Using Software-Defined Networks to Improve the Performance of Traditional Networks in Serving Important Data

Dr. Jamal Khalifah*
Dr. Mohannad Issa**
Ruba Ahmad Daoud ***

(Received 9 / 6 / 2023. Accepted 29 / 10 / 2023)

□ ABSTRACT □

Adapting multiple paths between different networks is a valuable and important subject. Cause it provide different paths to deliver the traffic to its destination. However, implementing multiple paths within the same internal network can result in the formation of loops and network failure. This problem can be solved by implementing the Spanning Tree Protocol (STP), which is a protocol used to eliminate additional paths between network devices within a single network to prevent loop formation. We can only use multiple paths if each path belongs to different virtual networks. But can we use more than one path within the same local network or within the same virtual network to send data? this is what we have done in this research, where we took advantage of the programmability of software-defined networking (SDN) supporting devices to separate and send loads through different paths based on their importance of these data which can be determined by the network administrator according to the applications operating in the network. The results have shown a good improvement in the delivery of important data within this network.

Keywords: Software Defined Networks SDN, Traditional Networks, Multiple paths, Traffic Splitters**,** traffic priority.

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: rubadaod@gmail.com**

استخدام تقنيات الشبكات المعرفة بالبرمجيات لتحسين أداء الشبكات التقليدية في تخديم البيانات الهامة

د. جمال خليفة *

د. مهند عيسى **

ربى احمد داؤد ***

(تاريخ الإيداع 9 / 6 / 2023. قُبِل للنشر في 29/ 10 / 2023)

□ ملخّص □

يعدُ تعدد المسارات بين شبكات مختلفة أو ضمن شبكة واحدة موضوعاً هاماً لكونها تؤمن مسارات مختلفة لنقل الأحمال والبيانات الى وجهتها ، إلا أن تطبيق تعدد المسارات ضمن الشبكة الداخلية نفسها سيؤدي إلى تشكل الحلقات(Loops) وخروج الشبكة عن العمل، تلك المشكلة يمكن حلها عن طريق تطبيق بروتوكول STP(Spanning Tree Protocol) وهو بروتوكول يستخدم لفصل المسارات الإضافية بين التجهيزات الشبكية ضمن الشبكة الواحدة لمنع تشكل الحلقات، ولا يمكننا استخدام مسارات متعددة إلا إذا انتمى كلٌ منها الى شبكات افتراضية مختلفة، لكن هل يمكن أن أستخدم ضمن نفس الشبكة المحلية أو ضمن نفس الشبكة الافتراضية الواحدة أكثر من مسار لإيصال البيانات؟؟. هذا ما تمت دراسته في هذا البحث. إذ استفدنا من إمكانية برمجة التجهيزات الشبكية الداعمة للشبكات المعرفة بالبرمجيات لفصل الأحمال ضمن الشبكة وإرسال البيانات عبر مسارات مختلفة ضمن نفس الشبكة، وذلك تبعاً لأهمية تلك البيانات والتي يتم تحديدها من قبل مدير الشبكة وتحديد أهميتها تبعا لنوع التطبيقات العاملة في الشبكة، وقد أظهرت النتائج تحسناً ملموساً في عملية إيصال البيانات الهامة ضمن هذه الشبكة.

الكلمات المفتاحية: الشبكات المعرفة بالبرمجيات، الشبكات التقليدية، تعدد المسارات، توزع الحمولة، أولوية الحمل.

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

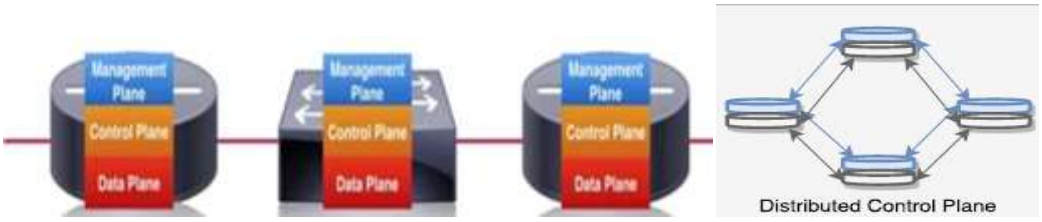
* أستاذ ، قسم هندسة الاتصالات والالكترونيات، كلية الهندسة الميكانيكية والكهربائية، جامعة تشرين، اللاذقية، سورية .
jam2kh58@hotmail.com

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

*** طالبة دكتوراه ، قسم هندسة الاتصالات والالكترونيات، كلية الهندسة الميكانيكية والكهربائية، جامعة تشرين، اللاذقية، سورية.

مقدمة:

تعد شبكات IP التقليدية على الرغم من انتشارها الواسع شبكات معقدة وصعبة الإدارة، مما يضطر مسؤولي الشبكة إلى تحديد إعدادات العمل لكل جهاز بمفرده باستعمال تعليمات ذات مستوى منخفض وغالباً ما تكون هذه التعليمات مختلفة وخاصة بكل نوع من أنواع هذه الأجهزة. إضافةً لما تعانيه تلك الشبكات من مشاكل منها عدم وجود مرونة كافية في عملية إدارة وتوجيه البيانات وصعوبة تحديث البروتوكولات والتطبيقات العاملة.



الشكل (1) **بنية الشبكات التقليدية**

على الرغم من التطور التكنولوجي السريع في مجال الاتصالات والشبكات وظهور آليات مختلفة لتحسين أداء الشبكات إلا أنها لم تتناول تطوير البنية التحتية للشبكات. ما دفع الباحثين لإيجاد تقنية شبكيه تهدف إلى تطوير البنية المعمارية للشبكات نتج عن ذلك ظهور تقنية الشبكات المعرفة برمجياً (Software Defined Networks) SDN والتي تعتبر نقلة نوعية في مجال تطور الشبكات لما قدمته من ميزات وفوائد في تحسين وتطوير أداء الشبكات [1,2]

أهمية البحث وأهدافه:

تكمن أهمية البحث في الاستفادة من التقنيات الحديثة في مجال الشبكات المعرفة برمجياً وتطبيقها على الشبكات التقليدية وشبكات الحساسات اللاسلكية المستخدمة في المنشآت بشكل يؤدي إلى تحسين نوعية العمل بشكل عام وتسهيل عملية الإدارة والمراقبة لاتخاذ الإجراءات اللازمة بوقت قصير بهدف الارتقاء بمستوى خدمات تلك الشبكات الى المستوى المطلوب.

ناقش البحث شبكة تقليدية تحتوي على أحمال من طبيعة مختلفة كالشبكات المستخدمة في المنشآت النفطية التي تحتوي على أحمال وبيانات من أجهزة مختلفة على الشبكة (أجهزة حساسات، أنظمة مراقبة وتحكم، أنظمة إنذار، كاميرات فيدويه، حواسب شخصية، سيرفرات،VoIP ...). يوجد لدينا بيانات هامة (كبيانات الحساسات اللاسلكية الموزعة في بعض المحطات الحساسة ضمن المنشأة لمراقبتها و بيانات أجهزة الإنذار عن الحريق وبيانات أجهزة مراقبة التسرب في الأنابيب....) وبيانات غير هامة ، نريد الاستفادة من تقنيات الشبكات المعرفة بالبرمجيات، للتحكم بتدفق بيانات شبكة تقليدية وتحسين عملية توجيه بيانات الحساسات اللاسلكية ضمن تلك الشبكة، في الوقت الذي نحافظ فيه على تجهيزات الشبكة القديمة الموجودة أصلاً. وذلك لفصل البيانات الهامة عن البيانات غير الهامة ضمن نفس الشبكة المحلية وتأمين طرق مختصرة تتجاوز ازدحامات واختناقات الشبكة الأساسية وتسهم في تحسين عملية إيصال بيانات الحساسات بالسرعة المطلوبة الى مركز مراقبة موجود ضمن المنشأة .كذلك إعطاء أولوية لبعض تدفقات البيانات الهامة ضمن نفس الشبكة المحلية، بالاستفادة من التقنيات الجديدة التي تؤمنها الشبكات المعرفة بالبرمجيات، وذلك عن طريق تأمين طرق مختصرة تسهم في تحسين عملية إيصال هذه البيانات الى مركز المراقبة.

طرائق البحث ومواده:

تم اعتماد طريقة تجريبية باستخدام المحاكي Mininet وهو محاكي يستخدم في بناء الشبكات المعرفة برمجياً SDN. إضافة إلى الأداة Miniedit التي يوفرها المحاكي Mininet لرسم طبولوجيا الشبكة المقترحة في البحث، والأداة Wireshark المسؤولة عن دراسة وتحليل كافة رسائل البروتوكول Open Flow المتبادلة بين المتحكم والمبدل في شبكات SDN ورسم الخطوط البيانية الموافقة لها. إضافةً للأداة iperf وهي واحدة من أهم أدوات قياس المعايير المستخدمة في الشبكات، فهي تقيس عرض الحزمة بين المرسل والمستقبل باستخدام بروتوكول TCP وUDP. وهي برمجية مفتوحة المصدر ومتوفرة على منصات Linux، Unix،Windows [3]. يمكنها توليد حركة بيانات وقياس معاملات مختلفة للأداء.

الشبكات المعرفة برمجياً SDN:

يتيح تطبيق تقنية SDNعلى الشبكات نموذجاً لتطبيق مستوى تحكم مرن وقابل للبرمجة على البنية التحتية الفيزيائية [4]. ويعتبر المتحكم المكون الأذكى في الشبكة، فهو يملك نظرة شاملة عن الشبكة ويقوم بمراقبتها وإدارتها واتخاذ قرارات التوجيه المناسبة ثم إرسالها إلى المبدلات Switches. وبناءً على تغيُر وضع الشبكة وحالتها يقوم بتعديل قواعد التوجيه المناسبة وتغيير جداول التدفق وغيرها من الوظائف. وتكمن مسؤولية المتحكم في SDN في المحافظة على استقرار الشبكة وتطبيق السياسات والقواعد في الشبكة، بالإضافة إلى توزيع التعليمات والأوامر إلى أجهزة الشبكة المختلفة [5,6].

البنية المعمارية لـ **SDN:** تقسم بنية شبكات .SDN إلى ثلاث طبقات:

1- **Application Layer** (طبقة التطبيقات): وتتكون من الخدمات والتطبيقات التي تقدمها الشبكة للمستخدم مثل Routing Filter، QoS،ACL ، وتتواصل مع الطبقة التي تليها Control Layer عن طريق APIs (Application Programming Interfaces) [7].

2- **Control Layer** (طبقة التحكم): وتمثل نقطة التحكم المركزية بأجهزة الشبكات، كإعطاء الأوامر لأجهزة Switches،Routers لتأخذ بذلك وظيفة التحكم الإدارة من جميع أجهزة البنية التحتية للشبكة، وتترك لها وظيفة تمرير وتوجيه البيانات. إذاً التحكم في الشبكة وإدارتها يتم عن طريق الجهاز الرئيسي Controller الممثل لهذه الطبقة.

3- **Infrastructure Layer** (طبقة البنية التحتية): وتتكون من أجهزة الشبكة الأخرى Forwarding plan وهي مسؤولة عن تمرير وتوجيه البيانات مثال open flow Switches.[8,9,10] .

آلية التواصل بين المتحكم وتجهيزات Data Plane:

يتواصل المتحكم مع باقي أجهزة الشبكة باستخدام بروتوكول Open Flow، وهذا يوضح كيف أن SDN قامت بعزل المستوى البرمجي عن مستوى العتاد، مما يسهل إدارة الشبكة ويحسن من أدائها[11,12].

بروتوكول التدفق المفتوح Open Flow(OF):

يعتبر **Open Flow** بروتوكول الاتصال المباشر بين SDN controller وبين باقي أجهزة الشبكة [12] ، يُمكِن بروتوكول Open flow المتحكم من القيام بمجموعة من المهام مثل الإضافة – التحديث– حذف وظائف للمدخل في Flow table [13].

المتحكمات المستخدمة في الشبكات المعرفة برمجياً:

يمثل المتحكم المكون الأهم في شبكة SDN، ومن خلاله يتم برمجة التطبيقات المختلفة لشبكات SDN وتخزين قواعد التوجيه ضمن جداول التدفق بحيث يتكون كل مدخل من مجموعة من القواعد الخاصة بتوجيه الرزم وحركة البيانات ضمن الشبكة[14,15] .

أنواع المتحكمات المستخدمة في شبكات SDN:

Open Daylight ODL Controller:: وهما متحكمان مفتوحا المصدر تمت برمجتهما بلغة Java.[16]

POX Controller: يعد من المتحكمات الهامة والشهيرة في SDN تمت برمجته بلغة Python. [17]

RYU Controller: مبني على لغة البايثون ويدعم أغلب نسخ Open Flow.[18] .

الدراسات المرجعية:

تم اقتراح طريقتين لحل إحدى المشكلات في نظام المراقبة بالفيديو. تتمثل الطريقة الأولى في استخدام مسارات متعددة بين الكاميرا ونظام المراقبة لإرسال الحزم عبر رابطين بمساعدة وحدة تحكم شبكة معرفة بالبرمجيات(SDN) وذلك باستخدام بروتوكول التدفق المفتوح OF. الطريقة الثانية هي استخدام بيئة myEvalSVC لتحسين نتائج الإرسال من المصدر إلى الوجهة. تم التوصل إلى أن الطريقتين اللتين تستخدمان تقنية تعدد المسارات مع بيئة myEvalSVC تحقق جودة خدمة محسنة [19].

كما اقتُرح بروتوكول تعدد المسارات اعتماداً على تقنية SDN من أجل الشبكات متعددة القفزات والتي تحسب المسار الأقصر مع الأخذ بعين الاعتبار حساب القفزة الواحدة وكمية الطاقة المتبقية للعقدة. لكن الدراسة لم تناقش مقدار التأخير التي تعاني منها الشبكة عند تطبيق هذا البروتوكول.[20].

تم تطبيق خوارزمية التوجيه **Dijkstra** من أجل تدفق الرزم في شبكات SDN وآلية إرسال تلك التدفقات في مبدلات OVS (open Virtual Switches) المستخدمة في شبكات SDN. خوارزمية Dijkstra هي واحدة من البروتوكولات التي توفر المسار الأقصر للرزم. تبحث الدراسة ثلاثة أنواع من آليات ارسال التدفقات:(reactive proactive، hybrid) وتوفر أيضاً امتداد لخوارزمية Dijkstra والتي تأخذ بعين الاعتبار مقدار التدفق في الوصلة لتجنب الاختناقات والتصادمات في الشبكة عند اختيار مسار تدفق الرزم. تم تحليل أداء شبكة SDN باستخدام مقاييس أداء مختلفة. تم استخدام المتحكم POX والمحاكي MININET لتقييم أداء تلك الشبكات [21] .

كذلك تم التعريف بتقنية SDN ومن ثم تطوير منصة SDN والتي تقوم بمراقبة الشبكة وإجراء التعديلات على المسارات ضمن الشبكة لتحقيق أداء أفضل في حالة إرسال بيانات متنوعة مثل بيانات الفيديو. إذ يقوم متحكم شبكة SDN المطور بمراقبة البارامتر المتغير على مسار إرسال بيانات الفيديو وجمع الإحصائيات التي يعتمد عليها بحساب قيمة يتم استخدامها لتعديل مسار توجيه الرزم إذا لزم الامر. وكخطوة تالية يتم حساب النسبة المعيارية للضجيج PSNR والمتعلقة بـ QoE (Quality of Experience). فإذا كانت القيمة أعلى من العتبة المحددة مسبقاً تقوم منصة SDN بتغيير مسار الإرسال بالشكل الذي يؤدي إلى تحسين جودة الإرسال وتخفيف الاختناقات التي يمكن أن تحدث في الشبكة [22].

باختصار: نلاحظ أن الدراسات السابقة استفادت من موضوع تعدد المسارات في تخديم البيانات الهامة ، لكن هذه المسارات تنتمي إلى شبكات مختلفة وليست ضمن الشبكة الداخلية نفسها. كما أن تلك الدراسات لم تتطرق إلى استخدام الشبكات المعرفة بالبرمجيات لفصل الحمل ضمن الشبكة الداخلية نفسها اعتماداً على أهمية البيانات المرسلة، وإرسالها

عبر مسارات مختلفة تبعاً لذلك، لذلك قمنا في هذا البحث بتطبيق هذه الفكرة لإيجاد مدى فعاليتها في تحسين عملية إرسال البيانات الهامة.

الدراسة النظرية:

بافتراض شبكة تقليدية في شركة صناعية تحتوي على أحمال بيانات مختلفة، بعض الأحمال بين الطرفيات التي يستخدمها الموظفون، وبعضها الاخر موجه إلى مركز مراقبة ،كذلك بفرض وجود خزانات وقود أو غاز في أماكن بعيدة نوعاً ما عن مركز المراقبة، كحساسات تقوم مثلاً باكتشاف تسرُب الغاز أو تكشف الحريق أو تراقب الأنابيب، وبافتراض استخدام تجهيزات الشبكة الرئيسية لإيصال بيانات الحساسات إلى مركز المراقبة بدلاً من بناء شبكة أخرى. لكن في هذه الحالة قد يؤثر حمل الشبكة المرتفع على أداء تجهيزات الشبكة. لذا قمنا باقتراح إضافة تجهيز شبكي داعم للشبكات المعرفة بالبرمجيات SDN في أماكن متفرقة من الشبكة حيث تتواجد حساسات لاسلكية أو أية بيانات هامة أخرى، سندعو هذا التجهيز LAN Splitter LS، مهمة هذا التجهيز فصل البيانات الهامة عن بيانات وأحمال الشبكة الرئيسية وإرسال البيانات عبر طريق مختصر ضمن نفس الشبكة الداخلية إلى مركز المراقبة.

اعتمد البحث سيناريوهات لمقارنة أداء الشبكة في تخديم البيانات الهامة قبل وبعد إضافةLAN Splitters LS.(يمكن تطبيق Lan Splitter كتجهيز بتكلفة بسيطة عن طريق تحويل جهاز الـ Raspberry الى تجهيز داعم للشبكات المعرفة بالبرمجيات).

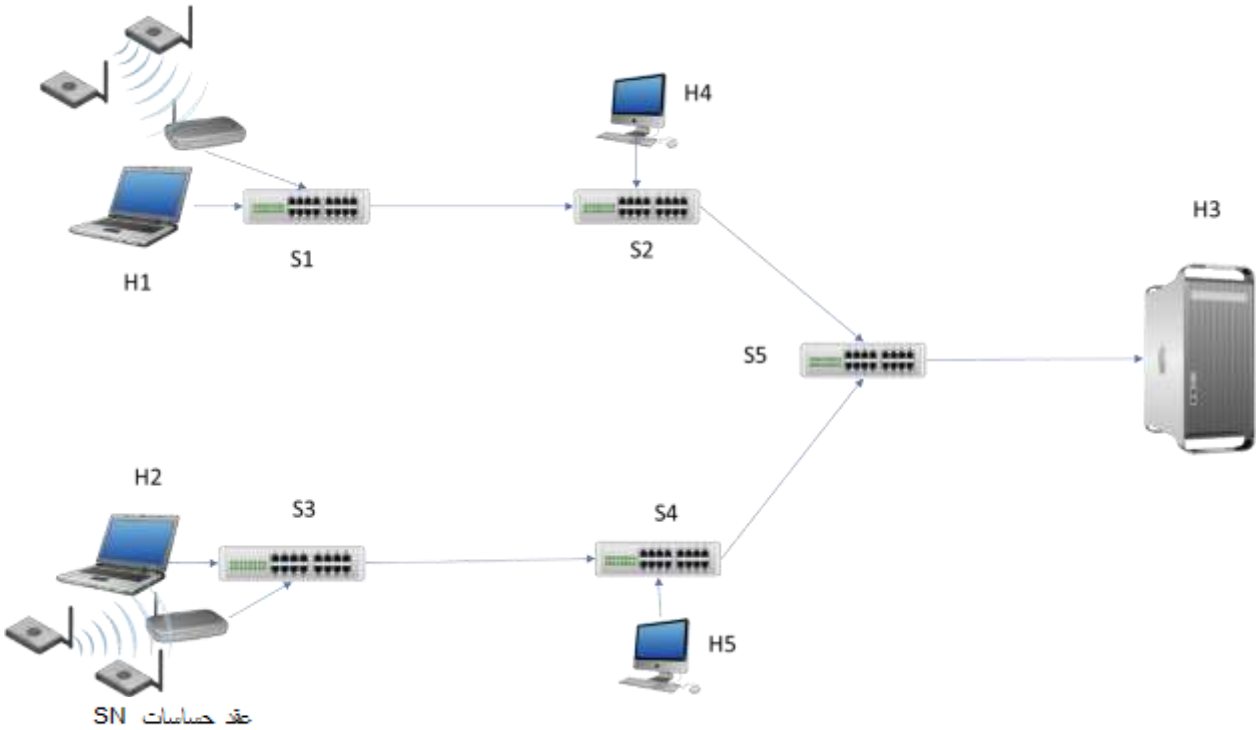
سيناريوهات العمل تشمل إرسال أحمال بين طرفيات مختلفة في الشبكات وبيان تأثيرها على أداء الشبكة في تخديم البيانات الهامة قبل وبعد إضافة LSs.

لابد من الإشارة الى أن التعديل يمكن القيام به أيضاً على شبكة معتمدة أساساً على SDN وفي هذه الحالة يكون لدينا متحكم خاص بالشبكة الأساسية، ومتحكم خاص بـ LAN Splitters لفصل البيانات الهامة بنفس الطريقة ونفس الإعدادات.

سيناريوهات العمل:

نقوم بداية بتشغيل المتحكم RYU الذي سيقوم بإصدار التعليمات اللازمة لفصل البيانات الهامة، بهذه الطريقة هنالك مرونة لمدير الشبكة كي يحدد طبيعة التدفقات الهامة وتعديلها حسب الحاجة، في حال كانت الشبكة الأساسية أيضاً شبكة داعمة لـ SDN نقوم بتشغيل متحكم RYU آخر يستمع إلى منافذ مختلفة، ونقوم بتشغيل التطبيق Simple_Switch_13.

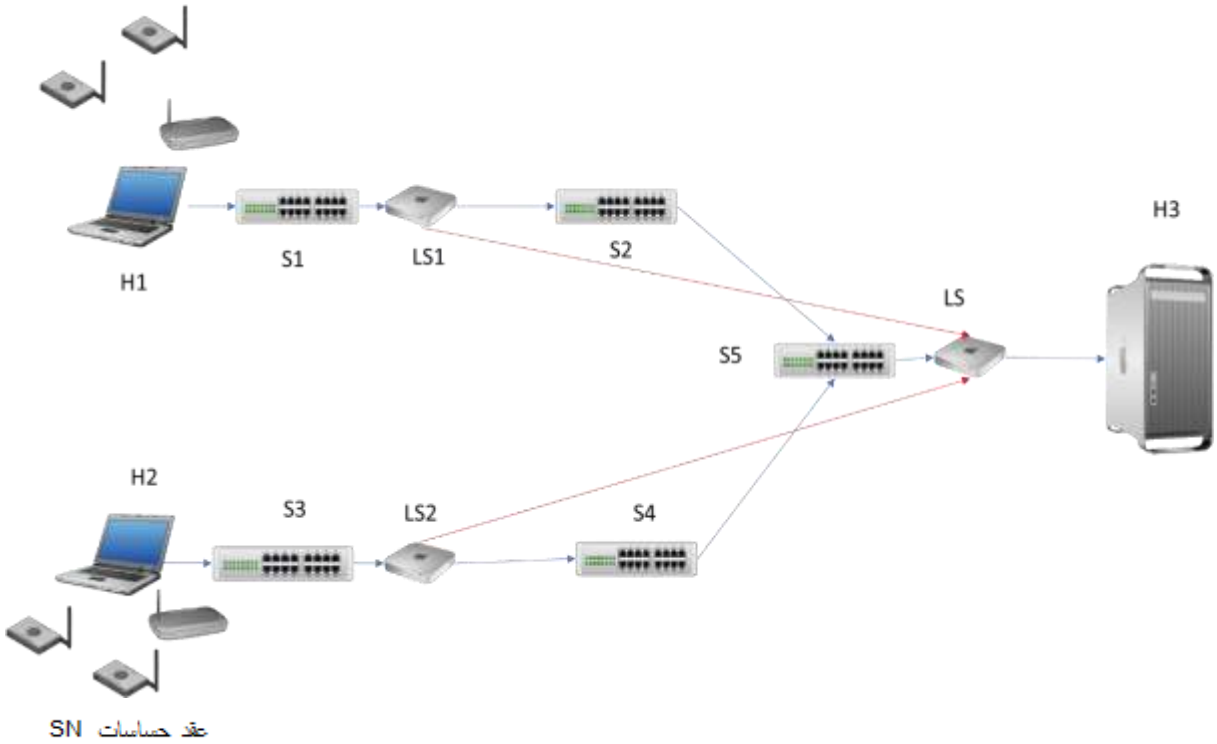
نفترض طبولوجيا الشبكة التقليدية الموضحة في الشكل (3)، حيث يتم إرسال بيانات هامة (يتم تحديدها كما ذكرنا من قبل مدير الشبكة اعتماداً على التطبيقات العاملة في تلك الشبكة) إلى مركز المراقبة من الطرفيات H1، H2 إلى مركز المراقبة H3، وهنالك أحمال مختلفة يتم تبادلها بين مختلف الطرفيات المتصلة بالشبكة.



الشكل (3) طبولوجيا الشبكة التقليدية الأساسية

سنستفيد في هذه الشبكة من خصائص تقنية SDN من خلال تطبيقها على الشبكة الأساسية (التقليدية أو الشبكة الأساسية الداعمة لـ SDN) المستخدمة، ونقوم بإضافة تجهيزات فصل الأحمال الهامة (LS (Lan Splitters في الأماكن البعيدة عن مركز المراقبة، يتم الاستفادة من تجهيزات الشبكة الأساسية في تجميع الأحمال وكذلك الاستفادة من تجهيزات فصل الأحمال LS في إيصال الأحمال الهامة ضمن الطريق المختصرة، متجاوزة الطرق الأساسية التي قد تكون مزدحمة ببيانات أقل أهمية.

سنقوم أيضا بإجراء عملية المقارنة بين أداء الشبكتين (قبل وبعد إجراء التعديلات) مستفيدين من تطابق التجهيزات الشبكية والمنافذ والبروتوكول المطبق في الشبكة وبالتالي سيختلف فقط مسار حركة البيانات الهامة وغير الهامة داخل الشبكة. فيصبح شكل الشبكة بعد إجراء تلك التعديلات موضحاً بالشكل (4):



الشكل (4) طبولوجيا الشبكة التقليدية بعد التعديل

المسارات الأساسية المستخدمة لإرسال البيانات الهامة:

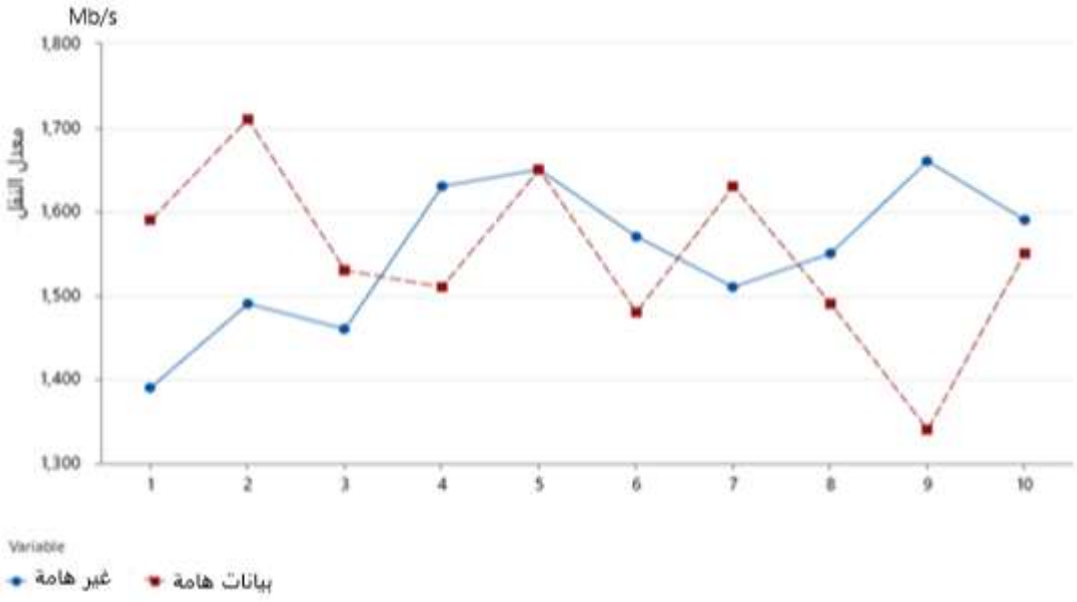
H1–s1– LS1– LS–H3

H2–s3 – LS2– LS –H3

حيث H3 المضيف الذي يمثل مركز مراقبة البيانات القادمة من جميع تجهيزات الشبكة بما فيها عقد حساسات وبيانات شبكية أخرى. لكن وبما أنه لدينا بيانات هامة في الشبكة تتطلب السرعة في اتخاذ القرار وبالتالي السرعة في وصولها الى الوجهة: سيتم وضع تجهيزات فصل الاحمال LS2،LS1 في الأماكن المناسبة وسنقوم أيضا بوضع التجهيز LS ليقوم بتجميع الأحمال الهامة الواردة من الشبكة كما في الشكل (4) .

قمنا باستخدام المحاكي mininet والأداة iperf ا بإصدار التعليمات لتقسيم البيانات إلى نوعين: البيانات الهامة وتمثل دفق بيانات من نوع TCP يتخاطب مع مركز المراقبة عبر المنفذ 55556 (بيانات WSN تمثل زيادة مستوى الخطر في المنشأة مثل نشوب حريق أو حدوث تسرب في مكان ما فيها) والبيانات الأقل أهمية وغير الهامة وهي أيضاً تستخدم نفس البروتوكول TCP في التخاطب مع المركز ولكن عبر منفذ مختلف 55555.

لنراقب سير العمل في الشبكة الأساسية أي قبل اقتراح وجود المسار المختصر SHORTCUT LAN ضمنها، حيث تسلك البيانات الهامة وغير الهامة نفس المسار، وبالتالي من المنطقي أن تكون نتائجها متساوية تقريباً، نعرض إحدى التجارب عند إرسال تدفقات هامة TCP Traffic (H1 الى H3) عبر المنفذ 55556 (ترسل الى H3 وتحديداً الى الخدمة التي تتنصت على المنفذ 55556)، وبيانات غير هامة من(H1 الى H3) إلى الخدمة التي تتنصت على المنفذ 55555 وذلك في حال انشغال الشبكة ببيانات من نوع UDP ويعني ذلك إرسال تدفقات UDP من المضيف H4 الى المضيف H5 (مثلاً) بمعدل (1000 Mb/s)(وذلك باستخدام الأداة iperf قمنا بتكرار التجربة عشر مرات وحساب المعدل منها) فنلاحظ النتائج في الشكل (5):



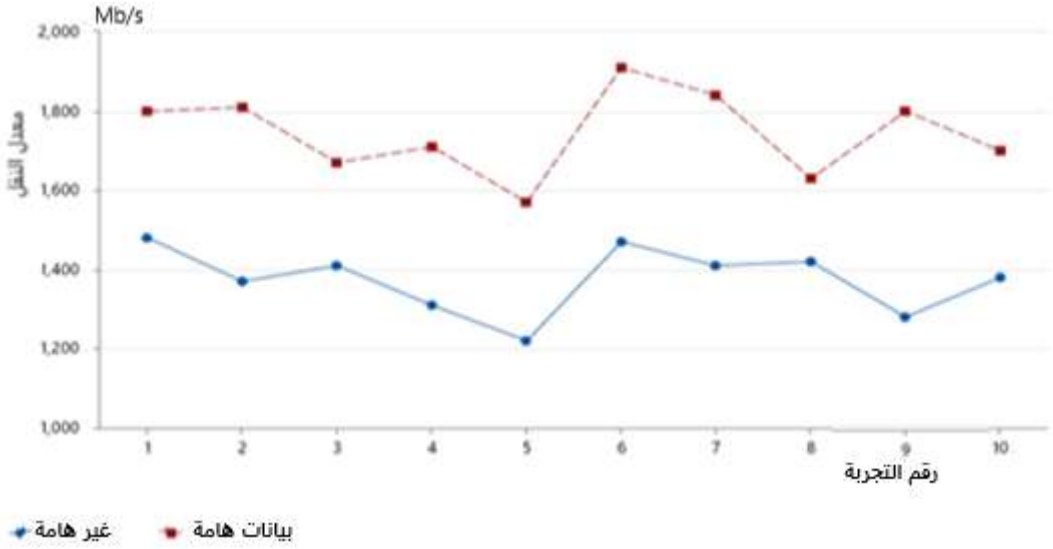
الشكل (5) مقارنة معدل النقل عند إرسال البيانات الهامة وغير الهامة بنفس الوقت مع حمل شبكة أساسي قبل تطبيق LS

تبين النتائج في الشكل (5) أن المعدل الوسطي لإرسال البيانات غير الهامة عبر المنفذ 55555 يساوي Mb/s 1550 بينما المعدل الوسطي لإرسال البيانات الهامة عبر المنفذ 55556 يساوي Mb/s 1548 أي أنه في هذه الحالة يكون معدل النقل متقارب جداً على المضيف h3 عبر المنفذين 55556، 55555. والبيانات الهامة وغير الهامة لها نفس الأولوية.

نناقش فيما ما يلي سيناريوهات المقارنة بين معدل نقل البيانات الهامة وغير الهامة بعد إضافة تجهيزات فصل الحمل LS إلى الشبكة في حالات مختلفة نبينها فيما يلي:

السيناريو الأول:

سنقوم في هذا السيناريو بإرسال بيانات هامة من المضيف H1 (client) إلى المضيف H3 (server) عبر المنفذ 55556 وباستخدام البروتوكول TCP، وبيانات غير هامة من H1 الى H3 عبر المنفذ 55555 في نفس الوقت وباستخدام البروتوكول TCP أيضاً، مع وجود حمل ضمن الشبكة الأساسية أي نشغل الشبكة بتدفقات UDP Traffic من (h4 to h5) مثلاً فتكون النتائج كالتالي:



الشكل (6) مقارنة معدل النقل عند إرسال البيانات الهامة وغير الهامة بنفس الوقت مع حمل شبكة أساسي بعد إضافة LS

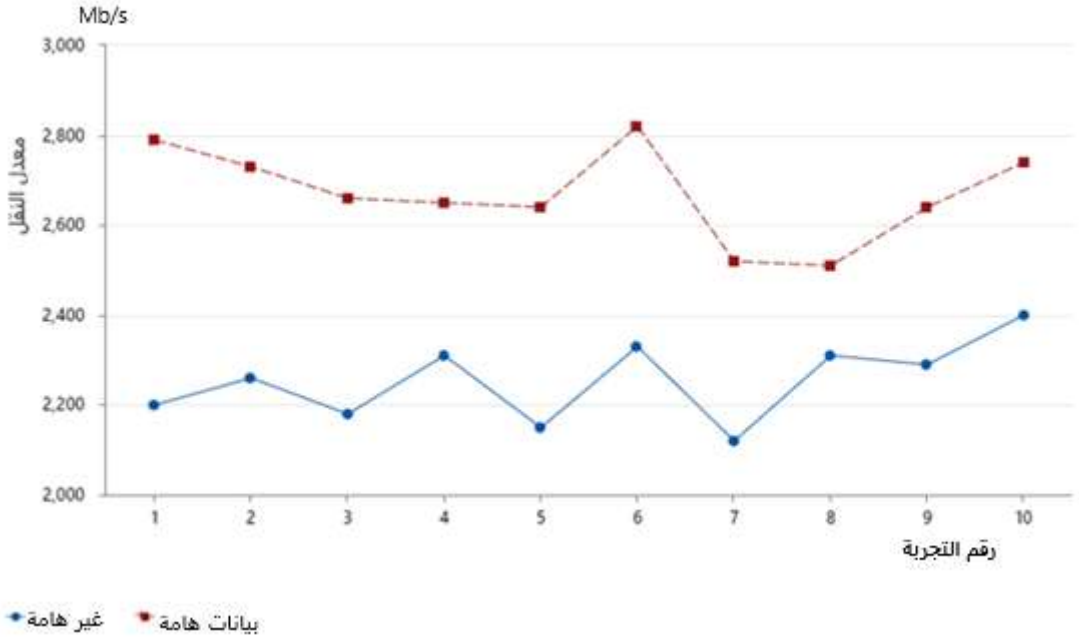
نلاحظ من الشكل (6) أن معدل إرسال البيانات الوسطي للبيانات غير الهامة عبر المنفذ 55555 يساوي Mb/s 1375. بينما يكون معدل إرسال البيانات الوسطي للبيانات الهامة عبر المنفذ 55556 يساوي Mb/s 1744.

بالمقارنة مع الشكل (5) نجد تحسناً بمعدل نقل البيانات الهامة من القيمة Mb/s 1548 إلى القيمة Mb/s 1744 ، وبالتالي يتوفر لدينا عرض حزمة أعلى لإرسال البيانات الهامة القادمة من الحساسات أو أجهزة المراقبة والتنبيه

أي أن معدل نقل البيانات في حال إرسال التدفقات على المسار المختصر للشبكة عند إشغال الشبكة بأحمال وبيانات أخرى (غير هامة) أفضل منه فيما لو استخدمنا المسار الأساسي للشبكة من أجل الإرسال.

السيناريو الثاني:

سنقوم في هذا السيناريو بإرسال البيانات بدون إشغال الشبكة بأية أحمال أخرى أي بدون إرسال أي نوع من التدفقات في الشبكة، سنرسل فقط تدفقات TCP Traffic من H1 إلى H3 عبر المنفذين (P 55555, P 55556). فتكون النتائج على الشكل التالي:

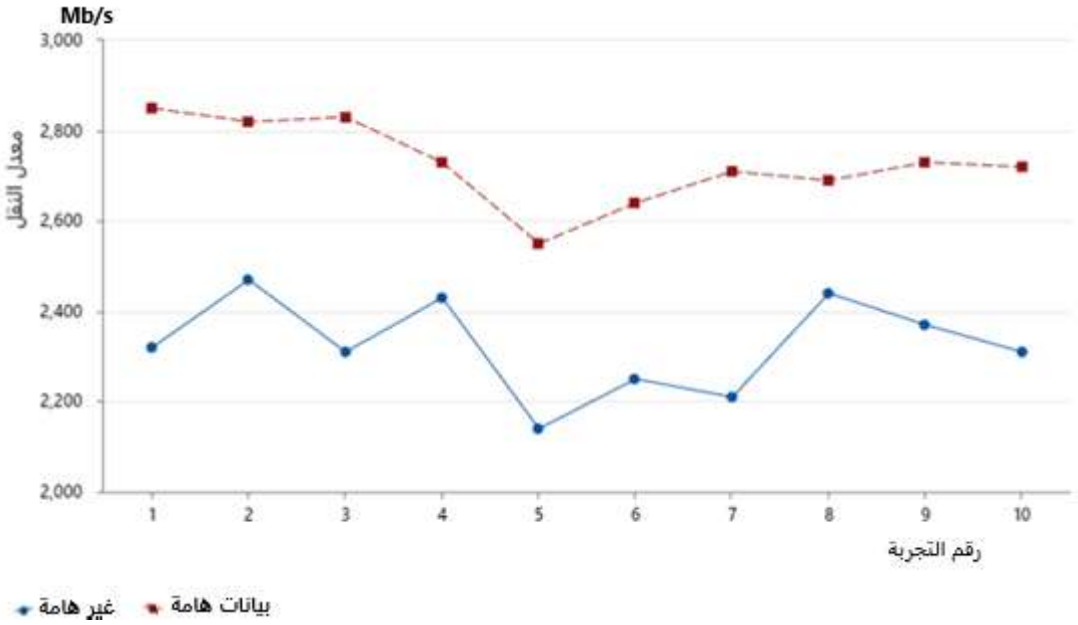


الشكل (7) مقارنة معدل النقل عند إرسال البيانات الهامة وغير الهامة بنفس الوقت بدون حمل في الشبكة

نلاحظ من الشكل (7) أن المعدل الوسطي لإرسال البيانات غير الهامة إلى H3 عبر المنفذ 55555 يساوي **2322** Mb/s. بينما المعدل الوسطي لإرسال البيانات الهامة إلى H3 عبر المنفذ 55556 يساوي Mb/s 2725. نلاحظ بالمقارنة مع الشكل (5) تحسناً بمعدل نقل البيانات الهامة من القيمة Mb/s 1548 الى القيمة Mb/s 2725 ، وبالتالي يتوفر لدينا عرض حزمة أعلى لإرسال البيانات الهامة. وبالتالي سيكون معدل النقل في حال إرسال بيانات الشبكة من أي من المحطات في الشبكة إلى مركز المراقبة الرئيسي H3 عند سلوك المسار المختصر ضمن تلك الشبكة (وذلك في حالة عدم إشغال الشبكة بأية أحمال أو تدفقات أخرى) أكبر منه في حال سلوك المسار الأساسي للشبكة..

السيناريو الثالث:

في حال إرسال تدفقات UDP Traffic إضافية من المحطة H1 الى المحطة H3، نقوم أيضاً بإرسال TCP Traffic إلى المضيف H3 عبر المنفذ (55555) أي بيانات غير هامة ستسلك المسار الأساسي للشبكة، وبعد انتهاء هذا الإرسال، سنقوم بإرسال بيانات هامة TCP Trafficإلى H3 عبر المسار المختصر للشبكة وعبر المنفذ (55556)، لنحصل على النتائج التالية:



الشكل (8) مقارنة معدل النقل عند إرسال البيانات الهامة وغير الهامة بنفس الوقت مع حمل UDP على نفس المسار الأساسي

نلاحظ من الشكل (8) أن معدل إرسال البيانات الوسطي للبيانات غير الهامة عبر المنفذ 55555 يساوي 2204Mb/s بينما المعدل الوسطي لإرسال البيانات الهامة عبر المنفذ 55556 يساوي 2670 Mb/s.

أي في هذه الحالة وبالمقارنة مع المخطط (5) أيضاً نلاحظ تحسناً بمعدل نقل البيانات الهامة من القيمة 1548 Mb/s إلى القيمة 2670 Mb/s . أي أن معدل نقل بيانات الحساسات اللاسلكية في المسار المختصر أكبر منه في حال سلوك المسار الأساسي للشبكة. وبالتالي يقوم المسار المختصر بتحسين عملية إيصال البيانات الهامة الى مركز المراقبة.

الاستنتاجات والتوصيات:

نلاحظ مما سبق أن معدل النقل في الشبكات يزداد كلما قلت تدفقات البيانات في الشبكة، أي أن اعتماد المسار المختصر(Shortcut) في الشبكات مع بقاء الاستفادة من التجهيزات القديمة في تلك الشبكات وتطبيق تقنية الـ SDN على تجهيزاتها سيؤدي إلى تحسين معدل نقل البيانات الهامة (بيانات الحساسات اللاسلكية في محطات حساسة ضمن المنشأة الصناعية، أو بيانات أجهزة المراقبة أو بيانات الكاميرات) في تلك الشبكات وذلك لأن التدفقات التي نرسلها ضمن الشبكة تؤثر على الوصلات أكثر من تأثيرها عند اعتماد الطريق الأساسية لذلك يظهر الفرق واضح عند استخدام المسار المختصر، من هنا نستنتج أحد أهم فوائد تطبيق تقنية SDN على شبكات الحساسات اللاسلكية WSN المستخدمة في المنشآت ذات الأهمية من حيث المراقبة اللحظية لأي طارئ ممكن أن يحصل ضمنها وبالتالي تأمين عرض الحزمة المناسب وتحسين عملية إيصال البيانات الهامة إلى مراكز المراقبة في تلك المنشآت، بشكل يؤدي إلى تحسين نوعية العمل بشكل عام وتسهيل عملية الإدارة والمراقبة لاتخاذ الإجراءات اللازمة بوقت قصير.

References:

[1 Rizky Dharmawan, Tubagus. "*Performance Evaluation of a Software-Defined Wireless Sensor Network.*" (2017).

[2]. MCKEOWN، N. *Open flow: enabling innovation in campus networks. Commun. SIGCOMM Comput*، Rev.، 38(2)، PP:69–74، April 2008

[3] ALKUBEILY.M، HASAN B. *Bandwidth Control with QoS tools Through the Controller (Ryu) and (openflow) Protocol.* Tuj-eng [Internet]. 2022Jun.6 [cited 2023Jul.4];44(2):79-96.

[4] 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

[5]. MCKEOWN،N، - *"OpenFlow and Software Defined Networks". NSF، Stanford Clean Slate Program*، URL: <https://www.nanog.org/meetings/nanog50/presentations/

[6]. HASSAN.M.A،QUOC-TUAN. V، and Mahdi Aiash."*Software defined networking for wireless sensor networks: a survey*." Advances in Wireless Communications and Networks3.2 (2017)

[7]. LATIF. Z، ET AL. "*A Comprehensive Survey of Interface Protocols for Software Defined Networks*." arXiv preprint arXiv:1902.07913 (2019).

[8] AHMAD،S،A; and AFRAA،M، *A Study of OpenFlow Protocol and POX Controller in Software Defined Networks(SDN) Using Mininet*، Engineering Sciences Series، Tishreen University Journal، Vol. 41،No. 1،2019.

[9]. HAN، Z. J.، & REN، W. (2014). *A novel wireless sensor networks structure based on the SDN*. International Journal of Distributed Sensor Networks، 10(3)، 874047.

[10]. CHHIKARA،P.; MATHARU،G.; DEEP،V. *Towards Open Flow Based Software Defined Networks*، IEEE، 2014

[11]. BRAUN، W.; MENTH،M. *Software-Defined Networking Using Open Flow: Protocols،Applications and Architectural Design Choices*. Future Internet، 2014.

[12]. MOURTIKAS. T, *A survey on Wireless Software Defined Networks-WSDN. MS thesis.* Πανεπιστήμιο Πειραιώς، 2018

[13]. DARGIE، W. AND POELLABAUER، C.، *"Fundamentals of wireless sensor networks: theory and practice"*، John Wiley and Sons، 2010 ISBN 978-0-470-99765-9

[14]. J.N. AL-KARAK and A.E. KAMAL، *Routing techniques in wireless sensor networks: a survey*، wireless communications IEEE journal.

[15]. TOMOVIC. S.، RADONJIC، M.، PEJANOVIC-DJURISIC، M.، & RADUSINOVIC، I. *Software-defined Wireless sensor networks : opportunistes and challenges*.

[16]. MEDVED.A TKACIK، *OpenDayLight: Towards a Model-Driven SDN Controller Architecture*

[17]. FANCY،C. ; PUSHPALATHA،M. *Performance Evaluation of SDN controllers POX and Floodlight in Mininet Emulation Environnent*. IEEE، 2017.

[18]. Ryu. Retrieved from < http://osrg github.com/ryu >.

[19]. SALMAN، M. I. (2022). *A Hybrid SDN-Multipath transmission for a Reliable Video Surveillance System*. Association of Arab Universities Journal of Engineering Sciences.

[20]. MIYAZAKI.T، "*Dynamic Function Alternation to Realize Robust Wireless Sensor Network،" International Journal of Handheld Computing Research (IJHCR)*

[21]. NASIR، M.، & ALI، M. (2021). *Qualitative Analysis of Hybrid Flow Installation Mechanism in Software Defined Networks (SDN). Wireless Personal Communications، 116*، 3413-3464.
[22]. ALEXIOU.G، A. D. (2020). *Implementation of SDN platform for Open Flow-based network path selection.*