مجلة جامعة تشرين للبحوث والدراسات العلمية _ سلسلة العلوم الهندسية المجلد (33) العدد (3) 2011
Tishreen University Journal for Research and Scientific Studies - Engineering Sciences Series Vol. (33) No. (3) 2011

دراسة تحليلية لبروتوكول EIGRP وتطبيقه في وصل شبكات مديريات النقل البحري

الدكتور طلال العاتكي*
الدكتور قاسم قبلان**
كرم حسن بو عيسى***

(تاريخ الإيداع 9 / 2 / 2011. قُبِل للنشر في 14/ 6 / 2011)

□ ملخّص □

يسلط هذا البحث الضوء على خوارزميات التوجيه الديناميكية بقسميها (شعاع المسافة وحالة الربط) وآلية عملها، ثم يبين نقاط الضعف الخاصة بكل منها، التي قادت بدورها لإيجاد بروتوكول هجين يجمع المزايا الإيجابية لخوارزميات شعاع المسافة وحالة الربط ويعالج قدر الإمكان نقاط الضعف في كل منها وهذا البروتوكول هو بروتوكول التوجيه المطور للعبارة الداخلية (Enhanced Interior Gateway Routing Protocol EIGRP).

كما يعرض هذا البحث تحليلاً شاملاً لخواص بروتوكول EIGRP ومصطلحاته والرزم التي يتم إرسالها للوصول إلى التقارب الشبكي .

كما يوضح البحث الآلية التي يستخدمها EIGRP لحساب الكلفة لكل مسار بغية الوصول للمسار الأفضل، وأخيراً يعرض هذا البحث عملية تطبيق هذا البروتوكول على موجهات سيسكو(Cisco).

ثم يقدم هذا البحث تطبيقاً عملياً لهذا البرتوكول، وذلك على موجهات سيسكو لربط الشبكات الثمان في مديريات النقل البحرية في محافظتي اللاذقية وطرطوس، ويبين نتيجة عملية الربط هذه.

الكلمات المفتاحية: بروتوكولات التوجيه، رزمة، تقارب شبكي، مسار، حساب كلفة، موجهات Cisco.

* مدرس– قسم النظم والشبكات الحاسوبية– كلية الهندسة المعلوماتية– جامعة تشرين– اللاذقية– سورية.
** مدرس– قسم النظم والشبكات الحاسوبية– كلية الهندسة المعلوماتية– جامعة تشرين– اللاذقية– سورية.
*** طالب دراسات عليا (ماجستير)– قسم النظم والشبكات الحاسوبية– كلية الهندسة المعلوماتية– جامعة تشرين– اللاذقية– سورية.

مجلة جامعة تشرين للبحوث والدراسات العلمية _ سلسلة العلوم الهندسية المجلد (33) العدد (3) 2011
Tishreen University Journal for Research and Scientific Studies - Engineering Sciences Series Vol. (33) No. (3) 2011

Analytical Study of EIGRP Protocol and Implementing it to Connect The Maritime Transportation Corporations Networks

Dr. Talal Al Atiki[*]
Dr. Kassem Kabalan[**]
Karam Hassan Bouissa[***]

(Received 9 / 2 / 2011. Accepted 14 / 6 / 2011)

□ ABSTRACT □

This research is a study of dynamic routing protocols (distance vector and link state) and their mechanisms. The study includes the weak points of both of them, that lead to create hybrid protocol which is EIGRP.

The research analyzes EIGRP features, its keywords and the packets that are sent to reach the network convergence.

The research shows the algorithm that is used by EIGRP to calculate the metric of every possible path to indicate the best one to destination.

Finally, it shows how to configure Cisco routers by EIGRP.

This research includes an implementation of EIGRP on routers to connect eight separate networks of the marine transportations corporations.

Key Words: Routing protocol, Packet, Network Convergence, Path, Metric, Cisco Router.

[*]**Assistant Professor, Department of systems and computer networks, faculty of informatics engineering, Tishreen University, Latakia, Syria.**
[**]**Assistant Professor, Department of systems and computer networks, faculty of informatics engineering, Tishreen University, Latakia, Syria.**
[***]**Postgraduate student, Department of systems and computer networks, faculty of informatics engineering, Tishreen University, Latakia, Syria.**

مقدمة:

يتلخص الدور الأساسي لأجهزة التوجيه في معرفة كيفية الوصول للشبكات البعيدة، فعندما تستخدم أجهزة التوجيه خوارزميات التوجيه الستاتيكي يقوم مسؤول الشبكة برسم الطريق التي ستسلكها الرزم للوصول إلى الشبكة البعيدة، أما عند استخدام الموجهات لخوارزميات التوجيه الديناميكي فيتم رسم الطرق للوصول للشبكات البعيدة من خلال عمليات التراسل والتخاطب بين الموجهات بدون تدخل مسؤول الشبكة، حيث ترسم الطرق وتحدّد بشكل أوتوماتيكي، ويكون أفضل الطرق للهدف هو أسرع الطرق.

أهمية البحث وأهدافه:

يهدف البحث إلى:

- تسليط الضوء على نقاط الضعف في نوعي بروتوكولات التوجيه الديناميكي التي أدت لإيجاد البروتوكول الهجين EIGRP.
- القيام بدراسة تحليلية لبروتوكول EIGRP عن طريق تحليل مصطلحاته، والرزم التي يتم تبادلها بين الموجهات المضبوطة بهذا البروتوكول للوصول إلى التقارب الشبكي وتحليل الآلية التي يستخدمها EIGRP لحساب الكلفة لكل مسار بغية الوصول للمسار الأفضل.
- تطبيق هذا البروتوكول على شبكات مديريات النقل البحري في سوريا والحصول على أفضل المسارات وبدائلها.

طرائق البحث ومواده:

سنقوم في البداية بتسليط الضوء على نقاط الضعف الخاصة ببروتوكولات التوجيه الديناميكي المعتمدة على شعاع المسافة وعلى التوجيه بحالة الربط، مبينين الأسباب التي دعت لإيجاد برتوكول EEIGRP الهجين الذي يعالج نقاط الضعف هذه، ثم سنقدم تحليلاً لخواص البروتوكول والجداول التي يعتمدها والرزم التي يتم تراسلها بين الموجهات للوصول للتقارب الشبكي بالاعتماد على بروتوكول EIGRP، ثم سنقوم بتطبيق هذا البرتوكول في محاكاة لوصل شبكات قائمة وموجودة في مديريات النقل البحري (مرفأ اللاذقية – التوكيلات الملاحية بفروعها في طرطوس واللاذقية وبانياس – المديرية العامة للموانئ بفروعها في اللاذقية وطرطوس وبانياس – مؤسسة النقل البحري في اللاذقية) مستخدمين برنامج المحاكاة الشبكي Packet Tracer 5.1.

بروتوكولات التوجيه:

يمكن تقسيم خوارزميات التوجيه الديناميكي إلى قسمين رئيسيين هما:

1. التوجيه بشعاع المسافة Distance Vector Routing .
2. التوجيه عن طريق حالة الربط Link State Routing .

يحتوي الموجه المضبوط بخوارزمية التوجيه بشعاع المسافة على جدول توجيه، كل سجل (Record) فيه يمثل موجهاً آخر في الشبكة بحيث يكون عدد السجلات مساوياً لعدد الموجهات في الشبكة، ويحوي السجل معلومتين هما: الخط الأفضل لإخراج المعلومات، والكلفة اللازمة للوصول للجهة المقصودة. يمكن حساب الكلفة عن طريق عدد العقد الموجودة أو زمن التأخير بالميللي ثانية، أو العدد الكلي للرزم التي تنتظر التأخير[1].

يتم إرسال جدول التوجيه الذي تم بناؤه في الموجه إلى جميع الموجهات المجاورة لذلك الموجه، وفي نهاية المطاف تقوم الخوارزمية بتجميع مسافات الشبكة لبناء هيكل للشبكة .

أما التوجيه بحالة الربط فيتم بتقسيم عمل الخوارزمية إلى خمس خطوات [1] :

1- التعرف على المجاورين وعناوينهم عن طريق إرسال رزمة (Hello) للمجاورين، يجيب عليها الجار مخبراً عنوانه واسمه.

2- قياس التأخير الناتج عن الإرسال لكل من مجاوريه عن طريق إرسال رزمة الصدى (Echo) ويطلق عداداً، وعند وصول الرزمة للجار يجيب عليها مباشرة، وبمجرد وصول الجواب يتم تقسيم العداد على اثنين.

3- يقوم الموجه ببناء رزمة تشمل جميع المعلومات عن الموجهات المجاورة وتحوي قائمة بالموجهات المجاورة والتأخير الزمني المتعلق بكل منها.

4- يقوم الموجه بإرسال هذه الرزمة لجميع موجهات الشبكة.

5- يقوم كل موجه بحساب المسار الأصغري المطلوب للوصول لكل موجه آخر عن طريق خوارزمية Dijkstra وتوضع النتائج في جداول التوجيه لكل موجه.

مقارنة بين التوجيه بشعاع المسافة وحالة الربط:

تتعرف بروتوكولات شعاع المسافة على جميع المسارات في الشبكة والكلف المرتبطة بها، ثم ترسل هذه المسارات إلى الموجهات المجاورة، أما في بروتوكولات حالة الربط فتقوم الموجهات ببناء رزم حالة الربط الحاوية على معلومات المسار للمجاورين فقط، وتوزيع هذه الرزم إلى كافة موجهات الشبكة بحيث يتمكن كل موجه من بناء قاعدة بيانات حالة ارتباط كاملة.

في بروتوكولات حالة الربط يتم تحديث قاعدة البيانات عند حدوث تغيير، ويتم إرسال تحديث جزئي على الفور يحوي على معلومات حول الارتباطات التي تم تغييرها، بعكس بروتوكولات التوجيه بشعاع المسافة التي ترسل جدول توجيه كامل كل 30 ثانية سواء حدث التغيير أم لم يحدث.

عند حدوث تغيير يتم إعلام جميع موجهات حالة الربط في الوقت نفسه بالتحديث الجزئي، أما في الموجهات التي تستخدم التوجيه بشعاع المسافة فيتم الانتظار حتى تقوم الأجهزة المجاورة بملاحظة التغيير وتنفيذه ثم تقوم بتمريره للأجهزة المجاورة لها، وهكذا حتى يتم تعميم التغيير على كل الشبكة [2] .

تتميز بروتوكولات حالة الربط بقدرتها على استغلال أكبر لعرض الحزمة الترددية وقدرتها على الوصول لحالة (Network Convergence) – وهي الحالة التي يكون فيها جدول التوجيه لكل موجه في الشبكة حاوياً لمسار إلى كل هدف في هذه الشبكة – بصورة أسرع من بروتوكولات التوجيه بشعاع المسافة، ولكنها تتطلب ذاكرة أكبر وقدرة معالجة أعلى بكثير مما تطلبه بروتوكولات شعاع المسافة، الأمر الذي يؤدي لغمر الأجهزة الأبطأ، كما أنها بروتوكولات غاية في التعقيد تتطلب أشخاصاً مدربين بشكل جيد من أجل تكوينها وصيانتها بالشكل الصحيح .

هذه القضايا دعت شركة Cisco للتفكير في حل يجمع النقاط الإيجابية في كل من بروتوكولات التوجيه بشعاع المسافة وبروتوكولات التوجيه بحالة الربط، فكان الحل عن طريق بروتوكول هجين يجمع بين النمطين هو EIGRP.[1]

النتائج والمناقشة:

بروتوكول التوجيه المطور لمتجهة المسافة EIGRP:

لقد قامت شركة Cisco بإصدار بروتوكول EIGRP ليكون نسخة محسنة وقابلة للتوسع من بروتوكول IGRP بحيث يحتوي على خصائص تقارب محسنة تعمل بكفاءة أكبر من IGRP:

1- تعود ملكية البروتوكول المطور لمتجهة المسافة إلى شركة Cisco ، التي قامت بإصداره في 1994، للوصول إلى مرحلة التقارب الشبكي سريعاً، يستخدم EIGRP خوارزمية DUAL (Diffusing Update Algorithm)، تمكن هذه الخوارزمية برتوكول ال EIGRP من أن يستخدم مساراً احتياطياً، بحيث يقوم باستخدام هذا المسار لنقل البيانات في حال حدث انقطاع للمسار الأساسي، وإذا لم يتوفر مسار، بديلاً للمسار المعطل، يقوم بإرسال رسالة طلب إلى الموجهات المجاورة، يطلب منها طرقاً أخرى للوصول إلى الهدف.

2- يقوم بروتوكول التوجيه المطور لمتجهة المسافة **EIGRP** بعمليات التحديث بشكل جزئي، هذا النمط من التحديث يعدّ ميزة من مزايا بروتوكولات حالة الربط حيث إن هذا التحديث يرسل فقط عندما يحدث تغيير في المسار أو في الكلفة (Metric) مما يضمن عدم إهدار الحزمة (Bandwidth) كما أنه يدعم خاصية (VLSM) حيث يدعم EIGRP ميزة ال (Classless routing protocol). [3]

3- توزيع الحمل: يمكن ل EIGRP أن يوزع حمولته من البيانات عبر أكثر من مسار، كما أنه من غير الضروري أن يقوم الموجه بالإرسال عبر المسارات المختلفة بالتساوي، فيمكن ل EIGRP أن يستخدم مساراً ويرسل عبره مجموعة رزم، ويرسل باقي الرزم عبر مسار آخر، ويستطيع EIGRP استعمال مسارات غير متساوية السرعات لتمرير البيانات للهدف، كما أنه يدعم حزم بروتوكولات طبقية متعددة مثل IP, AppleTalk, IPX.

4- يستخدم بروتوكول التوجيه المطور لمتجهة المسافة كلاً من (Unicast) و البث المتعدد (Multicast) في التخاطب بين الموجهات ولا يستخدم البث العام (Broadcast) [4].

جداول EIGRP (EIGRP TABLES):

جداول EIGRP هي قواعد بيانات خاصة بالموجه الذي يدعم EIGRP ، تحتوي هذه الجداول على المسارات للهدف والكلف المحسوبة والمرتبطة بكل مسار، لفهم أعمق لهذه الجداول، سندرسها بالنسبة لموجه في نيويورك وطريقة الوصول لشبكة في باريس ذات العنوان 10.0.0.1.

1- الجدول الطبولوجي (Topology Table) : جدول يوضع فيه جميع المسارات التي من الممكن أن تصل الى أي هدف (Destination)، والكلف المرتبطة بكل من هذه المسارات، بالإضافة إلى الجار الذي يقدم المسار. الجدول التالي (1) يمثل الجدول الطبولوجي لموجه نيويورك

الجدول (1): يمثل الجدول الطبولوجي لموجه نيويورك

IP EIGRP Topology Table			
Network	FD METRIC	AD	EIGRP Neighbor
10.1.0.0/16	1560	1290	Router London (E0)
10.1.0.0/16	3890	1490	Router Tokyo (E1)

2- جدول التوجيه (Routing Table): الجدول الذي يحوي على أفضل المسارات الموجودة قي الجدول الطبولوجي إلى هدف محدد. الجدول التالي (2) يمثل جدول التوجيه لموجه نيويورك

الجدول (2): يمثل جدول التوجيه لموجه نيويورك

The IP Routing Table			
Network	FD METRIC	Outbound Interface	Next Hop EIGRP Neighbor
10.1.0.0/16	1560	Ethernet 0	Router London

في الجدولين السابقين(1)(2) نرى المصطلحات التالية والتي لابد من تفسيرها:

A- **المسافة المحتملة Feasible distance (FD)**: يمثل الكلفة (Metric) للمسار الأفضل الواصل بين الموجه المصدر والهدف، المسار الأفضل يسمى الناجح Successor (s) ويعرف بأنه أفضل مسار إلى هدف معين.

B – المسافة المعلومة **Advertised distance (AD)**: هي الكلفة لإرسال الرزم مابين الموجه الجار والهدف وتستخدم AD لتحديد Feasible successors (FS) ، وهي المسارات البديلة للمسارات الناجحة Successor والتي تكون اقل قدرة في عملية التوصيل من المسارات الناجحة، حيث تكون AD لها أقل من FDللمسارات الناجحة وهو شرط كون المسار FS.

3- **جدول المجاورين (Neighbor Table):** هذا الجدول يحوي جميع الموجهات الداعمة ل EIGRP المتصلة بشكل مباشر بالموجه صاحب الجدول، ويطلق على تلك الموجهات مصطلح EIGRP router neighbors [2]. الجدول التالي (3) يمثل جدول المجاورين لموجه نيويورك

الجدول (3) : يمثل جدول المجاورين لموجه نيويورك

IP EIGRP Neighbor Table	
Next Hop Router	Interface
Router London Router Tokyo	Ethernet 0 Ethernet 1

نستطيع استعراضهم من خلال كتابه الأمر show ip eigrp neighbors في أي موجه يعتمد على EIGRP كبروتوكول توجيه كما في الشكل (1):

```
Router>show ip eigrp neighbors
IP-EIGRP neighbors for process 500
H   Address         Interface     Hold Uptime    SRTT   RTO
                                    (sec)          (ms)
0   172.16.224.1    Ser0/1         14  00:00:24   40     1000
1   172.16.32.1     Ser0/0         13  00:00:24   40     1000
```

حيث أن :

a) Uptime: الوقت منذ أن تعرف الموجه بجاره حتى الآن .

b) SRTT: Smooth Round Trip Time المتوسط الحسابي للوقت المطلوب لتصل رزم EIGRP إلى الموجه المجاور مع الوقت اللازم لاستقبال رزمة ACK للرزمة المرسلة.

c) RTO: Retransmission Time out الوقت الذي ينتظره الموجه لاستقبال إشارة ACK قبل أن يقوم بعملية إعادة الإرسال من جديد.

d) Address : عنوان الموجه الجار.

e) Interface: الواجهة الخاصة بالموجه صاحب EIGRP التي يستقبل من خلالها، منها رزمة الجار neighbor packet.

f) Hold Time : وقت انتظار الموجه دون استقبال أي رزمة من الجار .

الشكل (1) يبين محتوى جدول المجاورين (Neighbor Table)

التخاطب بين الموجهات التي تدعم التوجيه المطور لمتجهة المسافة EIGRP:

تتخاطب الموجهات بعضها مع بعض بغية الوصول لمرحلة التقارب والاستقرار الشبكي، وذلك عند بداية تشغيل الموجه، أو عند حدوث تغيير في الكلفة المرتبطة بمسار ما، أو حتى عند انقطاع مسار ما وتوقفه عن العمل. اللغة المستخدمة في هذا التخاطب هي لغة مكونة من رزم مختلفة:

1- رزمة الترحيب (Hello Packet): الدور الأساسي لهذه الرزمة هو بناء عملية التعارف بين الموجه وNeighbor ، ترسل هذه الرزمة بتواتر ثابت، يختلف هذا التواتر بحسب السرعة التي تدعمها الشبكة فتكون الفترة الزمنية 60 ثانية في الشبكات التي سرعتها 1.54 Mbps أو أقل، أما في الشبكات الأسرع من ذلك فترسل هذه الرزمة كل خمس ثوان، كما تفيد Hello Packet في تحديد فترة الموت Dead interval وهي عدد Hello Packet المرسلة للجار والتي لم يأت رد عليها قبل إعلان أن هذا الجار مفقود.

وتحسب من خلال المعادلة(1):

Dead interval = 3 * hello interval (15sec for fast links, 180 sec for slow links) [2]

المعادلة رقم [1]

2- رزم التحديث (Update) : الآن وبعد أن تعرف الموجه على جاره ، يقو م بإرسال الجدول الطبولوجي الخاص به إلى هذا الجار، بما يحويه من مسارات Successors و F Successors.

3- رزم الاستفهام والرد (Reply and Query packet) : رزمة الاستفهام تشبه نداء الاستغاثة فعندما يتعطل مسار ناجح Successor لهدف معين، ولم يوجد له مسار Feasible successor ، يرسل الموجه رسالة Multicast يطلب فيها من جيرانه مساراً يوصل للهدف نفسه ، أما رزم الرد فهي تلبيه لنداء الاستغاثة من الجيران.

4- رزمة إقرار الوصول (Ack) : رسائل تأكيد الوصول [2] .

آلية حساب الكلفة في برتوكول التوجيه المطور لمتجهة المسافة:

كما نعلم يختار EIGRP المسار الناجح من خلال اختيار المسار صاحب أقل كلفة موجود بين كل المسارات الخاصة بالهدف، ولتحقيق ذلك لابد من وجود طريقة لحساب هذه الكلفة.

حساب الكلفة (Metric):

يوجد عدة متغيرات تستخدم لقياس الكلفة، اثنتان منها يتم استخدامها بشكل أساسي وهما:

1- التأخير (Delay): قيمة التأخير الزمني على الطريق الذي يصل المصدر بالهدف المطلوب، وهي متحول أساسي لحساب Metric.

2- الحزمة الترددية (Bandwidth): إن قيمة عرض الحزمة التي تدخل في المعادلة هي عرض الحزمة الأقل على الطريق الذي يصل المصدر بالهدف، وهي متحول أساسي لحساب Metric.

المتحولات الباقية ممكن أن تدخل قي حساب Metric إذا قرر المستخدم ذلك:

1- الفاعلية (Reliability): جودة المسار وتوافريته، وهي قيمة تعطى للمسار بحسب المدة التي يستمر بالعمل فيها دون تعطل ، القيمة المعطاة هي رقم ما بين 1 و 255 كلما زادت القيمة زادت الجودة.

2- الحمل (load) : متحول يعبر عن الضغط على واجهة ما، وهو رقم ما بين 1 إلى 255 يدل على مدى وجود اختناق أو حمل في استخدام Interface فكلما صغر الرقم كلما كان مقدار استخدام Interface قليل .

هذه المتغيرات توضع في المعادلة (2) لحساب قيمة ال Metric:[4]

$$Metric = 256 * [CONST1 * bandwidth + (CONST2 * bandwidth) / (256 - load) + CONST3 * delay] + [CONST5 / (reliability + CONST4)]$$

المعادلة رقم [2]

أما المعادلة الافتراضية فهي المعادلة (3) التالية، وهي المعادلة التي سنستخدمها في التطبيق العملي اللاحق:

$$Metric = 256 * (Bandwidth + Delay)$$

المعادلة رقم [3]

حيث إن قيم CONST افتراضية وتساوي:

$$CONST1 = 1,\ CONST\ 3 = 1,\ CONST\ 2 = 0,\ CONST\ 4 = 0,\ CONST\ 5 = 0$$

محاكاة لتطبيق بروتوكول EIGRP في موجهات افتراضية تصل شبكات مديريات النقل البحري في الساحل السوري:

لدينا في كل من مرفأ اللاذقية والتوكيلات الملاحية في اللاذقية وطرطوس وبانياس، والمديرية العامة للموانئ في اللاذقية وطرطوس وبانياس، ومديرية النقل البحري، شبكات حاسوبية منفصلة تعتمد على المبدلات (Switches) وذلك لتوزيع البيانات، تتصل المبدلات بموصلات ضوئية (Fiber Optic)أو بكابلات (Fast Ethernet) بالأجهزة الحاسوبية (Endpoints) والمبدلات الطابقية، وسنقوم بمحاكاة لعملية ووصل هذه الشبكات المنفصلة، وذلك عن طريق موجهات Cisco ، وسنقوم بضبط هذه الموجهات ببروتوكول EIGRP، والبرنامج الذي سنستخدمه في المحاكاة هو Packet Tracer 5.1.

مع الإشارة إلى أنه تم توزيع عناوين IP وفق دراسة **تقسيم الشبكات Subnetting :**

تتلخص فكرة التقسيم في حجز بعض البتات من جزء عنوان الجهاز في عنوان IP لتخصيصها عنواناً للشبكة الفرعية، مما يعني تقليل عدد العناوين المتاحة للاستخدام من قبل الأجهزة.

بشكل عام يجب على مدير الشبكة قبل التفكير في تقسيمها أن يحدد بعض الأمور كما يلي [3] :

1- عدد الشبكات الفرعية التي يريد الحصول عليها.

2- عدد الأجهزة التي يريد من كل شبكة فرعية أن تحتوي عليها.

بدراسة المخطط الشبكي الذي حاكيناه لربط المؤسسات السابق ذكرها؛ نجد أننا بحاجة إلى 16 شبكة فرعية.

لنأخذ عنوان الشبكة الخاص التالي المأخوذ من الصنف B وهو 172.16.0.0 ، نحن بحاجة إلى 16 شبكة فرعية أي أننا سنأخذ 4 بت من ال 16 بت المخصصة للمضيفين في عناوين الصنف B. أي إن الشكل الثنائي للقناع هو 11111111.11111111.11110000.00000000 والشكل العشري له هو 255.255.240.0 ومنه يكون عدد الشبكات الفرعية هو :

2^4= 16 شبكة، وهو العدد المطلوب للشبكات الفرعية في عملية الربط الشبكي، و يكون أيضاً عدد المضيفين هو 2^{12}-2 = 4094 مضيف يمكن أن يأخذ عنوان IP مميزاً، وهو عدد كافٍ للأجهزة الموجودة في كل من الشبكات الفرعية من الشبكة الكلية، حيث إن عدد المضيفين في كل من شبكاتنا لا يتجاوز هذا العدد، ويحتوي هذه العدد على الأجهزة الحاسوبية أو الملحقات التي يمكن ضمها للشبكة والتي تأخذ عنواناً IP.

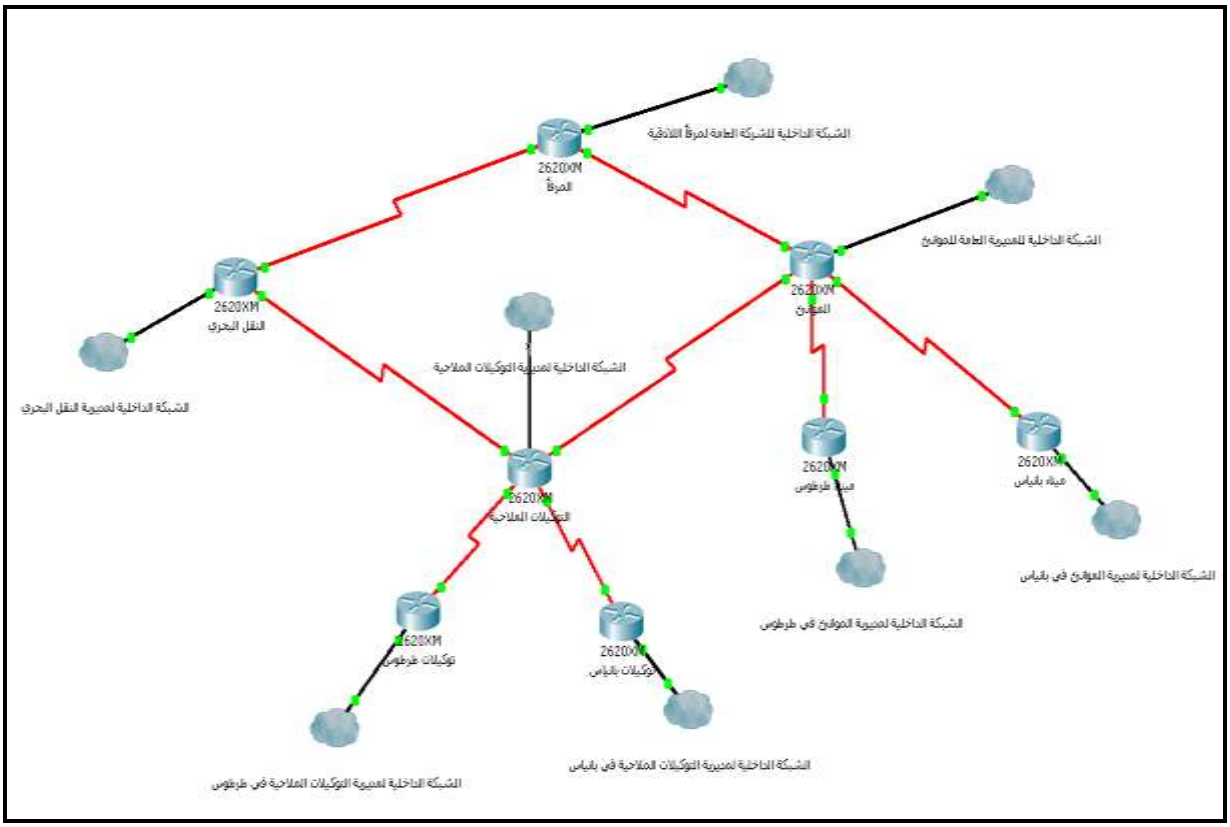
نحصل على الشبكات الفرعية الممكنة بحساب ما يسمى حجم المقطع (Block Size) من خلال المعادلة (4):

Block Size 16 = (بايت الاستعارة العشري وهو لدينا 240) – 256

المعادلة [4]

ثم نأخذ عنوان الشبكة الأساسي، ونعد 16 لنحصل على الشبكة التالية:

172.16.0.0 بإضافة 16 ينتج 172.16.16.0 نضيف 16 مرة أخرى للناتج ينتج 172.16.32.0 ، وهو عنوان الشبكة الثالثة، وهكذا حتى نحصل على 16 شبكة فرعية، والشكل (2) يبين عناوين الشبكات الفرعية ال 16 التي سنستخدمها :



الشكل (2) مخطط توصيل الشبكات الثمان عبر موجهات CISCO

ضبط الموجهات ببروتوكول EIGRP:

موجه مرفأ اللاذقية:

```
Router>en
Router#config Terminal
Router(config)#hostname Latakiaport
Latakiaport(config)#line consol 0
Latakiaport(config-line)#password 123456
Latakiaport(config-line)#login
Latakiaport(config-line)#exit
Latakiaport(config)#enable password 654321
Latakiaport (config)#interface serial 0/0
Latakiaport (config-if)#ip address 172.16.16.1 255.255.240.0
Latakiaport (config-if)#clock rate 64000
Latakiaport (config-if)#no shutdown
Latakiaport (config-if)#exit
Latakiaport (config)#interface serial 0/1
Latakiaport (config-if)#ip address 172.16.32.1 255.255.240.0
Latakiaport (config-if)#clock rate 64000
Latakiaport (config-if)#no shutdown
Latakiaport (config-if)#exit
Latakiaport (config)#interface fastethernet 0/0
Latakiaport (config-if)#ip address 172.16.0.100 255.255.240.0
Latakiaport (config-if)#no shutdown
Latakiaport (config-if)#exit
```

```
Latakiaport (config)#router eigrp 100
Latakiaport (config-router)#network 172.16.0.0 0.0.15.255
Latakiaport (config-router)#network 172.16.16.0 0.0.15.255
Latakiaport (config-router)#network 172.16.32.0 0.0.15.255
Latakiaport (config-router)#exit
```

موجه التوكيلات الملاحية :

```
Router>en
Router#config T
Router(config)#hostname Tawkelat
Tawkelat (config)#line consol 0
Tawkelat (config-line)#password 123456
Tawkelat (config-line)#login
Tawkelat (config-line)#exit
Tawkelat (config)#enable password 654321
Tawkelat (config)#interface serial 0/0
Tawkelat (config-if)#ip address 172.16.224.1 255.255.240.0
Tawkelat (config-if)#clock rate 64000
Tawkelat (config-if)#no shutdown
Tawkelat (config-if)#exit
Tawkelat (config)#interface serial 0/1
Tawkelat (config-if)#ip address 172.16.128.2 255.255.240.0
Tawkelat (config-if)#clock rate 64000
Tawkelat (config-if)#no shutdown
Tawkelat (config-if)#interface serial 0/2
Tawkelat (config-if)#ip address 172.16.176.1  255.255.240.0
Tawkelat (config-if)#clock rate 64000
Tawkelat (config-if)#no shutdown
Tawkelat (config-if)#exit
Tawkelat (config)#interface serial 0/3
Tawkelat (config-if)#ip address 172.16.160.1  255.255.240.0
Tawkelat (config-if)#clock rate 64000
Tawkelat (config-if)#no shutdown
Tawkelat (config-if)#exit
Tawkelat (config)#interface fastethernet 0/0
Tawkelat (config-if)#ip address 172.16.144.100  255.255.240.0
Tawkelat (config-if)#no shutdown
Tawkelat (config-if)#exit
Tawkelat (config)#router eigrp 100
Tawkelat (config-router)#network 172.16.128.0 0.0.15.255
Tawkelat (config-router)#network 172.16.144.0 0.0.15.255
Tawkelat (config-router)#network 172.16.160.0 0.0.15.255
Tawkelat (config-router)#network 172.16.176.0 0.0.15.255
Tawkelat (config-router)#network 172.16.224.0 0.0.15.255
Tawkelat (config-router)#exit
Tawkelat (config) #
```

موجه التوكيلات الملاحية في بانياس :

```
Router>en
Router#config t
Router(config)#hostname Tawkelat_p
Tawkelat_p (config)#line consol 0
Tawkelat_p (config-line)#password 123456
Tawkelat_p (config-line)#login
Tawkelat_p (config-line)#exit
Tawkelat_p (config)#enable password 654321
Tawkelat_p (config)#interface serial 0/0
Tawkelat_p (config-if)#ip address 172.16.160.2  255.255.240.0
Tawkelat_p (config-if)#clock rate 64000
Tawkelat_p (config-if)#no shutdown
Tawkelat_p (config-if)#exit
 Tawkelat_p (config)#interface fastethernet 0/0
Tawkelat_p (config-if)#ip address 172.16.192.100  255.255.240.0
Tawkelat_p (config-if)#no shutdown
Tawkelat_p (config-if)#exit
Tawkelat_p (config)#router eigrp 100
Tawkelat_p (config-router)#network 172.16.160.0 0.0.15.255
Tawkelat _p(config-router)#network 172.16.192.0 0.0.15.255
Tawkelat _p(config-router)#exit
```

موجه التوكيلات الملاحية في طرطوس :

```
Router>en
Router#config t
Router(config)#hostname Tawkelat_p
Tawkelat_T (config)#line consol 0
Tawkelat_T (config-line)#password 123456
Tawkelat_T (config-line)#login
Tawkelat_T (config-line)#exit
Tawkelat_T (config)#enable password 654321
Tawkelat_T (config)#interface serial 0/0
Tawkelat_T (config-if)#ip address 172.16.176.2  255.255.240.0
Tawkelat_T (config-if)#clock rate 64000
Tawkelat_T (config-if)#no shutdown
Tawkelat_T (config-if)#exit
Tawkelat_T (config)#interface fastethernet 0/0
Tawkelat_T (config-if)#ip address 172.16.208.100  255.255.240.0
Tawkelat_T (config-if)#no shutdown
Tawkelat_T (config)#exit
Tawkelat_T (config)#router eigrp 100
Tawkelat_T (config-router)#network 172.16.176.0 0.0.15.255
Tawkelat_T (config-router)#network 172.16.208.0 0.0.15.255
Tawkelat_T (config-router)#exit
```

موجه المديرية العامة للموانئ في اللاذقية:

```
Router>EN
Router # CONFIG  Terminal
Router(config)#hostname Mawane
Mawane (config)#line consol 0
Mawane (config-line)#password 123456
Mawane (config-line)#login
Mawane (config-line)#exit
Mawane (config)#enable password 654321
Mawane (config)#interface serial 0/0
Mawane (config-if)#ip address 172.16.16.2 255.255.240.0
Mawane (config-if)#clock rate 64000
Mawane (config-if)#no shutdown
Mawane (config-if)#exit
Mawane (config)#interface serial 0/1
Mawane (config-if)#ip address 172.16.128.1 255.255.240.0
Mawane (config-if)#clock rate 64000
Mawane (config-if)#no shutdown
 Mawane (config-if)#exit
Mawane (config)#interface serial0/2
Mawane (config-if)#ip address 172.16.80.1 255.255.240.0
Mawane (config-if)#clock rate 64000
Mawane (config-if)#no shutdown
Mawane (config-if)#exit
Mawane (config)#interface serial 0/3
Mawane (config-if)#ip address 172.16.64.1 255.255.240.0
Mawane (config-if)#clock rate 64000
Mawane (config-if)#no shutdown
Mawane (config-if)#exit
Mawane (config)#interface fastethernet 0/0
Mawane (config-if)#ip address 172.16.48.100 255.255.240.0
Mawane (config-if)#no shutdown
Mawane (config-if)#exit
Mawane (config)#router eigrp 100
Mawane (config-router)#network 172.16.16.0 0.0.15.255
Mawane (config-router)#network 172.16.128.0 0.0.15.255
Mawane (config-router)#network 172.16.80.0 0.0.15.255
Mawane (config-router)#network 172.16.64.0 0.0.15.255
Mawane (config-router)#network 172.16.48.0 0.0.15.255
Mawane (config-router)#exit
```

موجه مديرية الموانئ في طرطوس:

```
Router>en
Router #config t
Router(config)#hostname Mawane_T
Mawane_T (config)#line consol 0
Mawane_T (config-line)#password 123456
Mawane_T (config-line)#login
Mawane_T (config-line)#exit
Mawane_T (config)#enable password  654321
Mawane_T (config)#interface serial 0/0
Mawane_T (config-if)#ip address 172.16.80.2 255.255.240.0
```

```
Mawane_T (config-if)#clock rate 64000
Mawane_T (config-if)#no shutdown
Mawane_T (config-if)#exit
Mawane_T (config)#interface fastethernet 0/0
Mawane_T (config-if)#ip address 172.16.112.100 255.255.240.0
Mawane_T (config-if)#no shutdown
Mawane_T (config-if)#exit
Mawane _T(config)#router eigrp 100
Mawane _T(config-router)#network 172.16.80.0 0.0.15.255
Mawane _T(config-router)#network 172.16.112.0 0.0.15.255
Mawane _T(config-router)#exit
```

موجه مديرية الموانئ في بانياس:

```
Router>en
Router#config t
Router(config)#hostname Mawane_P
Mawane_P (config)#line consol 0
Mawane_P (config-line)#password 123456
Mawane_P (config-line)#login
Mawane_P (config-line)#exit
Mawane_P(config)#enable password 654321
Mawane_P (config)#interface serial 0/0
Mawane_P (config-if)#ip address 172.16.64.2   255.255.240.0
Mawane_P (config-if)#clock rate 64000
Mawane_P (config-if)#no shutdown
Mawane_P (config-if)#exit
Mawane_P (config)#interface fastethernet 0/0
Mawane_P (config-if)#ip address 172.16.96.100  255.255.240.0
Mawane_P (config-if)#no shutdown
Mawane_P (config-if)#exit
Mawane_P (config)#exit
Mawane _P(config)#router eigrp 100
Mawane _P(config-router)#network 172.16.64.0 0.0.15.255
Mawane _P(config-router)#network 172.16.96.0 0.0.15.255
Mawane _P(config-router)#exit
```

موجه مديرية النقل البحري في اللاذقية:

```
Router>EN
Router#config t
Router(config)#hostname AL_Nakel
AL_Nakel (config)#line consol 0
AL_Nakel (config-line)#password 123456
AL_Nakel (config-line)#login
AL_Nakel (config-line)#exit
AL_Nakel (config)#enable password 654321
AL_Nakel (config)#interface serial 0/0
AL_Nakel (config-if)#ip address 172.16.32.2  255.255.240.0
AL_Nakel (config-if)#clock rate 64000
AL_Nakel (config-if)#no shutdown
AL_Nakel (config-if)#exit
AL_Nakel (config)#interface serial 0/1
```

```
AL_Nakel (config-if)#ip address 172.16.224.2  255.255.240.0
AL_Nakel (config-if)#clock rate 64000
AL_Nakel (config-if)#no shutdown
AL_Nakel (config-if)#exit
AL_Nakel (config)#interface fastethernet 0/0
AL_Nakel (config-if)#ip address 172.16.240.100  255.255.240.0
AL_Nakel (config-if)#no shutdown
AL_Nakel (config-if)#exit
AL_Nakel (config)#router eigrp 100
AL _Nakel (config-router)#network 172.16.32.0 0.0.15.255
AL _Nakel (config-router)#network 172.16.224.0 0.0.15.255
AL _Nakel (config-router)#network 172.16.240.0 0.0.15.255
AL _Nakel (config-router)#exit
```

الاستنتاجات والتوصيات:

أولاً: بعد ضبط الموجهات ببروتوكول التوجيه EIGRP يجب أن تظهر مسارات لكل الشبكات، تتميز هذه المسارات بأنها نتيجة لبارمترات شبكية متعددة، وبذلك نكون قد توصلنا للمسار الأفضل لأي هدف آخذين بالحسبان عدة متحولات شبكية لحساب الكلفة (التأخير–عرض الحزمة – الفاعلية– الحمل).

يمكن الحصول على المسارات عبر تطبيق التعليمة Show ip eigrp topology على أحد الموجهات، فمثلاً عند تطبيقه على موجه مرفأ اللاذقية سنحصل على المسارات التالية:

```
Latport#show ip eigrp topology
IP-EIGRP Topology Table for AS 100
Codes: P - Passive, A - Active, U - Update, Q - Query, R - Reply،
       r - Reply status
P 172.16.0.0/20, 1 successors, FD is 28160
        via Connected, FastEthernet0/0
P 172.16.16.0/20, 1 successors, FD is 2169856
        via Connected, Serial0/0
P 172.16.48.0/20, 1 successors, FD is 2172416
        via 172.16.16.2 (2172416/28160), Serial0/0
P 172.16.128.0/20, 1 successors, FD is 2681856
        via 172.16.16.2 (2681856/2169856), Serial0/0
        via 172.16.32.2 (3193856/2681856), Serial0/1
P 172.16.80.0/20, 1 successors, FD is 2681856
        via 172.16.16.2 (2681856/2169856), Serial0/0
P 172.16.64.0/20, 1 successors, FD is 2681856
        via 172.16.16.2 (2681856/2169856), Serial0/0
P 172.16.32.0/20, 1 successors, FD is 2169856
        via Connected, Serial0/1
P 172.16.240.0/20, 1 successors, FD is 2172416
        via 172.16.32.2 (2172416/28160), Serial0/1
P 172.16.224.0/20, 1 successors, FD is 2681856
        via 172.16.32.2 (2681856/2169856), Serial0/1
        via 172.16.16.2 (3193856/2681856), Serial0/0
P 172.16.144.0/20, 2 successors, FD is 2684416
        via 172.16.32.2 (2684416/2172416), Serial0/1
```

```
        via 172.16.16.2 (2684416/2172416), Serial0/0
P 172.16.176.0/20, 2 successors, FD is 3193856
        via 172.16.32.2 (3193856/2681856), Serial0/1
        via 172.16.16.2 (3193856/2681856), Serial0/0
P 172.16.160.0/20, 2 successors, FD is 3193856
        via 172.16.32.2 (3193856/2681856), Serial0/1
        via 172.16.16.2 (3193856/2681856), Serial0/0
P 172.16.192.0/20, 2 successors, FD is 3196416
        via 172.16.32.2 (3196416/2684416), Serial0/1
        via 172.16.16.2 (3196416/2684416), Serial0/0
P 172.16.208.0/20, 2 successors, FD is 3196416
        via 172.16.32.2 (3196416/2684416), Serial0/1
        via 172.16.16.2 (3196416/2684416), Serial0/0
P 172.16.112.0/20, 1 successors, FD is 2684416
        via 172.16.16.2 (2684416/2172416), Serial0/0
P 172.16.96.0/20, 1 successors, FD is 2684416
        via 172.16.16.2 (2684416/2172416), Serial0/0
```

ثانياً: بعد تطبيق تعليمة show ip eigrp topology على موجه مرفأ اللاذقية نلاحظ أنه يوجد أهداف مثل الشبكة ذات العنوان 172.16.224.0 يمكن الوصول لها عبر مسارين بتكلفتين مختلفتين، لذلك قام برتوكول التوجيه بذكر هذين المسارين كمسار أساسي (successor: S)، والآخر يذكر ك(Feasible: FS successor). كما أنه لو حصل أي انقطاع في مسار successor فسيحل مكانة ال Feasible successor، وذلك بدون القيام بالحسابات الشبكية للوصول للتقارب الشبكي مما يوفر زمن حزمة وعرضها، واستهلاك المعالجة.

```
P 172.16.224.0/20, 1 successors, FD is 2681856
        via 172.16.32.2 (2681856/2169856), Serial0/1
        via 172.16.16.2 (3193856/2681856), Serial0/0
```

ومنه يمكن الخروج بالتوصيات التالية : بروتوكول EIGRP يشكل حلاً عند الحاجة:

1- لآلية وصول للمسار الأفضل أخذين بالحسبان عدة عوامل شبكية (التأخير عرض الحزمة – الفاعلية- الحمل) مجتمعة مع بعضها البعض.

2- للوصول للتقارب الشبكي بسرعة كبيرة مع استهلاك قليل لعرض الحزمة وللموارد الحاسوبية.

المراجع:

1-DEEPANKAR, M.; KARTHIKEYAN, R. *Network Routing Protocol* s. Morgan Kaufhann, 2003 ,751.

2-CISCO,*CCIE Professional Development Trouble Shooting IP Routing Protocol*. CISCO,2005, 877.

3- CISCO, C. *Certified Network Associate, CISCO CCNA Study Guide*. CISCO 2008, 964.

4-UYLESS, B. *IP routing protocols rip OSPF, BGP, PNNI and CISCO routing protocols*. Prentice Hall series in advanced communication technology, 2001, 269.