NC-SA 04

* أستاذ، قسم هندسة الاتصالات والالكترونيات، كلية الهندسة الميكانيكية والكهربائية، جامعة تشرين، اللاذقية، سورية. jam2kh58@hotmail.com

** دكتوراه، هندسة الاتصالات ، جامعة تشرين، اللاذقية، سورية . mohannadissa@gmail.com

*** طالبة دكتوراه، قسم هندسة الاتصالات والالكترونيات، كلية الهندسة الميكانيكية والكهربائية، جامعة تشرين، اللاذقية، سورية. faifaa.micaiel@gmail.com.

مقدمة:

تعد الشبكات المعرفة بالبرمجيات (SDN) نقلة نوعية في مجال الشبكات لما تقدمه من مزايا في تحسين الأداء وامكانية التطوير اللامحدود. فمسألة التحكم المركزي أصبح ضرورة ملحة لتجاوز المشاكل التي تنشأ عن التحكم المنفصل في الشبكات لتسهيل عملية إدارة وتطوير الشبكة، فبدلاً من كتابة القواعد على كل جهاز أصبحت على المتحكم الذي يقوم بدوره بإرسال الأوامر وتقوم أجهزة البنية التحتية بتنفيذ الأوامر الواردة اليها. أصبح أيضا الانتقال الى موضوع التحكم المركزي بشبكات المنشآت الصناعية من الضروريات، ويساهم بشكل كبير في تحقيق المرونة في ادارة الشبكة، وإمكانية أعلى في تحليل وتصنيف أحمال البيانات المتنوعة، بحيث تلبي متطلبات التطبيقات والعمل بشكل أفضل.

يتم عادة في شبكات SDN استخدام المصطلحين "الأفيال Elephant" و"الفئران Mice" لتمثيل نوعين متميزين من حركة حمل الشبكة بناءً على حجمها وأهميته، تشير حركة حمل" الأفيال" إلى التدفقات الكبيرة التي تستهلك موارد كبيرة للشبكة ولها فترات طويلة. تتضمن هذه التدفقات عادة تطبيقات كثيفة البيانات مثل دفق الفيديو أو نقل الملفات أو عمليات نقل البيانات المجمعة. من ناحية أخرى، تمثل حركة مرور "الفئران Mice" تدفقات صغيرة تتطلب الحد الأدنى من موارد الشبكة ولها فترات قصيرة. تتضمن هذه التدفقات في الغالب تطبيقات تفاعلية مثل تصفح الويب أو الاتصال بالبريد الإلكتروني.

أهمية البحث وأهدافه:

تكمن اهمية البحث بالاستفادة من التقنيات الحديثة في مجال الشبكات المعرفة برمجياً، وتطبيقها على التحكم بالتدفقات ضمن الشبكات التي تحوي تدفقات بيانات متعددة ومختلفة من حيث طبيعتها وحجمها وعددها، بشكل يؤدي إلى تحسين نوعية العمل بشكل عام، والتخلص من ازدحام الشبكة والايفاء بمتطلبات التطبيقات العاملة في الشبكة.

طرائق البحث ومواده:

تم إنجاز البحث بالاعتماد على المحاكي (Mininet) ، وهومحاكي مفتوح المصدر ويعتبر من أشهر المحاكيات والأكثر استخداماً" في بناء شبكات SDN ويوفر الأداة (Miniedit) حيث تم استخدامها لرسم طبولوجيا الشبكة، وتم استخدام المتحكم (RYU) الذي يدعم كتابة التطبيقات بلغة البايثون، الأمر الذي يوفر إمكانية قوية لاستخدام مكتبات بايثون المتعددة والقوية في معالجة البيانات بشكل عام كمكتبة numpy ومعالجة بيانات الشبكة بشكل خاص كمكتبة Scapy، وأيضا يمكننا بسهولة استخدام تقنيات الذكاء الصنعي التي توفرها مكتبة Keras التي تعتمد علىTensorFlow. واعتمدنا على الأداة Iperf التي تقوم بإنشاء تطبيق مخدم/زبون(Client/Server) وترسل الرزم بينهما سواء رزم بروتوكول التحكم بالنقل (TCP) (Transmission Control Protocol) وبروتوكول حزم بيانات المستخدم User Datagram Protocol (UDP).

الدراسات المرجعية:

نشرت الكثير من الأبحاث عن الشبكات المعرفة بالبرمجيات نظراً لأهمية التحكم المركزي الذي تقدمه وتنوعت هذه الدراسات حول تصنيف الأحمال وقياس ومقارنة معاملات الأداء بسيناريو هات مختلفة حيث:

قامت الباحثة بالدراسة [13] بالسعي لتحسين أداء الشبكة وتقليل زمن معالجة الخطأ الذي يقوم به المتحكم المركزي الوحيد لذلك اعتمدت على دراسة أداء متحكم وحيد وأداء عدة متحكمات وتهيئتها لتقوم بتشارك الحمل بالتساوي وذلك

سيقلل من زمن التأخير في الشبكة ومن ضياع الرزم وبالتالي سيحسن بشكل كبير من جودة الخدمة المقدمة ومن أداء الشبكة ومشاركة الحمل بين عدة متحكمات تعبر كأسلوب من أساليب تصنيف الأحمال.

وبينما قام الباحث بالدراسة [14] بالبحث بطرق تصنيف الأحمال حيث اقترح بتقسيم أحمال الشبكة بالتساوي على جميع القفزات التالية المتاحة على طول مجموعة من أقصر المسارات ليحقق توازن عادل للحمل وقام بمقارنة ضياع الرزم من أجل تقنيات مختلفة.

قدمت الدراسة [15] تصنيف حركة المرور في الشبكة وذلك من خلال التمييز بين خصائص حركة المرور المختلفة: عدد الحزم وحجمها، وقت وصول الحزمة، نسبة ارسال واستقبال الحزمة وذلك باستخدام لغة الآلة.

وفي الدراسة [16] تم اقتراح طريقة لمراقبة أحمال الشبكة باستخدام إستراتيجية موازنة الحمل المستندة إلى open flow من خلال التحديد المسبق لكمية صغيرة من مسارات التوجيه ذات النطاق الترددي العالي ضمن إطار الحد الأدنى من القفزات وهذا مخصص للتدفقات الكبيرة elephant flow، وتسمى elephant zoon والباقي تسمى mice zoon.

أما في الدراسة [17] اعتمد الباحثون على موازنة الأحمال وتقسيم المسارات عبر مجمعات الى مسارات تدفقات صغيرة ومسارات للتدفقات الكبيرة وذلك باستخدام بروتوكول open flow.

عملت الباحثة في الدراسة [18] على تجميع التدفقات وتصنيفها إلى عدة أصناف اعتماداً على قيم(DSCP) الموجودة في ترويسة الرزمة (IP) وتخصيص قائمة انتظار لكل صنف وبالتالي عدم التعامل مع كل تدفق على حدى وهذا يقدم مرونة وقابلية توسع أكبر للشبكة.

أيضا قدم الباحثون في الدراسة [19] طريقة لجدولة الرزم اعتماداً على ترويسة وIPعلى نوع حركة المرور مما أدى إلى تحكم أكبر بعرض النطاق الترددي، وضمان عدم تأثير نوع مرور معين على نوع آخر.

بينما قام الباحثون بالدراسة [20] تطوير تقنية تصنيف باستخدام مجموعة من بنيات التعلم العميق لتحديد حركة مرور الشبكة، وتحديدًا لمشكلة تصنيف مؤشر اسم الخادم .(SNI) يمكن تطبيق هذا الأسلوب في أنظمة التحكم في حركة مرور الشبكة لمراقبة المحتوى والخدمات والتطبيقات وتحديدها دون الحاجة إلى فك تشفير الحزم ومعالجة مخاوف الخصوصية. حيث قدموا حلا عمليا لتصنيف حركة مرور الشبكة، مما يتيح إدارة الشبكة وأمانها بشكل أفضل.

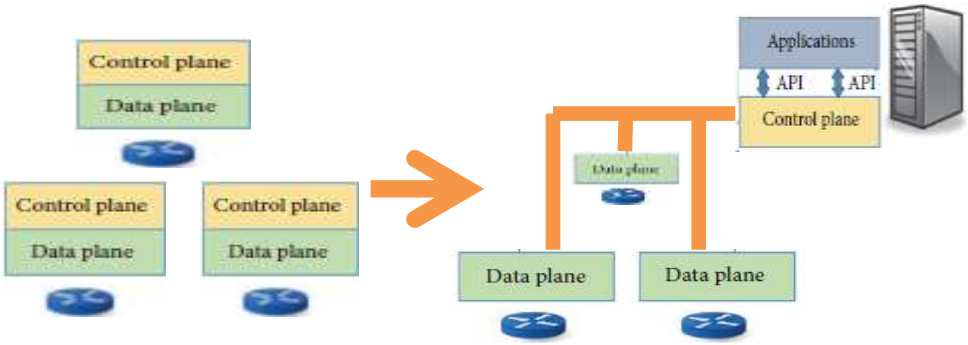
وفي الدراسة [21] تم استخدام نهج التعلم العميق، وتحديدا الشبكة العصبية العميقة، لتحديد مجموعة واسعة من تطبيقات حركة المرور بدقة في وقت قصير.

في دراستنا الحالية بالإضافة الى عملية تصنيف حمل البيانات في الشبكة، قمنا بتحويل مسار التدفقات المصنفة بشكل يؤدي الى تحسين خدمة الشبكة للتدفقات الكبيرة والصغيرة على حد سواء.

الشبكات المعرفة بالبرمجيات (Software Defined Network (SDN:

شبكات SDN هي بنية شبكية يتم فيها التحكم بعملية توجيه البيانات من خلال طبقة تحكم منفصلة عن طبقة البيانات. [1] تتيح تقنية SDN للشبكات استجابة ديناميكية لأي تغير في انماط الاستخدام. وتؤمن بنية شبكات SDN عملية فصل مسارات التحكم عن مسارات توجيه البيانات SDN بشكل يسهل عملية إدارة وتطوير الشبكات[2]، حيث تقوم شبكات SDN على مبدأ الفصل بين طبقة التحكم (Control plane) وطبقة توجيه البيانات (Data plane) ليصبح دور الأجهزة مقتصراً عمى تمرير البيانات وتنفيذ أوامر التحكم الصادرة عن المتحكم Controller الذي يعتبر العقل الرئيسي في عملSDN [3] و معمارية الشبكة عبارة عن ثلاث طبقات وهي: طبقة التحكم وطبقة التطبيقات وطبقة

البنية التحتية [4]. وتحقق SDN الفصل بين Data plane و Control plane مما يتيح لها العديد من الميزات [5] ، وواجهات التخاطب أو تسمى بالجسور :الشمالي – الجنوبي– الشرقي – الغربي [6].



الشكل(1): مقارنة بين الشبكات التقليدية والشبكات المعرفة برمجياً

نبين فيما يلي بعض الاختلافات الرئيسية بين الشبكات المعرفة بالبرمجيات والشبكات التقليدية:

- يتم في الشبكات التقليدية، توزيع وظائف التحكم والإدارة عبر أجهزة الشبكة. فيSDN ، مركز التحكم والإدارة في وحدة تحكم برمجية، مما يوفر رؤية شاملة للشبكة.[7]
- يسمح SDN بالتحكم القابل للبرمجة في الشبكة من خلال واجهات برمجة التطبيقات المفتوحة، ويتيح ذلك لمسؤولي الشبكة تكوين الشبكة وإدارتها ديناميكيًا باستخدام تطبيقات البرامج [8].
- تتيح SDN المحاكاة الافتراضية للشبكة، والتي تتيح تشغيل شبكات افتراضية متعددة على بنية أساسية مادية مشتركة، ويوفر هذا المرونة وتحسين الموارد[9].
- يوفرSDN أيضا قدرا أكبر من المرونة وقابلية التوسع وقابلية البرمجة مقارنة بالشبكات التقليدية [10].

وفيما ما يتعلق بعملية تصنيف حمل الشبكة فان الشبكات المعرفة بالبرمجيات SDN توفر إمكانات محسنة لتصنيف أحمال الشبكة. من خلال التحكم المركزي، يمكن لوحدات تحكم SDN تحليل حمل الشبكة وتطبيق السياسات لتصنيف أحمال الشبكة وتحديد أو لوياتها بناءً على معايير محددة. يتيح ذلك لمسؤولي الشبكة تكوين الشبكة وإدارتها ديناميكيًا باستخدام تطبيقات برمجية.

- بينما في الشبكات التقليدية، يتم تصنيف أحمال الشبكة عادةً بواسطة أجهزة الشبكة مثل أجهزة التوجيه و المبدلات. لذا فهو محدود في قدرته على التعامل مع أنماط حركة الحمل المعقدة ولا يوفر مستوى المرونة وإمكانية البرمجة الذي توفره SDN.

التدفقات ضمن الشبكة:

بسبب نمو وتعقيد أحمال الشبكة، وبسبب أنماط أحمال الشبكة المتغيرة، تظهر مشاكل في الشبكة مثل: زيادة الازدحام في الشبكة، عدم توازن الحمل، وبالتالي أصبح من الضروري فرض الكشف الدقيق للتدفقات والتوصل الى حل جديد لموازنة الحمل للتخفيف من ازدحام الشبكة وتحقيق استخدام عرض النطاق الترددي المناسب، وهذا يستدعي تقنيات إدارة شبكة أكثر كفاءة وفعالية ولا سيما في جانب مراقبة أحمال الشبكة وتصنيف التدفقات [11] ، ويمكن تصنيف التدفقات حسب حجمها أو نوعها أو عددها وتتم موازنة الأحمال من أجل الحد من اختناقات الشبكة حيث يكون لدى المتحكم معلومات عن سعة كل عقدة [12].

1- تصنيف أحمال الشبكة باستخدام تقنيات شبكات SDN:

يصنف حمل الشبكة بشكل فعال إلى فئتين من التدفقات الضخمة والصغيرة، تستفيد وحدات تحكم SDN من التقنيات والأدوات المختلفة. فيما يلي بعض الطرق الشائعة الاستخدام:

1.1 التصنيف القائم على ارقام المنافذ Port Number :

يعد التصنيف المستند إلى المنفذ أحد أبسط الطرق وأكثرها استخداما لتصنيف حمل الشبكة. يتضمن تحليل المصدر أو المنافذ الوجهة لحزم الشبكة. ترتبط المنافذ بخدمات أو تطبيقات محددة، ومن خلال فحص أرقام المنافذ، يصبح من الممكن تحديد نوع أحمال الشبكة. على سبيل المثال، غالباً ما تُعتبر أحمال الشبكة على المنفذ المعروفة FTP(المنفذ 21) كأحمال كبيرة، بينما يمكن تصنيف أحمال الشبكة على المنافذ الأخرى على أنها أحمال صغيرة.

2.1 التصنيف القائم على نوع البروتوكول:

يركز التصنيف المستند إلى البروتوكول على بروتوكولات الشبكة المستخدمة بواسطة أحمال الشبكة. تعرض البروتوكولات المختلفة خصائص مختلفة، والتي يمكن أن تكون مفيدة في التمييز بين أحمال الشبكة الكبيرة والصغيرة. على سبيل المثال، تؤدي البروتوكولات مثلHTTP أو FTP أو بروتوكولات دفق الفيديو بشكل عام إلى إنشاء حمل كبيرة بسبب طبيعة البيانات التي تتعامل معها. من ناحية أخرى، عادةً ما تولد البروتوكولات مثلDNS أو ICMP حمل صغيرة. من خلال فحص رؤوس البروتوكول، يمكن تصنيف حمل الشبكة وفقًا لذلك.

3.1 فحص حجم الحمل:

يتضمن فحص الحمولة الصافية تحليل محتوى حزم الشبكة لتحديد حجم ونوع أحمال الشبكة. من خلال فحص الحمولة، يصبح من الممكن تصنيف حمل الشبكة بناءً على أنماط أو خصائص محتوى محددة. على سبيل المثال، يمكن تحديد أحمال الشبكة ذات عمليات نقل الملفات الكبيرة أو محتوى دفق الفيديو على أنها حمل كبيرة، بينما يمكن تصنيف أحمال الشبكة التي تحتوي على حزم بيانات صغيرة أو محتوى يستند إلى نص على أنها حمل صغيرة.

4.1 التصنيف القائم على التدفق:

تقوم وحدات تحكم SDN بتحليل ترويسات الحزم وخصائص التدفق لتحديد ما إذا كانت أحمال الشبكة تنتمي إلى فئة الأحمال الكبيرة أو الصغيرة. يتضمن هذا النهج فحص عوامل مثل حجم الحزمة ومعدل الحزمة وعناوين IP المصدر والوجهة وبروتوكول النقل وأرقام منافذ التطبيق. استنادا إلى القواعد والسياسات المحددة مسبقا، يمكن لوحدة التحكم تصنيف تدفقات أحمال الشبكة ديناميكيا في الوقت الفعلي.

5.1 جودة الخدمة :

يسمح SDN بتنفيذ آليات جودة الخدمة (QoS) لتحديد أولويات أنواع مختلفة من أحمال الشبكة. من خلال تعيين مستويات جودة خدمة مختلفة للأحمال، يمكن أن تضمن وحدات تحكم SDN أن التطبيقات الهامة تتلقى موارد الشبكة الضرورية مع تحسين كفاءة الشبكة.

6.1 تحليل احصائي:

يمكن لوحدات تحكم SDN اعتماد تقنيات إحصائية لتصنيف حمل الشبكة. من خلال جمع إحصاءات أحمال الشبكة وتحليلها، مثل استخدام النطاق الترددي وعدد الحزم ومدة التدفق، ومن خلال إنشاء عتبات أو نماذج إحصائية، يصبح من الممكن تصنيف أحمال الشبكة بناء على هذه العوامل. على سبيل المثال، يمكن تصنيف أحمال الشبكة ذات معدل

حزم مرتفع أو متوسط حجم حزمة كبير كأحمال كبيرة، بينما يمكن تصنيف أحمال الشبكة ذات معدل الحزمة المنخفض أو متوسط حجم الحزمة الصغير كأحمال صغيرة.

حديثا اكتسبت تقنيات التعلم الآلي شعبية في تصنيف حمل الشبكة نظرا لقدرتها على التعلم والتكيف تلقائيا مع أنماط أحمال الشبكة المتطورة. تتضمن هذه الأساليب نماذج تدريب على مجموعات البيانات المصنفة لتصنيف حمل الشبكة بناء على ميزات مختلفة مثل ترويسات الحزم أو الحمولة أو خصائص التدفق. من خلال استخدام خوارزميات التعلم الآلي، يمكن تصنيف حمل الشبكة بدقة إلى فئات أحمال كبيرة وصغيرة.

2. فوائد عملية تصنيف أحمال الشبكة:

يجلب تصنيف حمل الشبكة بكفاءة إلى فئتي الأحمال الكبيرة والصغيرة العديد من المزايا في بيئاتSDN منها:

2-1- تحسين الموارد:

من خلال تحديد الاحمال الضخمة وتحديد أولوياتها، يمكن لمسؤولي الشبكة تخصيص موارد شبكة كافية للتعامل مع التدفقات الكبيرة بفعالية. هذا يمنع الازدحام ويضمن الأداء الأمثل للتطبيقات كثيفة البيانات.

2-2- تحسين جودة الخدمة:

يتيح تصنيف أحمال الشبكة تنفيذ آليات QoS لضمان تلقي التطبيقات الهامة متطلبات النطاق الترددي اللازمة. هذا يؤدي إلى تحسين تجربة المستخدم والرضى عن أداء الشبكة في تقديم الخدمة المناسبة للتطبيقات المختلفة.

2-3- التحكم في حركة الحمل:

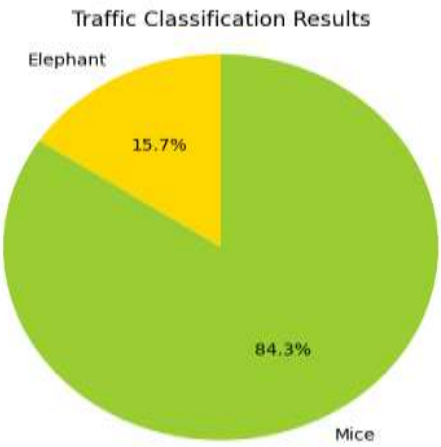
يساعد تصنيف أحمال الشبكة في تحديد أنماط أحمال الشبكة الشاذة أو المشبوهة، مما يسمح بأمان أفضل للشبكة وتخفيف التهديدات. بالإضافة إلى ذلك، فهو يساعد في تمكين إنشاء استراتيجيات توجيه فعالة وتقنيات موازنة الحمل.

النتائج والمناقشة:

من المهم للغاية تقليل عملية تبادل البيانات بين تجهيزات الشبكة ووحدة التحكم، فمثلا عند اعتماد تحليل التدفق أو التحليل الاحصائي للحمل، يجب القيام بعملية التصنيف بشكل سريع وإصدار تعليمات الى طبقة البيانات بحيث تتم معالجة جميع التدفقات المستقبلية المشابهة للتدفق أو الحمولة التي تم تصنيفها دون الحاجة الى مخاطبة المتحكم بشكل متكرر، يتم الاعتماد على هذه الطرق في حال كانت الحمولات أو التدفقات غير محددة بشكل مسبق، أما اذا كانت الحمولات الضخمة محددة بين تجهيزات معينة أو عند استخدام بروتوكولات أو خدمات تتنصت على منافذ محددة، فيمكننا عندها تطبيق تعليمات مسبقة في التجهيزات الشبكية للتعامل بشكل مباشر مع الاحمال وتصنيفها تبعا للقواعد المفروضة.

في التطبيق العملي قمنا باستخدام المحاكي RYU الذي يدعم التطبيقات المكتوبة بلغة البايثون، ومن المهم التنويه إلى أهمية استخدام مكتبة Scapy لما توفره من إمكانية كبيرة في التعامل مع حزم بيانات الشبكة وتوليد الأحمال، يمكن أيضا الاعتماد على IPERF عن اعتماد التصنيف المسبق القائم على المنافذ أو العناوين المنطقية أو نوع البروتوكول. يمكننا أيضا استخدام نموذج الشبكة العصبية المدربة للتنبؤ بنوع التدفق بناءً على ميزات الحمل (عدد الحزم وعدد البايتات وعرض النطاق الترددي). تم استخدام مكتبة keras، الشبكة العصبية نوع (feedforward Neural network) ويكون الخرج عبارة عن قيمة احتمالية بين 0 و1. إذا كانت القيمة المتوقعة أكبر من 0.5، يتم تصنيف

التدفق على أنه تدفق كبير 'Elephant'؛ خلاف ذلك، يتم تصنيفها على أنها تدفق صغير 'Mice'. يبين الشكل (2) نتيجة تظهر نتيجة التصنيف عند تطبيق احمال فعلية في الشبكة

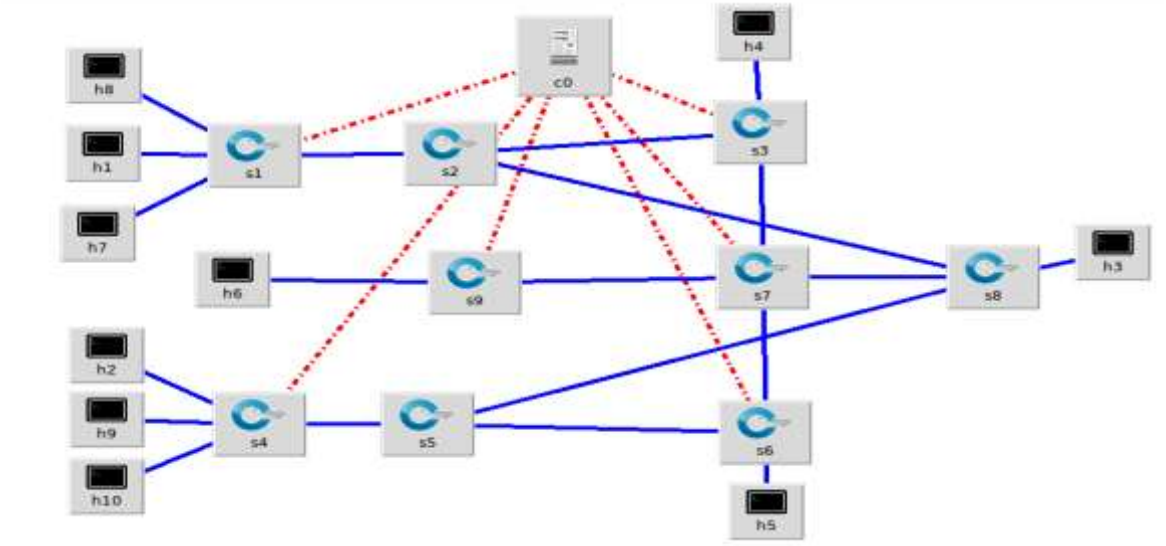


الشكل (2) – نتيجة التصنيف عند تطبيق احمال فعلية في الشبكة

بعد عملية تصنيف الحمل باستخدام أية طريقة من الطرق المذكورة سابقا سنقوم بتمرير الأحمال الضخمة ضمن مسار مختصر كي لاتؤثر على عملية نقل البيانات في الشبكة الأساسية، ولتأمين عرض الحزمة المناسب لنقل هذه البيانات الضخمة الى هدفها.

قمنا بإنشاء الشبكة الموضحة في الشكل(3) والمؤلفة من متحكم (C0) ومبدلات (S8،S7،S6،S5،S4،S3،S2،S1) وأجهزة طرفية (h10،h9،h8،h7،h6،h5،h4،h2.h3،h1) حيث ان s8،s2 غير متصلة بالمتحكم أي أنها تمثل الشبكة التقليدية (التجهيزات القديمة في الشبكة).

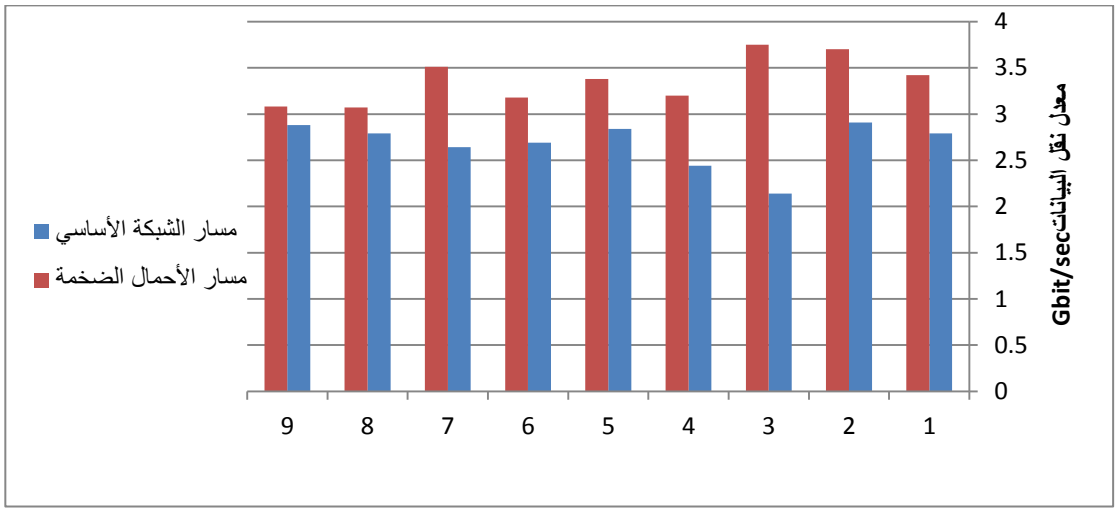
وقمنا بإضافة قواعد تدفق إلى جدول التدفق الخاص كل من المبدلات s8،s5،s2 حيث تم تحديد مسارات جديدة في الشبكة بحيث تكون مسارات مختصرة تمر عبرها التدفقات الكبيرة في الشبكة حتى لا يتم اشغال الشبكة الأصلية بهذه التدفقات الكبيرة والتي من الممكن أن تكون مقاطع فديو ذات حجم كبير وندع الشبكة الأصلية لتمر عبرها بقية التدفقات لتصل كافة التدفقات الى نقطة المراقبة الممثلة ب (H3).



الشكل (3) البنية المقترحة للشبكة

السيناريو الأول:

عند ارسال تدفق في الشبكة الأصلية من H1 الى H3 حيث أن حجم التدفقات من رتبة غيغا بايت وتمثل تدفقات كبيرة ثم أعدنا التجربة بإرسال نفس الأحمال (تدفقات كبيرة من رتبة غيغابايت) في المسار الذي قمنا بتخصيصه للاحمال الكبيرة حيث اننا لم نقم بإشغال الشبكة بأية تدفقات أخرى وقمنا بمقارنة قيم معدل نقل البيانات في الشبكة تبين ما يلي:



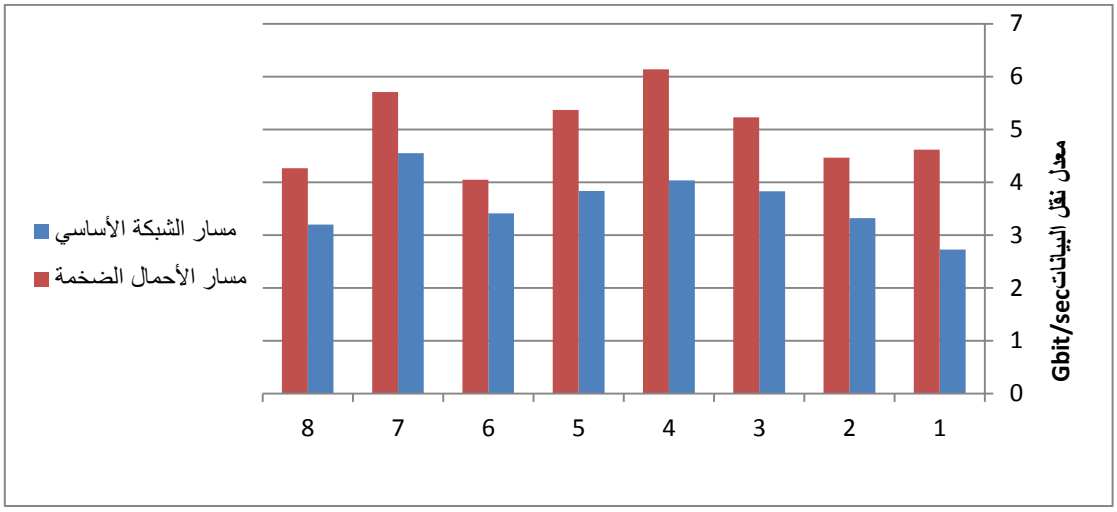
الشكل (3)– قيم معدل نقل البيانات عند ارسال حمل في مسارات مختلفة بالشبكة

وبمقارنة النتائج السابقة الموضحة بالشكل (4) التي تبين قيم معدل نقل البيانات عند ارسال حمل في مسارات مختلفة بالشبكة أي عند استخدام المسار المخصص للأحمال الضخمة ومسار الشبكة الأساسي نلاحظ أن معدل نقل البيانات أعلى عند استخدام المسار المخصص للأحمال الضخمة وبالتالي حقق فصل الأحمال بالشبكة وتخصيص مسار للأحمال الكبيرة تحسنا واضحا في قيمة معدل نقل البيانات ،وذلك عند مقارنة القيم ومقارنة المعدل الوسطي حيث أن متوسط قيمة معدل نقل البيانات عند استخدام المسار المختصر هو(2.68Gbites/sec) وعند استخدام الشبكة الأساسية هو(3.36Gbites/sec) وهذا التحسن يؤكد أن تصنيف أحمال الشبكة يتيح تنفيذ آليات QoS لضمان تلقي التطبيقات الهامة متطلبات النطاق الترددي اللازمة.

السيناريو الثاني:

سنقوم بهذا السيناريو بإشغال الشبكة بأحمال مختلفة (TCP)،(UDP) سنرسل تدفق في الشبكة الأصلية من H7 الى H3 **و**تدفق في المسار المخصص للأحمال الضخمة الذي قمنا بتحديده من H8 الى H3 وسنقوم بإرسال تدفقات في الشبكة من H4 الى H3 (حمل UDP) ومن H5 الى H3 الحمل لمدة 500 sec

فكانت النتائج كالتالي:

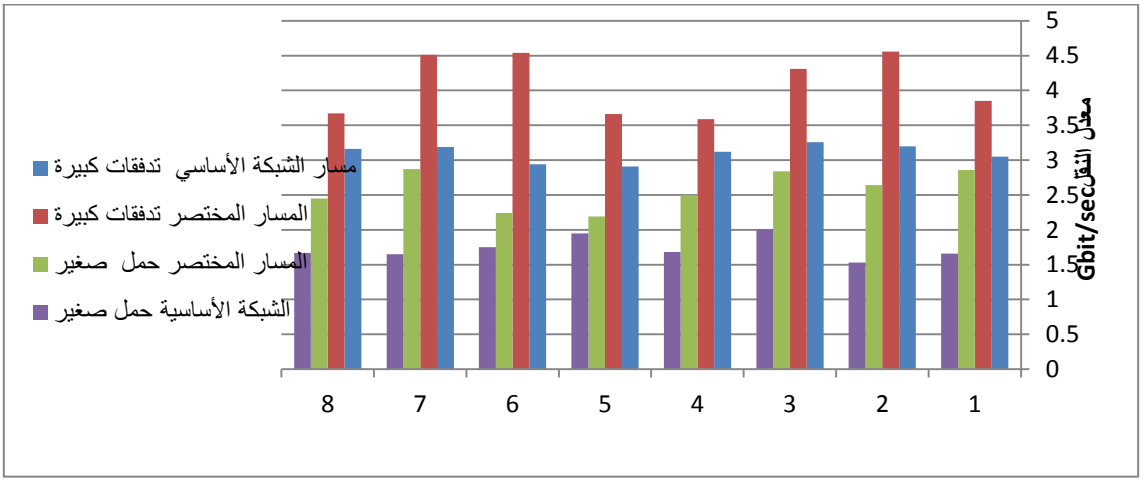


الشكل(5) – قيم معدل نقل البيانات عند ارسال حمل في مسارات مختلفة بالشبكة مع وجود أحمال اضافية

وبمقارنة النتائج السابقة الموضحة بالشكل (5) التي تبين معدل نقل البيانات عند استخدام المسار المخصص للأحمال الضخمة ومسار الشبكة الأساسي نلاحظ أن معدل نقل البيانات أعلى عند استخدام المسار المخصص للأحمال الضخمة وبالتالي حقق فصل الأحمال بالشبكة وتخصيص مسار للأحمال الكبيرة تحسنا واضحا في قيمة معدل نقل البيانات وبمقارنة المعدل الوسطي حيث أن متوسط قيمة معدل نقل البيانات عند استخدام المسار المخصص للأحمال الضخمة هو(4.98Gbites/sec) وعند استخدام الشبكة الأساسية هو(3.61Gbites/sec) حتى مع وجود أحمال متنوعة في الشبكة (TCP و UDP.) وبالتالي تحقق تحسين الموارد من خلال تحديد الاحمال الضخمة وتحديد أولوياتها مما يمنع الازدحام ويضمن الأداء الأمثل للتطبيقات كثيفة البيانات.

السيناريو الثالث:

سنقوم بهذا السيناريو بإشغال الشبكة بأحمال مختلفة وبمسارات مختلفة. سيتم ارسال تدفقات TCP في الشبكة من H4 الى H3 وكل تدفق لمدة 200 sec وارسال تدفق في الشبكة الأصلية من H1 الى H3 وتدفق في المسار المخصص للأحمال الضخمة الذي قمنا بتحديده من H1 الى H3 وستتم المقارنة مع أداء الشبكة في حال ألغينا المسار المخصص للأحمال الكبيرة وارسال كافة الأحمال سوية في المسار الأساسي للشبكة، ويوضح الشكل (6) النتائج.

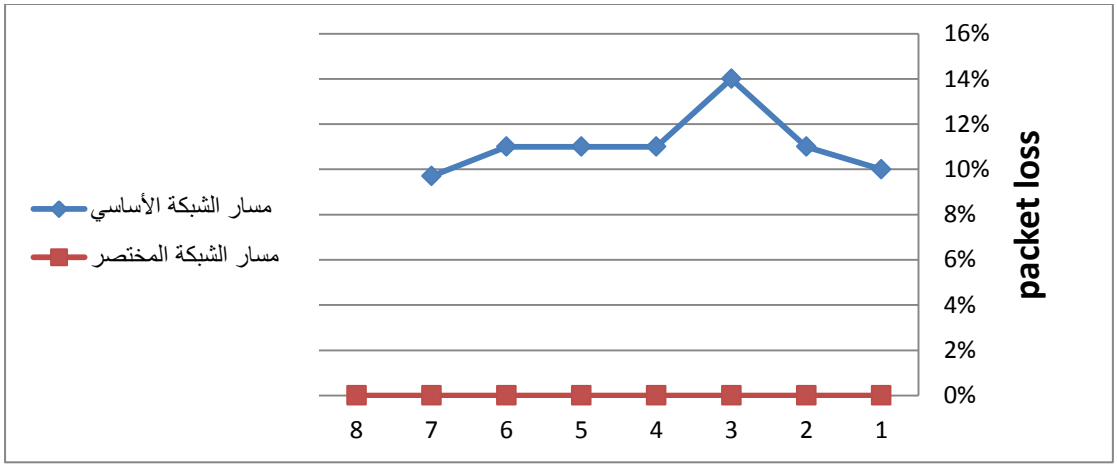


الشكل (6) قيم معدل نقل البيانات عند ارسال أحمال في مسارات مختلفة بالشبكة

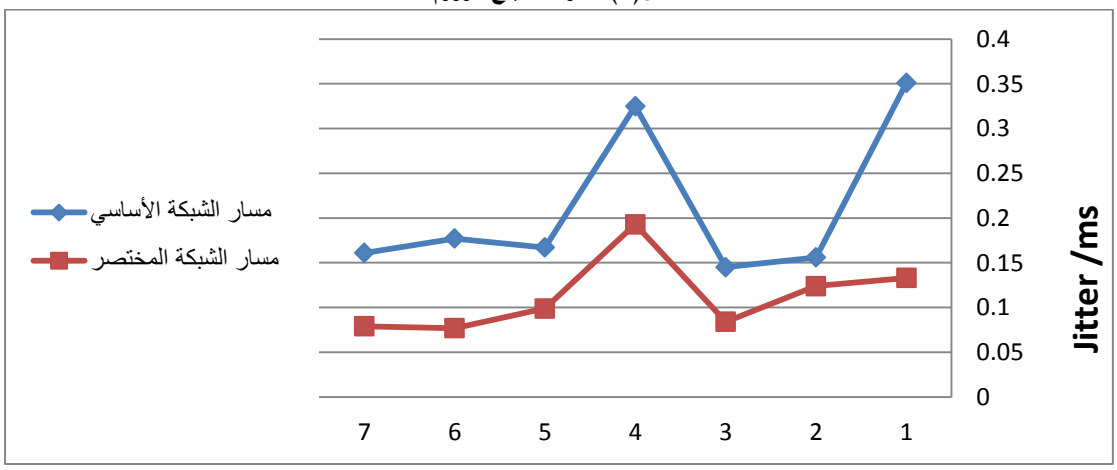
وبمقارنة النتائج السابقة الموضحة بالشكل (6) التي تبين معدل نقل البيانات عند استخدام المسار المخصص لفصل الأحمال الكبيرة ومسار الشبكة الأساسي نلاحظ أن معدل نقل البيانات أعلى عند استخدام المسار المخصص لفصل الأحمال الكبيرة وبالتالي حقق فصل الأحمال بالشبكة وتخصيص مسار للأحمال الكبيرة تحسنا واضحا في قيمة معدل النقل وبمقارنة معدل النقل في هذه الحالة مع حالة ارسال التدفقات الكبيرة و الصغيرة معا في نفس المسار الأساسي للشبكة أي الغاء مسار فصل الأحمال نلاحظ انخفاض معدل النقل.

السيناريو الرابع:

سوف نقوم بهذا السيناريو بمقارنة ضياع الرزم (packet loss)والرجرجة(Jitter) عند ارسال تدفق في الشبكة الأصلية وعند ارساله بالمسار المختصر الذي قمنا بتحديده وكذلك في حال انشغال الشبكة بتدفقات أخرى، قمنا بإرسال حمل Traffic UDP بالشبكة دون ارسال أي تدفق ثم قمنا بإرسال تدفق في الشبكة من h1،h8 h7 الى h3 عبر المنافذ المختلفة ويتم تشغيل مخدم UDP على المنفذ 5566 وجعل الأحمال تمر الى هذال المنفذ عبر المسار المختصر فكانت النتائج كالتالي:



الشكل(7) مقارنة ضياع الررزم



الشكل (8) مقارنة معامل الرجرجة

وبالمقارنة كما هو مبين بالشكل (7) و الشكل (8) واجراء المعدل (average) لهذه النتائج نلاحظ أن ضياع الرزم يزداد كلما زادت الأحمال في مسارات الشبكة حيث كانت قيمته 9.73% عند وجود أحمال في الشبكة ضمن مسارات

الشبكة الأصلية بينما كانت قيمته 0% عند استخدام المسار المختصر و يبين هذا الفرق الواضح أن استخدام المسار المختصر كان خياراً جيداً من أجل انقاص ضياع الرزم، وكذلك بالنسبة لعامل الرجرجة يكون متوسط قيمته عند استخدام مسارات الشبكة الأساسية 0.20375 بينما تكون قيمته عند استخدام المسار المختصر هو0.112 وهذا الفرق واضح مما يؤكد أن استخدام المسار المختصر أفضل من حيث مقارنة ضياع الرزم وعامل الرجرجة عند ارسال أحمال UDP في الشبكة.

نجد من نتائج تنفيذ هذه السيناريوهات أهمية تصنيف الأحمال وتخصيص مسارات ضمن الشبكة للأحمال الكبيرة حيث تم تحسين عملية نقل البيانات في الشبكة.

الاستنتاجات والتوصيات:

تم فيه هذا البحث القيام بعملية تصنيف التدفقات في الشبكة باستخدام تقنيات الشبكات المعرفة بالبرمجيات الى تدفقات كبيرة وتدفقات صغيرة، ولتفادي حصول ازدحام في الشبكة وتدهور أدائها في الأوقات التي يتم فيها ارسال أحمال ضخمة، تم ارسال التدفقات الكبيرة المصنفة عبر مسار جديد مختصر يمكن اختيار مواصفاته بحسب الحمل المتوقع وعرض الحزمة المطلوب.

بينت النتائج التي حصلنا عليها بتطبيق سيناريوهات مختلفة أهمية عملية التصنيف التي قمنا بها في تحسين عملية تدفق الأحمال الضخمة والصغيرة ، وبالتالي زيادة قدرة الشبكة على الإيفاء بمتطلبات التطبيقات المختلفة.

References

[1] Sahoo KS, Mishra SK, Sahoo S, Sahoo B. *"Software defined network: the next generation internet technology*". (http://www.mecs-press.net) 22/7/2023**last visit**

[2] KHALIFA، J; JANOUD، E and HASAN، Y، "*Control Plane Integration of Automatically Switched Optical Network(ASON)\Generalized Multi-Protocol Label Switching (GMPLS) Networks into Software Defined Networking(SDN)\OpenFlow Networks"*، Engineering Sciences Series، Tishreen University Journal، Vol. 42، No. 5،2020.

[3] . Rana DS, Dhondiyal SA, Chamoli SK. "*Software defined networking (SDN) challenges, issues and solution*". International journal of computer sciences and engineering. 2019 Jan;7(1):884-9.

[4] Aggarwal Y, Kumari U." *Software Defined Networking: Basic Architecture & Its Uses In Enterprises. InInternational Conference on Computing: Communication*", Network and Security (IC3NS), Lakshmangarh 2018 May.

[5] Open Networking Foundation. "*Software-defined networking (sdn) definition"*،https://www.opennetworking. org/sdn-definition. 2017

[6] Mamushiane L, Lysko A, Dlamini S." *A comparative evaluation of the performance of popular SDN controllers*". In2018 Wireless Days (WD) 2018 Apr 3 (pp. 54-59). IEEE.

[7] Feng M, Mao S, Jiang T." *Enhancing the performance of futurewireless networks with software-defined networking. Frontiers of Information*" Technology & Electronic Engineering. 2016 Jul;17(7):606-19

[8] MAALA.B، A.AL-HAMEED.M "*Studying the ARP Spoofing Attack Effect on SDN Networks"* Tishreen University Journal. Eng. Sciences Series vo(42) NO.(2)(2020).

[9] AHMAD.A، MOHAMMAD.A "*A Study of OpenFlow Protocol and POX Controller in Software Defined Networks(SDN) Using Mininet*" Tishreen University Journal for Research and Scientific Studies - Engineering Sciences Series Vol. (41) No. (1)(2019**).**

[10] Gaur K, Choudhary P, Yadav P, Jain A, Kumar P. "*Software defined networking: a review on architecture, security and applications*". InIOP Conference Series: Materials Science and Engineering 2021 Mar 1 (Vol. 1099, No. 1, p. 012073). IOP Publishing.

[11] Wazirali R, Ahmad R, Alhiyari S." *SDN-openflow topology discovery: An overview of performance issues*". Applied Sciences. 2021 Jul 29;11(15):6999.

[12] Babbar H, Rani S, Gupta D, Aljahdali HM, Singh A, Al-Turjman F. "*Load balancing algorithm on the immense scale of internet of things in SDN for smart cities. Sustainability*". 2021 Aug 26;13(17):9587

[13] Dandah R, Al Aateky T, Sino R. " Studying and Evaluating the Performance of the Controller in the Software-defined Networks" Open Daylight " SDN. Tishreen University Journal-Engineering Sciences Series,. 2020 Jul 31;42(3).

[14] Rahman O, Ali M, Quraishi G. "*Survey of SDN Traffic Engineering-Load balancing and Energy saving"*DOI:10.13140/RG.2.2.33419.95525(2019)

[15] Ahmed AA, Agunsoye G." *A real-time network traffic classifier for online applications using machine learning. Algorithms*". 2021 Aug 21;14(8):250.

[16] Shi X, Li Y, Xie H, Yang T, Zhang L, Liu P, Zhang H, Liang Z."*An openflow-based load balancing strategy in SDN*". Comput. Mater. Contin. 2020 Jan 1;62(1):385-98.

[17] Trestian R, Katrinis K, Muntean GM." *OFLoad: An OpenFlow-based dynamic load balancing strategy for datacenter networks*". IEEE Transactions on Network and Service Management. 2017 Oct 2;14(4):792-803.

[18] Hasan.b , Dr. Alkubeily.M " *Bandwidth Control with QoS tools Through the Controlle(Ryu) and (openflow) Protocol (SDN)*،Engineering Sciences Series، Tishreen University Journal، Vol. 44،No. 2،2022.

[19] Chato O, Yu WE." *An exploration of various quality of service mechanisms in an openflow and software defined networking environment in terms of latency performance".* In2016 International conference on information science and security (ICISS) 2016 Dec 19 (pp. 1-7). IEEE.

[20] Bayat N, Jackson W, Liu D. "*Deep learning for network traffic classification"*. arXiv preprint arXiv:2106.12693. 2021 Jun 2.

[21] Malik A, de Fréin R, Al-Zeyadi M, Andreu-Perez J*". Intelligent SDN traffic classification using deep learning: Deep-SDN. In2020 2nd International Conference on Computer Communication and the Internet* "(ICCCI) 2020 Jun 26 (pp. 184-189). IEEE.