مجلة جامعة تشرين للبحوث والدراسات العلمية _ سلسلة العلوم الهندسية المجلد (30) العدد (2) 2008
Tishreen University Journal for Research and Scientific Studies - Engineering Sciences Series Vol. (30) No. (2) 2008

تحسين مؤشري السرية والثباتية عند تصميم شبكات الاتصال الراديوي

الدكتور علي احمد*

(تاريخ الإيداع 5 / 11 / 2007. قُبِل للنشر في 2008/3/25)

□ الملخّص □

في البحث التالي تم دراسة تحليل وتركيب شبكات الاتصال الراديوي بمؤشرات السرية والثباتية (الحماية من التشويش والحيوية) بحيث يتم فك الارتباط بين الشبكة كبنية ووظيفة وبالتالي إلغاء القرائن الدالة المنظومية للشبكات وهذا ما يصعب عملية التعرف على الشبكة وأهمية مستخدميها ويعطي الشبكة نوعا من المرونة بالمؤشرات السابقة وخاصة بعد استخدام الوسائط المناسبة التي تسمح بتحقيق النتائج التي تم الحصول عليها ومن هذه الوسائط أجهزة الإرسال الباكيتي ذات التامين البرمجي وأجهزة الإرسال بالطيف المنثور(قفز ترددي مع سلسلة عشوائية).

في البحث تم تحليل الخوارزميات المستخدمة في تصميم الشبكات وإظهار سلبياتها وإيجابياتها والوصول إلى نتائج ذات وثوقية عالية.

كلمات مفتاحية: الشبكات الراديوية – مؤشرات السرية – مؤشرات الثباتية.

* أستاذ مساعد – قسم الاتصالات – كلية الهندسة الميكانيكية & الكهربائية – جامعة تشرين – اللاذقية –سورية.

مجلة جامعة تشرين للبحوث والدراسات العلمية _ سلسلة العلوم الهندسية المجلد (30) العدد (2) 2008
Tishreen University Journal for Research and Scientific Studies - Engineering Sciences Series Vol. (30) No. (2) 2008

Improving Stability and Security Factors when Designing Radio Communication Networks

Dr. Ali Ahmad *

(Received 5 / 11 / 2007. Accepted 25 / 3 / 2008)

□ ABSTRACT □

This research deals with providing radio communication networks with stability and security factors (protection from interference). In so doing, we deconstruct the link between the structure and function of the network, thus invalidating the systemic indicative presumptions of the networks. This will make the process of identifying the network and the importance of its users very difficult, giving the network some flexibility by the previous factors, especially after using the appropriate means which permit achieving the desired results. Of these means are transmission devices equipped with secure programming and transmission devices by diffuse spectrum. The algorithm used in network design has been analyzed, highlighting its strengths and weaknesses, obtaining results of high reliability.

Keywords: Radio Communication Networks**,** Security factors**,** Stability factors.

* **Associate Professor, Communication Department, Faculty of Mechanical and Electrial Engineering, Tishreen University, Lattakia, Syria.**

مقدمة:

إن مؤشرات الثباتية و الحماية من الاستطلاع لمنظومات الاتصال الراديوي من حيث المبدأ تعتبر متعاكسة، أي أن زيادة أحد المؤشرات يؤدي إلى إضعاف قيمة المؤشر الآخر و العكس صحيح، وبالتالي تركيب أو تصميم شبكات الاتصال الراديوي يتم بأحد المؤشرات و على المؤشر الآخر يتم وضع تحديدات أو شروط أولية محددة.

هذا الأسلوب صحيح عندما يتم كشف عناصر محدده ضمن الشبكة، و في حال كان المقصود كشف(إظهار الشبكة بالكامل)، فالطريقة المستخدمة لإخفائها هو توحيد إشارات الاتصال الراديوي عند ذلك يوجد مدخل آخر لحل هذه المسألة بشكل يمكننا من رفع كلا المؤشرين.

أهمية البحث وأهدافه:

إن أهمية البحث وأهدافه هي إعداد خوارزمية تصميم شبكات الاتصال بمؤشري السرية(الحماية من التعارف) والثباتية وتقدير الربح بهذه المؤشرات عند الانتقال من استخدام الشبكات التقليدية إلى شبكات مصممة بعدد من العناصر n والأضلاع m (تم تمثيل الشبكة وفق نظرية المخططات الشبكية على أن العقد أو مراكز الاتصال أو المحطات كرؤوس –عناصر المخطط و قنوات الاتصال بين العناصر عبارة عن أضلاع بين رؤوس المخطط).

طريقة البحث ومواده:

أثناء البحث تم استخدام نظرية التحليل المنظومي، نظرية الإحصاء(طريقة مونتي كارلو)، نظرية المخططات، نظرية الاحتمالات.

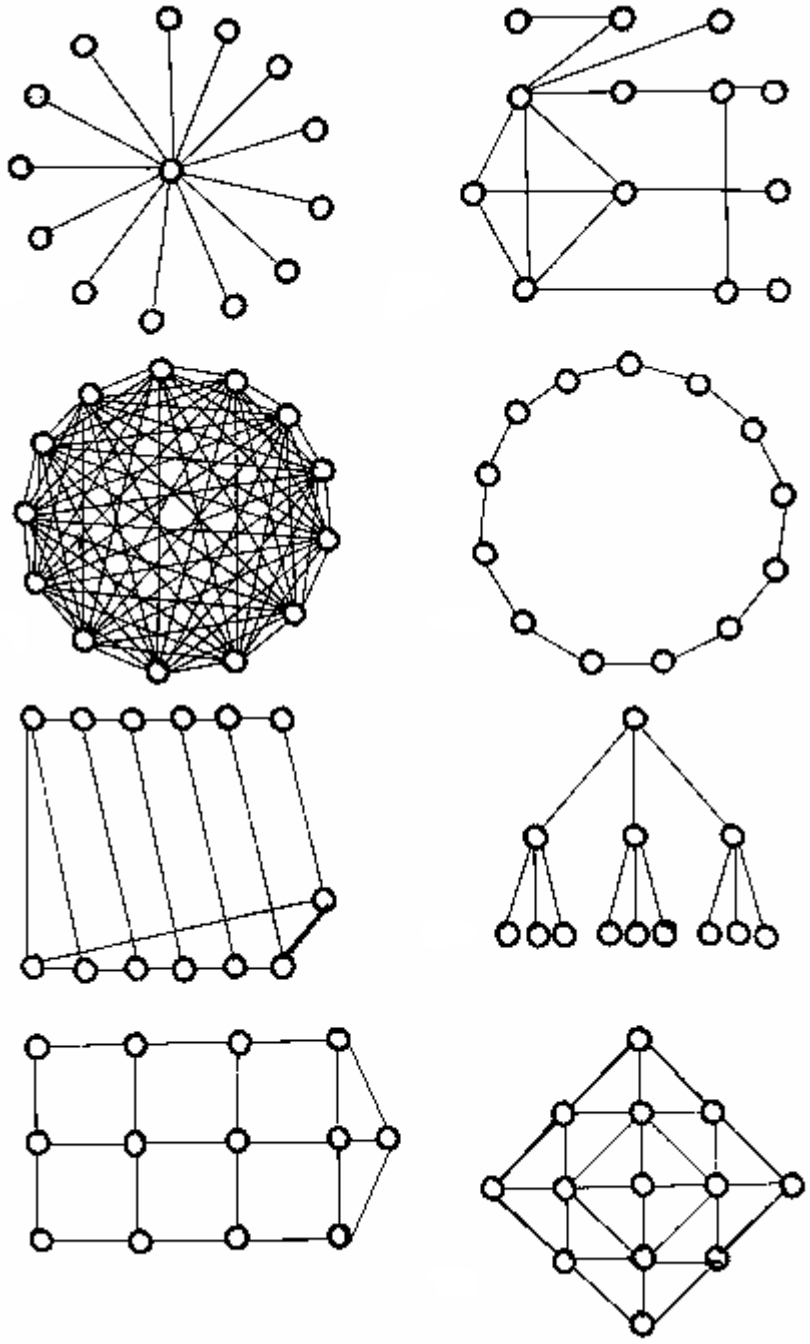
تم استخدام تطبيق EXCEL واللغة البرمجية VISUAL BASIC بالإضافة إلى تطبيقات رسومية أخرى.

مؤشر السرية:

1- حساب مؤشر الحماية من التعارف للشبكات التقليدية و الشبكات المصممة بخوارزمية Sfami-Harary (X-C):

عند التعارف على عناصر شبكات الاتصال وتحديد قرائنها الدالة يستخدم ألغاريتم بحيث يحدد بشكل احتمالي أهمية العناصر ووظيفتها والخطوط(الأضلاع) والتي تمثل قنوات الاتصال وخصائصها. العمليات الأساسية المستخدمة في التعارف على شبكات الاتصال في هذا الخوارزمية هي التشابه العام، التشابه الضمني لهيكلية الشبكة التي تم الحصول عليها بنتيجة التجربة مع المخطط المعياري المستخدم في تصميم الشبكات [3,4].

المخططات المعيارية للشبكات المستخدمة هي المخططات التقليدية كالشبكة الالماظية، الدائرية، النجمية، ذات الاتصال n والموضحة على الشكل(1).



الشكل(1)الشبكات التقليدية المستخدمة في الاتصالات اللاسلكية.

المخططات التي ستخضع للدراسة سنحصل عليها باستخدام الربح الإحصائي للاحتمالات المتراكمة خلال عملية كشف العناصر و الأضلاع (قنوات الاتصال) لهذه المخططات و المحددة بالعلاقة الرياضية:

$$P_i(t) = 1 - \exp\left(-\sum_{j=1}^{r_i} \int_0^t \lambda_{ij}(x)\, p_{ij}(x) dx\right) \qquad (1)$$

حيث r_i – عدد المرسلات العاملة على العنصر i.

$\lambda_{ij}(x)$– كثافة الإرسال من العنصر i إلى العنصر j خلال إرسال برقية واحدة.

$P_{ij}(x)$ – احتمال كشف الإشعاع الراديوي خلال إرسال برقية واحدة من العنصر i إلى العنصر j.

$P_i(t)$ – احتمال كشف الإرسال خلال الزمن تتعلق بالمكان، المجال الترددي والمسافة.

يوجد فرضية تثبت أن الشبكات الأكثر سرية هي الشبكات التي توصف بالتوزيع المتساوي لقوة (درجة) العناصر، حيث أنه بهذه الطريقة يتم إزالة العلاقة بين الشبكة كبنية والوظيفة الأساسية لهذه الشبكة. فيزيائياً هذا يتضح بصعوبة إظهار دور العناصر الداخلة في تصميم الشبكة وأهميتها، ورياضياً هذا يؤدي إلى زيادة مجموعة التراكيب لعدد العمليات اللازمة باستخدام ألغاريتم التعارف على التشابه لهذه الشبكات، وبالتالي يؤدي إلى زيادة الوقت اللازم للتعارف على المسائل(الوظيفة) التي تقوم بحلها أو تؤديها العناصر الداخلة في الشبكة و وظيفة الشبكة بشكل عام، إن الفرضية الواردة أعلاه تم استخدامها في ألغاريتم تصميم الشبكات السرية بشكل أساسي. شرح هذا الخوارزمية و برنامج التعارف على التشابه للشبكات التقليدية في الاتصالات يوجد في [1]، تشابه الخوارزمية تم تأمينه من خلال القيم العالية لاحتمالات التعارف على العناصر. من أجل الحصول على القيمة العظمى لاحتمال التعارف على الشبكات النظيفة(بدون وجود احتمالات التعارف على العناصر) تم تصميم ألغاريتم التعارف على التشابه، التشابه الضمني، إيجاد القسم المتشابه لشبكتين [6].

تم اختيار مؤشرات الفعالية(الحماية من التعارف) أثناء التقييم للشبكات كالتالي: احتمال التعارف على الشبكة بزمن ما $P_{i/k}(t)$ حيث k نموذج ما للشبكة، i أحد النماذج الممكنة لذات الشبكة.

عندما يكون **i =k** فهذا يدل على مؤشر السرية(كشف الشبكة كبنية ووظيفة) و عندما يكون **i ≠ k** فهذا يدل على فعالية إجراءات التمويه التقني و عدم كشف وظيفة وبنية الشبكة أو مكوناتها أي أن الشبكة **i** تم كشفها على أنها شبكة مغايرة.

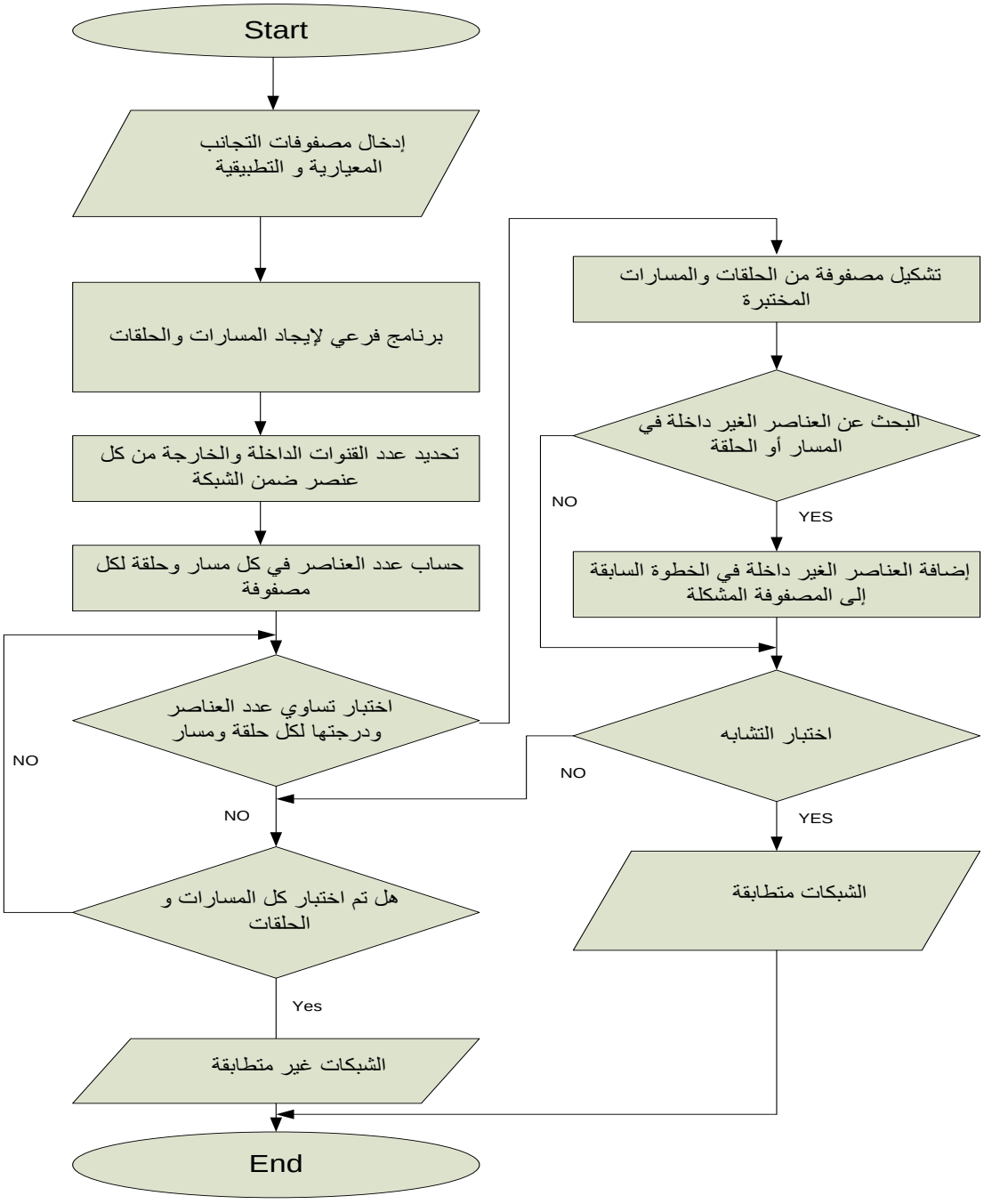
الشبكات التي تم دراستها وتحليلها هي الشبكة النجمية، الشبكية، خلية النحل، الالماظية[7] والتي تستخدم كثيراً، أما الشبكات ذات الاتصال K فقد تم اختيار K=3،K=4 و عدد متساوي من العناصر الداخلة في الشبكة. حيث **K** عدد قنوات الاتصال الخاصة بعنصر ما من عناصر الشبكة.

2–خوارزمية حساب مؤشر الحماية من التعارف للشبكات التقليدية و المصممة بألغاريتم C-X

يعتمد الخوارزمية على توليد تركيبات محددة للشبكة واختبار هذه التركيبات من خلال مصفوفة التجانب بمؤشرات التشابه أو التشابه الضمني الواردة أعلاه، وتوليد التركيبات يمكن أن يتم بعدة طرق منها: طريقة البحث في العمق التي تسمح باختبار جميع العناصر الداخلة في الشبكة و هناك طريقة البحث العشوائي و يوجد طرق أخرى تستفيد من خصوصية هيكلية كل شبكة بحد ذاتها. الخوارزمية التالي يستخدم طريقة البحث في العمق من خلال المسارات والحلقات في الشبكة ويعتمد على النظرية التي تقول إن الحلقات في شبكة ما تتطابق مع الحلقات في شبكة أخرى تطابقها بالهيكلية.

هذه الطريقة تفرض استخدام المعلومات عن تطابق عدد القنوات الداخلة والخارجة من العناصر المشكلة للشبكة وتسلسل العناصر ضمن حلقة أو طريق ضمن هيكلية الشبكة و في حال غياب حلقات Homilton ضمن الشبكة فإن عدد الاختبارات اللازمة لحساب مؤشر التعارف بمساعدة العلاقة1 يتضاعف. إن المعطيات الأولية اللازمة لعمل الخوارزمية هي مصفوفة التجانب المعيارية لشبكة ما و المصفوفة التطبيقية التي تم الحصول عليها لشبكة يراد معرفة لأي شبكة تنتمي.

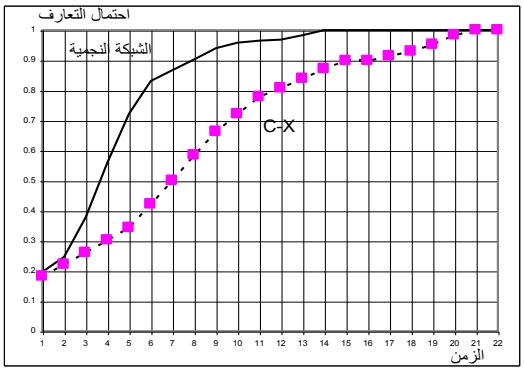
المخطط النهجي للألغاريتم موضح بالشكل(2):



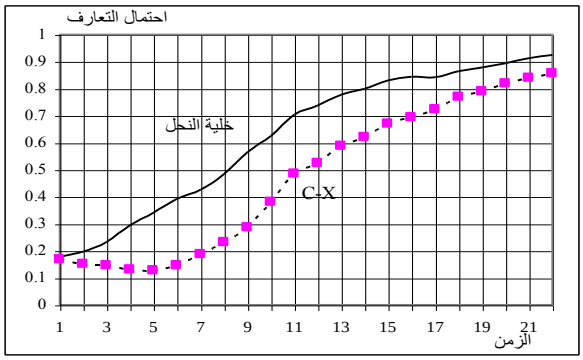
الشكل(2) خوارزمية تحديد التشابه للشبكات.

3- نتائج حساب مؤشر الحماية من التعارف للشبكات التقليدية والشبكات المصممة بألغاريتم C-X

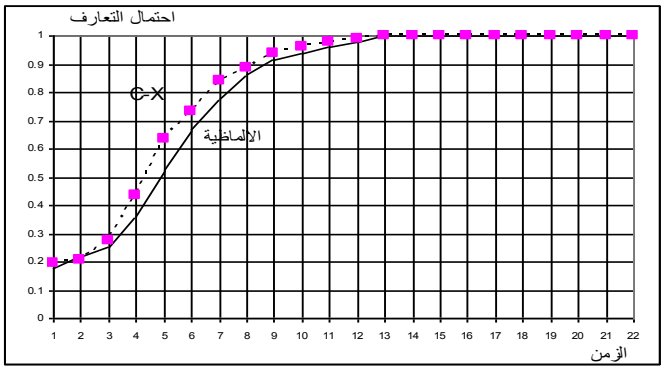
نتيجة عمل الخوارزمية تم الحصول على النتائج الرقمية التي سمحت برسم الخطوط البيانية التي أعطت تصوراً عن مؤشر التعارف على الشبكات الشكل (3).



–أ–



–ب–



–د–

الشكل (3) المخططات البيانية لاحتمال التعارف خلال الزمن للشبكات التقليدية(خلية النحل –النجمية) والشبكات الموافقة لها المصممة بألغاريتم سفامي– هراري.

تحليل المخططات البيانية يظهر مايلي:

1. إن الشبكة النجمية تملك مؤشرات منظومية واضحة في هيكليتها و لذلك فإن الخط البياني لاحتمال التعارف يأخذ قيمة تصاعدية مباشرة وخلال فترة قصيرة من الزمن الشكل (3–أ).
2. إن التعارف على شبكة خلية النحل يتطلب زمناً أكبر لاتخاذ قرار مؤسس على قيمة احتمالية موثوقة الشكل(3–ب) نظراً لأن شبكة خلية النحل أكثر تجانساً من نظريتها النجمية.
3. إن التعارف على الشبكات المصممة بألغاريتم C-X تعطي ربحاً في قيمة احتمال التعارف قد تصل إلى30%.
4. إن الشبكات التي تم الحصول عليها بألغاريتم C-X أكثر سرية وتساعد في التخلص من القرائن الدالة المنظومية.
5. إن المخططات البيانية ذات ضفة أسية وفقاً للعلاقة (1).
6. إن احتمال التعارف على الشبكات التي تملك تجانساً أعظمياً أي ذات توزيع متساوي قريب من احتمال التعارف على نظيرتها المصممة بألغاريتم C-X و هذه نتيجة ايجابية ومنطقية كما هو في الشكل (3–د).

مؤشر الثباتية:

1- تصميم الشبكات بمؤشر الثباتية:

من المعروف أن الشبكات الأكثر حيوية (ثباتية) هي الشبكات التي تحتوي أكبر عدد من الشجيرات المستقلة وبنفس الوقت ذات توزيع متساوٍ لقوة العناصر [2]. لحل مسألة تصميم الشبكات الأكثر حماية(ذات مؤشرسرية مرتفع) وذات مؤشرحيوية عالٍ لا بد من تصميم هذه الشبكات على أساس الشبكات ذات الاتصال k .

العمليات الأكثر استخداما في تركيب الشبكات ذات السرية النسبية والثباتية العالية (الحيوية) اللازمة لتصميم شبكات ذات k اتصال هي العمليات الواردة في ألغارتيم **(C-X)** وذلك بعد تحديد n و m، $H_{k,n}$ كذلك ألغارتيم Kolysnikova، [2،3، 4] الذي يعتمد على تحقيق العدد ألأعظمي من الشجيرات المستقلة ضمن الشبكة بوجود تساوٍ أعظمي في درجة الرؤوس.

خوارزمية Kolysnikova واضحة ويعمل بأية تركيبة لـ m، n عند تصميم شبكة مثالية، و يتم ذلك بطريقة اختيار مجموعة تراكيب لتتابعات مختلفة من الشبكات الفرعية بشكل شجيرات مستقلة أو أجزاء شجيرات، وخلال ذلك كل تتابع يشكل شجرة فرعية ضمن الشبكة وكل تتابع جديد يبدأ من عنصر أخر (رأس) وذلك من أجل الحصول على توزع متساوٍ أعظمي لدرجة الرؤوس(عدد القنوات الداخلة والخارجة من الرأس). في كل مرة تسلسل الرؤوس التي تم البدء منها لبناء شجرة فرعية يجب تغيره .

عناصر مصفوفة التجاور، والتي تعكس هذه التتابعات الشبكية ، يتم توضعها بشكل مواز للقطر الأساسي في المصفوفة ، وهذه العناصر تتألف من واحد أو اثنين من الخطوط الموازية للقطر في المصفوفة وتحتوي على **n-1** أو اقل من العناصر.

من الأهمية تحديد العنصر الجديد للانتقال إلى الخط الموازي التالي في الخوارزمية وهذا ليس في كل مسألة يمكن تشكليه أو تحديده بشكل دقيق لكن يتضح بشكل تخميني(مرئي) من خلال النظر ضمن المصفوفة أي ليس باستطاعتنا بشكل رياضي تحديد القطر الموازي ولكن مرئيا وبديهيا يمكن تحديده.

خوارزمية C-X يعمل عندما يكون عدد القنوات بدقة يساوي $m = kn/2$ ولا يعطي نتيجة للحل بما يتعلق بالقنوات المتبقية وهذه السلبية يمكن تداركها. بالإضافة إلى ذلك الغارتيم C-X لا يحتوي على دقة كافية تسمح بتطبيقه وبالتالي هذا ما تطلب تحديث هذه الخوارزمية .

2 – الخوارزمية المقترحة لتصميم الشبكات:

جوهر الخوارزمية المقترحة : نحصل على مخطط للشبكة بوضع قناة اتصال بين عنصرين **i** و**j** وفق القواعد التالية:

1- الحالة الأولى: **k** -عدد زوجي و **n** – عدد زوجي

$$i = 1 \ldots n : j = i + (1..r)$$

2-الحالة الثانية: $k = 2r + 1$: n - عدد زوجي

$$i = 1 \ldots n : j = i + (1 + \ldots r)$$
$$i = 1 \ldots n/2 : j = I + n/2 (\text{mod } n)$$

3- الحالة الثالثة: n – عدد فردي ، $k = 2r + 1$

$$i = 1 \ldots (n-1)/2 : j = i + (n + 1)/2 \ (\text{mod } n)$$
$$i = 1 \ldots n : j = i + (1 \ldots r)$$

عندما يكون m = kn/2 فان الخوارزمية C-X و الخوارزمية Kolysnikova تعطي نتائج متطابقة وبالتالي في هذه الحالة فإنه لتصميم الشبكة يتم استخدام الخوارزمية C-X المحدث وللقنوات المتبقية يمكن استخدام الخوارزمية Kolysnikova.

3- تقدير مؤشر الثباتية للشبكات المصممة بالخوارزمية المقترحة:

من أجل تقدير الربح الحاصل من خلال الانتقال بين الشبكات التقليدية إلى الشبكات المصممة بالخوارزمية المقترح وبتحديد m و n يوجد طريقتان الطريقة التحليلية وطريقة النمذجة الإحصائية.

من أجل الأخذ بعين الاعتبار لخصائص الشبكة فإن احتمال المحافظة على قنوات الاتصال تم اختيارها بشكل متساو في المجال من **0.4** حتى **0.9** أي خروج قنوات الاتصال من الجاهزية يتم بطريقة غير معروفة (عطل _تشويش).

من العلاقات الرياضية الواعدة بالحلول والي لا تعطيها بشكل دقيق العلاقة التالية [5].

$$P_{CB} = N_T p^{n-1} q^{m-n+1} + \sum_{i=1}^{m-n+1} C_m^{n-1+i} p^{n-1+i} q^{m-n+1-i} \qquad (2)$$

حيث:

- **m** عدد الاطلاع (قنوات الاتصال).
- **n** عدد الرؤوس (عقد الاتصال ، مرسلات، مستقبلات).
- $\mathbf{N_T}$ عدد الشجيرات ضمن الشبكة.

ولكن بعد التدقيق تبين أنه بـn>5 ليست كل الشبكات ذات m ≥ n وأكثر تعطى شجرة أي أن يكون قناة اتصال بين كل عناصر الشبكة. ولهذا السبب هذه العلاقة لا يمكن أن تكون مستخدمة عندما n> 5 . وكذلك خصائص الشبكة لا يتم أخذها بعين الاعتبار في العلاقة الرياضية إلا في طرف واحد من الجمع: $N_T p^{n-1} q^{m-n+1}$ والمتغيرات الأخرى في العلاقة لا تأخذ بعين الاعتبار خصائص الشبكة. وهذا ما استدعى أهميه أنشاء نموذج خاص لتقدير اتصالية الشبكة.

مسألة تعداد عدد المخططات ذات الاتصال تم حلها من قبل هراري على أساس نظرية Boya[3]، يتم تحديد عدد المخططات ذات الاتصال ضمن المخطط الكلي والذي به عدد قنوات الاتصال مساوية لعدد العقد(الرؤوس أو العناصر) لكل عقده وهذا الأسلوب (الطريقة) لا يمكن استخدامه لتحليل شبكات تقليدية محددة نظراً لأن قيمة التغير في مؤشر الاتصالية للشبكات غير كبير فإن دقة المؤشرات والتحكم بها يجب أن تكون عالية خلال التجارب ولهذا الهدف تم اقتراح نموذج تحليلي رياضي إحصائي.

4- خوارزمية تقييم الشبكات التي تم الحصول عليها من خلال حساب مؤشر الثباتية :

في هذا الخوارزمية تقدير المركبة الاحتمالية الأساسية(لمؤشرالثباتية) والتي تعطينا فكرة عن وضع الشبكة يتم بطريقتين:

- طريقة تحليلية رياضية.
- طريقة إحصائية (الإحصاء الرياضي).

مؤشر الثباتية يتحدد بإحتمال الحفاظ على k قناة من m قناة وتحدد بالعلاقة التالية:

$$P(k) = C_m^k p^k q^{m-k} \quad (3)$$

وتحسب قيمة تواتر وقوع هذا الحدث:

$$\widehat{P}(k) = \frac{d(k)}{N} \quad (4)$$

حيث: $d(k)$ –عدد المرات التي تم بها المحافظة على k قناة و ذلك بإجراء N تجربة.

التجارب يستمر إجرائها حتى تتحقق العلاقة :

$$\left|P(k) - \hat{P}(k)\right| \le \varepsilon \quad (5)$$

حيث ε الدقة المقترحة للتجارب والمعطاة مسبقا.

نظرا لكون جميع العمليات الواردة في الخوارزمية تعتبر تحويل محدد لقيمة عشوائية فإن دقة جميع المتغيرات الأخرى في الخوارزمية تحدد بـ ε.

اتصالية الشبكات التي تم الحصول عليها يتم فحصها بواسطة الخوارزمية أو اورشل[4] وبشكل رقمي يعبر عنها بالاحتمال الشرطي للاتصال وذلك بالمحافظة على k قناة اتصال.

$$\gamma(k) = \frac{b(k)}{d(k)} \quad (6)$$

حيث: d(k)– عدد المرات عندما نحصل على k قناة.

b(k)– عدد المرات عندما يكون المخطط (الشبكة) متصلة.

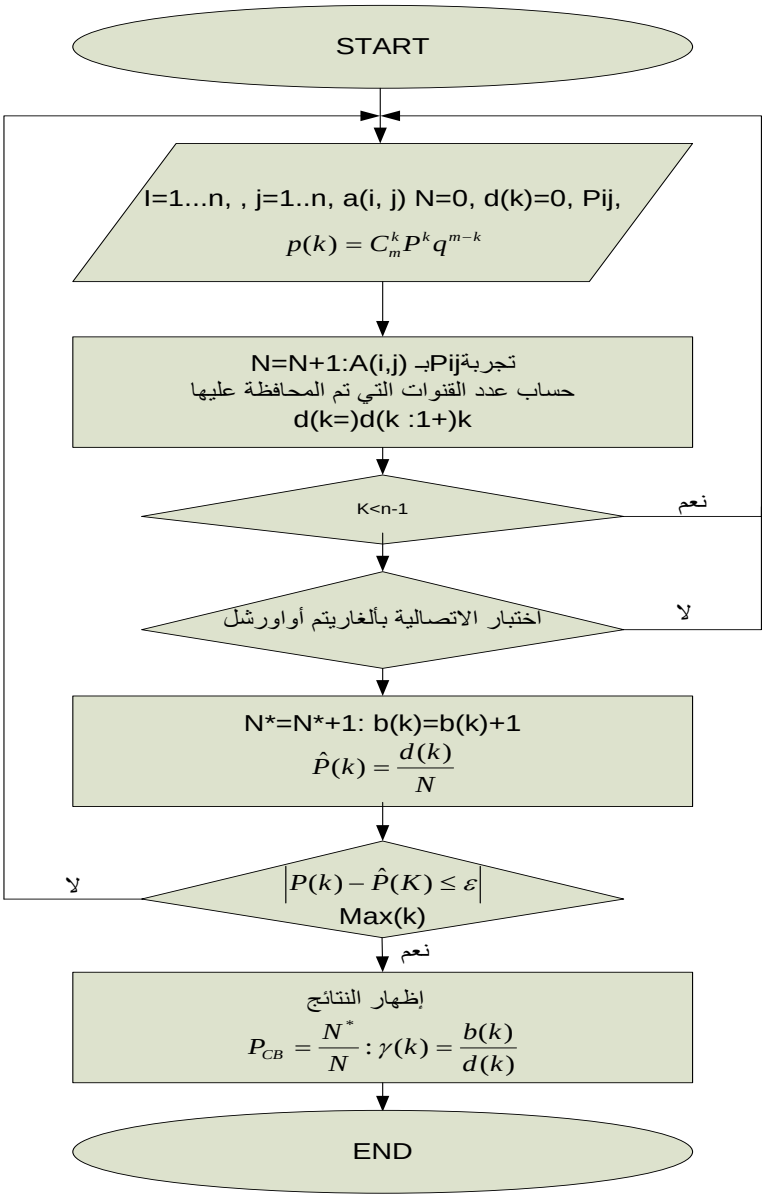
الاحتمال العام للاتصال في الشبكة يحدد بالعلاقة:

$$P_{CB} = \frac{N^*}{N} \quad (7)$$

حيث N - عدد المرات عندما تكون الشبكة متصلة (تؤمن الاتصال لكل عنصر).

N^*- عدد المرات التي نحصل بها على شبكة متصلة.

المخطط النهجي الذي يوضح عمل الخوارزمية في الشكل(4):



الشكل(4)المخطط النهجي لخوارزمية تقدير الثباتية للشبكات.

5- جوهر عمل خوارزمية تقدير الثباتية للشبكات:

1. يتم إدخال المعطيات الأولية: مصفوفة التجانب A(i, j) وحيث i=1..n, j=1..n، احتمال المحافظة على القنوات $P_{ij}=\{0.9, 0.8,..,0.5\}$، المتغيرات N, d(k), b(k) تعطى قيم أولية وهي الصفر من أجل كل قيمة P_{ij} و k يتم احتمال المحافظة على k قناة $P(k) = C_m^k p^k q^{m-k}$.

2. في الخطوة التالية N = N + 1 يتم إجراء تجربة (ربح) وضع الشبكة A(i, j) ويحسب عدد الأضلاع (القنوات)التي تم المحافظة عليها d(k).

3. نختبر الشرط **k<n-1** في حال كانت تحقق الشرط فإنه ينفذ البلوك 2 ويتم به إجراء تجربة جديدة وإذا كانت لا فإنه ينتقل إلى الخطوة 4 .

4. من خلال الخوارزمية أو اورشل نختبر اتصالية الشبكة التي تم الحصول عليها في حال كان نعم فإن $N^* = N+1$، **b(k) = b(k) + 1** و يتم تحديد $\widehat{P}(k) = \frac{d(k)}{N}$ وإلا تنفذ الخطوة 2.

5. نختبر تطبيق الشرط $\left|P(k) - \hat{P}(k)\right| \le \varepsilon$ في حال تحقق الشرط تنفيذ الخطوة 6 وإلا الخطوة 2.

إخراج النتائج للطباعة وهي:

– احتمال اتصال الشبكة $P_{CB} = \frac{N^*}{N}$.

– الاحتمال الشرطي لاتصال الشبكة المؤلفة من k قناة $\gamma(k) = \frac{b(k)}{d(k)}$.

إن استخدام هذه الطريقة يعطينا ربح بدقة النتائج الحاصلة وتحديد هذا الربح بالدقة يمكن بعدة طرق:

في الشبكات التقليدية العدد الوسطي للاطلاع m≈34 و بالتالي عدد الحالات التي نحصل منها على شبكة باستخدام هذا العدد من الأضلاع (القنوات) $2^m=2^{34}\approx 1{,}7.10^{10}$ وهذا غير ممكن و لذلك أثناء إجراء الحسابات لمجموعة التراكيب التي يمكن الحصول عليها بالطرق التقليدية يمكن استخدام العلاقة التالية:

$$N = p(1-p)\left[\frac{\Phi_0^{-1}(\frac{\alpha}{2})}{\varepsilon}\right] \quad (8)$$

حيث:

α– الاحتمال الموثوق

ε– المجال الموثوق

P - احتمال المحافظة على عدد ما من القنوات.

P(1-P)– التشتت للقيم العشوائية.

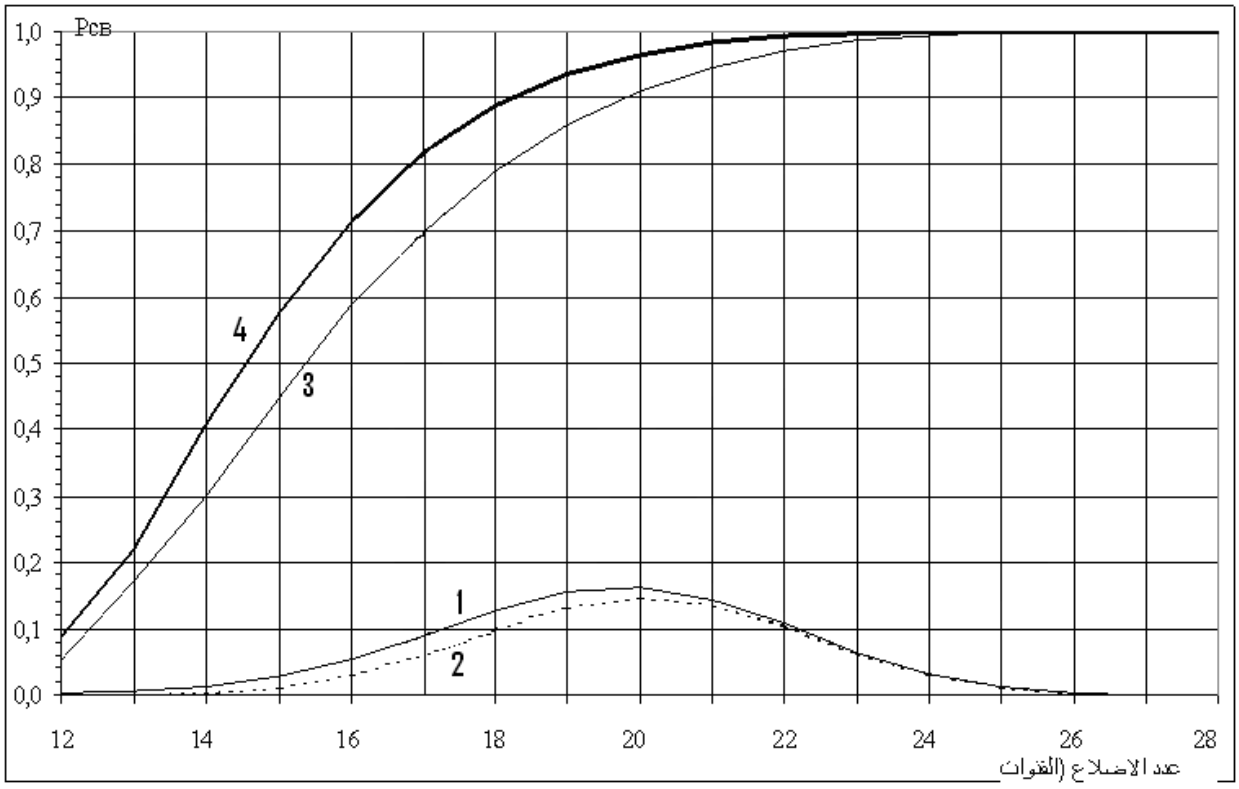
Φ_0 – $\phi_0(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}}\int_0^t \exp(\frac{-t^2}{2})dt$ تكامل جدولي:

$$when\,\alpha = 0{,}9999 and \varepsilon = 0{,}0001 then N_{0,5} \approx 3{,}8.10^8, N_{0,9} \approx 1{,}37.10^8$$

$$when\,\alpha = 0{,}999 and \varepsilon = 0{,}0001 then N_{0,5} \approx 2{,}7.10^6, N_{0,9} \approx 0{,}97.10^6$$

و الطريقة المقترحة تخفض عدد التجارب درجة أو درجتين.

نتائج البحث للشبكة الالماظية والشبكة المصممة بالخوارزمية موضحة على الشكل(5).



الشكل (5)المخطط البياني للعلاقة بين احتمال اتصالية الشبكة وذلك حسب عدد القنوات التي تم المحافظة عليها منه اجل الشبكة التقليدية الالماظية والمصممة الموافقة $P_{ij}(0,7)$.

الاستنتاجات والتوصيات:

1.الشبكات المصممة بالخوارزمية المقترح تعطي تغيراً نحو الأفضل في مؤشر الإتصالية حتى 20% وهذه القيمة تكون اكبر عندما تكون الشبكة التقليدية الموافقة أكثر عن الشبكة المصممة .وكذلك هذه الخوارزميات تعطى اختلافاً تحسناً في مؤشر السرية حتى 30%(نتيجة سابقة) ولا تؤدي إلى إنقاصه و هذا ما يتضح من الفرق بين الخط البياني رقم 4 الذي يمثل احتمال اتصالية الشبكة المصممة ب المقترح و الخط البياني رقم 3 لاحتمال اتصالية الشبكة التقليدية الالماظية .

2.الخوارزمية المقترح لتصميم الشبكات يسمح برفع المؤشرات الهيكلية في الحيوية والسرية معا وذلك باستعمال شبكات ذات تجانس أعظمي.

3.الطريقة المقترحة لاختبار الدقة تسمح باختصار عدد التجارب بدرجة أو درجتين بالمقارنة مع الطرق التقليدية التي تستخدم الاحتمال الموثوق والمجال الموثوق

4.مع الأخذ بعين الاعتبار للدراسة السابقة يمكن إجراء تعديل في العلاقة الرياضية(2) لتصبح مناسبة للاستخدام:

$$P_{CB} = N_T p^{n-1} q^{m-n+1} + \sum_{i=1}^{m-n+1} \gamma(k) C_m^{n-1+i} p^{n-1+i} q^{m-n+1-i} \qquad (9)$$

حيث ان : **k = n-1+i**

5.المخططات البيانية 3و4 الموجودة على الشكل 5.هي عبارة عن الاحتمال الشرطي لاتصالية الشبكة بشرط الحفاظ على k قناة وهذه المخططات يمكن استخدامها في الحسابات التحليلية باستخدام العلاقة رقم 9 وكذلك لتحديد عدد الشجيرات ضمن الشبكة عندما k=n-1 و كذلك عند k≥n بواسطة الإحصاء الرياضيي للشبكة.

6.نظرا للتشابه بين الشبكات التقليد يه والشبكات المتجانسة، فان العلاقة بين درجة عدم التجانس للشبكات ومؤشرات السرية و الحيوية و التأثير المتبادل بينهما عند الانتقال إلى الشبكات المتجانسة يتطلب بحوثاً خاصة.

7.في مراجع مختلفة يؤكد المؤلفون أن الشبكات ذات اتصال k تتمتع بثباتية عالية ولكن لا توجد تقديرات كمية لهذا المؤشر و كذلك لا توجد مقارانات بين الشبكات التقليدية والشبكات ذات اتصال k وذلك ضمن عدد محدد من الرؤوس (العناصر) وقنوات الاتصال وفي هذا البحث العلمي تم تقديم هذه التقديرات الكمية و الخوارزميات المناسبة والمقارنات المطلوبة.

8.إن احتمال اتصالية الشبكات يزداد تصاعدياً مع زيادة عدد قنوات الاتصال و هذه نتيجة منطقية مبينة على الخط البياني 3 و4 .

9.الخط البياني رقم 1 يمثل احتمال المحافظة على k قناة من m قناة لشبكة ما و الشبكة التي نحصل عليها قد لا تحتوي على شجرة تحقق الاتصالية بين جميع عناصرها و بالتالي تحتوي على نسبة خطأ

10. المخطط البياني رقم 2 يبين احتمال المحافظة على k قناة من m لشبكة ما مع وجود شجرة تربط جميع العناصر مما يؤسس لادخال ثابت تصحيح في العلاقة الرياضية (2) لتصبح أكثر دقة لتقييم اتصالية الشبكات بطريقة تحليلية.

المراجع:

1. Казаев С.П., Хохлов Г.Г., Чемиренко В.П. *Процедура определения принадлежности вероятносных графов к одному из эталонных описаний.* Сб. Алгоритмов и программ №13.ВМА 1989.
2. Колесников А.А.*Синтез графа заданного порядка с максимальным числом независимых остовных деревьев в задачах исследования структурной живучести сетей связи "технические и научно-методические материалы под редакцией* В.П.Серкова – Ленинград : ВАС 1987.
3. GABOR, D., (1991) *Theory of Communication*. J. Inst. Electr. Eng. 93, London, III, pp
891-906.
4. SAMOKRUTOV A. A., LUTKEVICH A M. *Welds ultrasonic tomography based on phased antenna arrays with small-aperture transducers*. 16th World Conference on Nondestructive Testing. Montréal, Canada. August 30 – September 3, 2004. Book of Abstracts. TS1.10.3. P.12.
5. В.П. Чемиренко, А.А.Прцволов, В.Н.Куеля И.А.Мансур *Модели и методы исслядования сетей связи* вмф санкт-петербург-2001