مجلة جامعة تشرين للدراسات والبحوث العلمية _ سلسلة العلوم الهندسية المجلد (29) العدد (3) 2007
Tishreen University Journal for Studies and Scientific Research- Engineering Sciences Series Vol. (29) No. (3) 2007

تحسين التغطية في الشبكة الخليوية السورية

الدكتور حسن عباس*
الدكتور معين يونس**
إسماعيل خوندة ***

(تاريخ الإيداع 22 / 3 / 2007. قُبِل للنشر في 2007/8/28)

□ الملخّص □

نظراً للاستخدام الهائل والمتزايد باستمرار للهاتف الخليوي ونتيجة الخدمات الكثيرة التي يقدمها ابتداء من تبادل الإشارات الصوتية وصولاً إلى خدمة الإنترنت والخدمات المرافقة، أصبح التحدي الأكبر أمام شركات الاتصالات الخليوية هو الوصول إلى أفضل تغطية من أجل تلبية حاجات المشتركين، و لذلك نرى أن التغطية هي أحد العناصر الهامة في تصميم الشبكات الخلوية No Coverage –No Connection.

والتغطية يجب أن تكون بأفضل جودة وعلى جميع المساحات الجغرافية التي يمكن أن يتنقل عليها أي من مشتركي الشبكة العاملة، سواء داخل المنازل (داخل التجمعات) وهو ما يعرف بالتغطية الداخلية In Door Coverage أو في المناطق المكشوفة مهما كانت صعوبة الحصول على تغطية جيدة فيها و هو ما يدعى بالتغطية الخارجية Outdoor Coverage.

في هذا البحث قمنا بدراسة واقع التغطية في الشبكة الخليوية السورية وتم شرح طرق عملية لتحسين التغطية الخارجية والداخلية و كان الاهتمام الأكبر بالتغطية الداخلية وتم وضع برنامج لتحديد علاقة شدة الإشارة بالجدران الخارجية للمباني و ذلك باعتبار القياسات تتم داخل المبنى و هي الأساس في هذا البحث.

الكلمات المفتاحية: نظام الاتصال العالميGSM، التغطية الداخلية، التغطية الخارجية.

* أستاذ مساعد في قسم هندسة الاتصالات – كلية الهندسة الميكانيكية والكهربائية– جامعة تشرين–اللاذقية – سورية.
** أستاذ مساعد في قسم هندسة الاتصالات – كلية الهندسة الميكانيكية والكهربائية– جامعة تشرين–اللاذقية – سورية.
*** طالب دراسات عليا في قسم هندسة الاتصالات – كلية الهندسة الميكانيكية والكهربائية– جامعة تشرين–اللاذقية – سورية.

مجلة جامعة تشرين للدراسات والبحوث العلمية _ سلسلة العلوم الهندسية المجلد (29) العدد (3) 2007
Tishreen University Journal for Studies and Scientific Research- Engineering Sciences Series Vol. (29) No. (3) 2007

Coverage Enhancement in Syrian Mobile Network

Dr. Hssan Abbas*
Dr. Mueen Yones**
Ismaeel Khwandah***

(Received 22 / 3 / 2007. Accepted 28/8/2007)

□ ABSTRACT □

Because of the increasing use of the cellular telephone, due to its great service starting from speech signal exchange till internet service, the operating companies face the challenge of providing best coverage for their customers. Therefore, we consider that coverage is the basis of cellular networks (no coverage-no connection). Coverage must be of best quality in all geographic areas that the customer of the operating network may be found, whether indoor or in the open.

This research studies the status of coverage in the Syrian cellular networks and suggests particular methods to improve coverage, indoor and outdoor. However, the main interest is focused on indoor coverage. The relation of signal strength and outer walls of building is identified, because measurements are taken indoor.

Keywords: Uplink, Downlink, GSM, Indoor Coverage, Outdoor Coverage.

*Associate Professor, Department of Communication Engineering, Faculty of Mechanical and Electrical Engineering, Tishreen University, Lattakia, Syria.
*Associate Professor, Department of Communication Engineering, Faculty of Mechanical And Electrical Engineering, Tishreen University, Lattakia, Syria.
*master student, Department of Communication Engineering, Faculty of Mechanical And Electrical Engineering, Tishreen University, Lattakia, Syria.

مقدمة:

يعتبر الهاتف المحمول(MS) من أهم التقنيات الحديثة التي وضعت في خدمة البشرية. وتأتي أهمية المنظومة الخليوية من خلال المزايا الكبيرة التي تقدمها، ففي البداية كانت الخدمة متركزة على نقل الإشارات الكلامية ومن ثم تطورت لتقدم خدمات تبادل المعطيات ومن ثم خدمة الدخول إلى شبكة الإنترنت عن طريق الهاتف المحمول.

لذلك نرى أن الخدمات التي يقدمها الهاتف المحمول تفوق حجمه وأصبح يلبّي الكثير من حاجات الناس اليومية الخدمية (اتصال– إنترنت– SMS – الخدمات المصرفية.....إلخ) ولكن تكون هذه الخدمات متاحة فقط إذا كان الهاتف المحمول قادراً على الاتصال بالشبكة الخليوية (ضمن التغطية).

لذلك نرى أن التغطية من العناصر الهامة التي تؤخذ بعين الاعتبار أثناء تصميم الشبكات الخليوية، هذا من جهة. أما من جهة أخرى فتكمن أهمية التغطية بتعزيز ثقة المشتركين بالشركة العاملة، ففي حال وجود تغطية جيدة نحصل على جودة عالية للإشارة، وعدم وجود التغطية الجيدة يؤدي إلى قصور في الاتصال، وبالتالي زيادة وقت المكالمة أي زيادة عدد مرات الاتصال للوصول إلى نهاية المكالمة، مما يؤدي إلى خسارة اقتصادية للمشترك ويؤدي إلى انعدام ثقة المشتركين في الشبكة الخليوية العاملة وبالتالي خسارة اقتصادية للشركة أيضا.

لذلك الشيء الأول الذي يسأل عنه المشترك الجديد لاختيار الشركة التي سيتعامل معها هو التغطية الجيدة.

1. أهمية البحث وأهدافه:

تكمن أهمية البحث بقياس شدة الإشارة الخليوية في مناطق جغرافية مختلفة من سورية وفي بيئات محلية مختلفة، فبدون تغطية خليوية لا توجد شبكة ولا توجد خدمات خليوية مرافقة وبنتيجة القياس يمكن التوصل إلى اقتراحات وحلول مختلفة من أجل تحسين التغطية الخليوية حيث إن أهداف البحث هي إيجاد نقاط الضعف في الشبكة الخليوية السورية وحل هذه المشاكل.

2. طريقة البحث ومواده:

تم البحث عن طريق نمذجة قانون من قوانين التغطية الداخلية Indoor Coverage وقياسات عملية عن التغطية الداخلية كي يتاح لدينا المقارنة بين الدراسة النظرية والعملية ومن ثم قمنا بدراسة التغطية الخارجية في المناطق الجبلية ودراسة عدة طرق لتحسين التغطية وأخذ القياسات العملية ومقارنة النتائج وقد تمت عملية القياس بجهاز مصنع من قبل شركة نوكيا Nokia مخصص لهذا العمل وهذا الجهاز محمل ببرمجيات خاصة من شركة نوكيا كذلك.

يتضمن البحث قسمين أساسيين:

أولاً: التغطية الخارجية حيث نقوم بدراسة كافة الطرق الكفيلة بتحسين التغطية الخارجية ومن ثم نأخذ قياسات عملية قبل وبعد تنفيذ الطريقة بحيث تبين التحسن الذي طرأ على الشبكة.

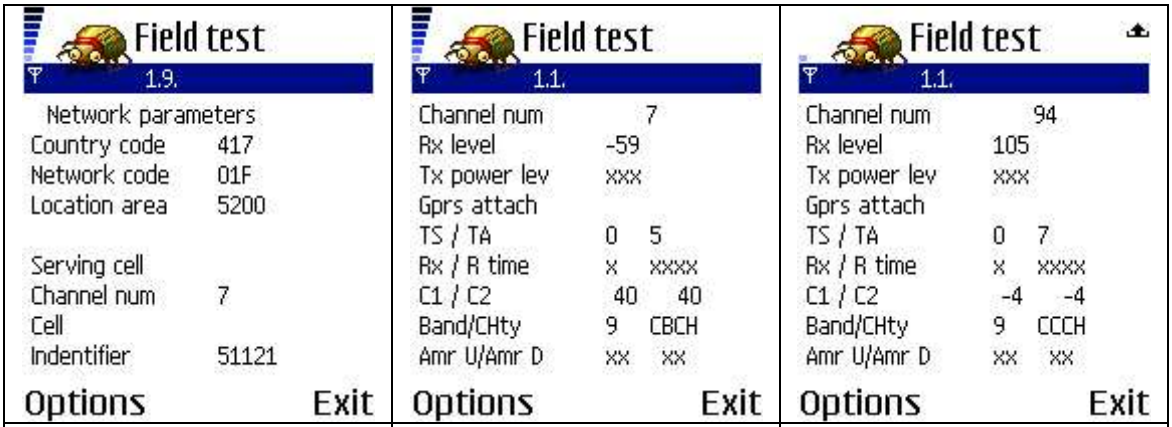
ثانياً: التغطية الداخلية: وهي المحور الأساسي في هذه الدراسة حيث نقوم بدراسة كاملة للطرق الكفيلة بتحسين التغطية الداخلية ومن ثم نقوم بأخذ القياسات من داخل المباني قبل وبعد أيضا.

تم في البحث استخدام علاقة شدة الإشارة بالجدران الخارجية من حيث عددها وقيمة فقد كل جدار وكيفية الوصول إلى أفضل تغطية و بالتالي أفضل خدمة.

1.3 طرق تحسين التغطية الخارجية:

1.1.3 إضافة خلايا جديدة:

نستطيع زيادة التغطية وتحسينها في المناطق ذات التغطية الضعيفة وذلك بإضافة خلايا جديدة حيث إن هذه الطريقه هي أكثر فعالية ولكن ذات كلفة اقتصادية عالية، وقد قمنا بدراسة واقع التغطية في إحدى القرى بمنطقة القدموس قرية (سريجس) وهي ذات طبيعة جغرافية صعبة، حيث أخذنا القياسات قبل تركيب المحطة وبعد تركيبها حيث نقارن شدة الإشارة الخليوية المستقبلة(RX LEVEL) ونلاحظ أنه كلما كانت القيمة أصغر بالقيمة المطلقة كانت التغطية أفضل[7]. كما هو موضح بالشكل (3-1).



Sraejes location	Sraejes coverage after	Sraejes village before

الشكل (3-1): شدة الإشارة قبل وبعد تركيب المحطة الخليوية في قرية سريجس منطقة القدموس

ويبين الشكل (3-2) كيفية توزع الإشارة بعد إضافة خلايا جديدة.

الشكل (3-2): وضع التغطية بعد إضافة خلايا جديدة

2.1.3 المكررات:

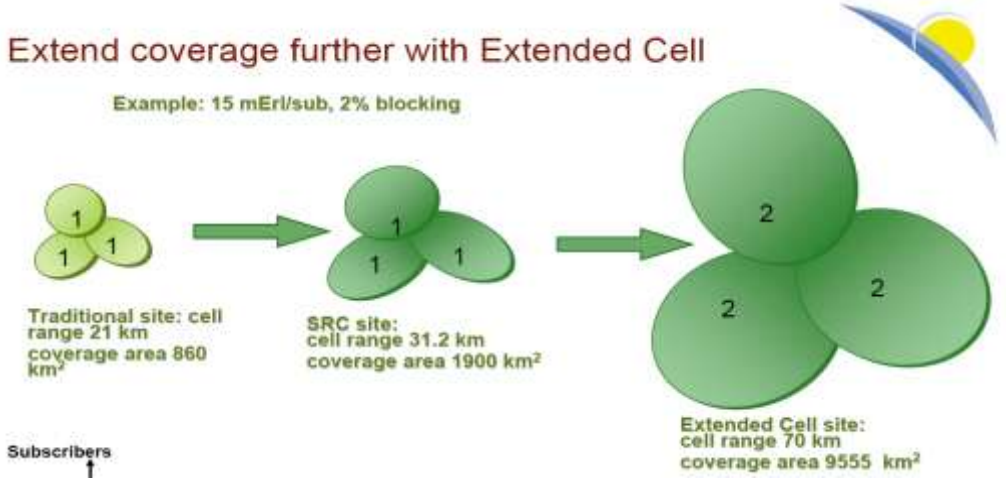
يستخدم المكرر لتحسين التغطية في المناطق الجبلية والمناطق التي توجد فيها عوائق وكذلك في الأنفاق. يمكن استخدام المكررات أيضا للاستخدامات الداخلية (في المنازل)، حيث يتم تضخيم الإشارة بمقدار dB 80-50، وبالتالي تعطي المكررات طاقة مستمرة عند زيادة الإشارات الداخلة عن العتبة، ولا تعطي أية طاقة من أجل الإشارات دون العتبة.[8]

3.1.3 زيادة مجال الخلية (الخلايا الموسعة):

عندما يكون مجال تغطية في النظام الخليوي ذات الخلايا العادية غير كافٍ، فإن خلية المجال الموسع تمكن من زيادة مجال التغطية في الخلية حتى 121كم.

على سبيل المثال، بدلا من تجهيز ثلاثة مواقع بخليتين (تغطي كل منها نصف قطر 35 كم) لتأمين تغطية على امتداد طريق سريع، ويمكن تأمين نفس التغطية باستخدام موقع واحد فقط بخليتين مداهما ممتد 121 كم. تستخدم الخلايا الموسعة بصورة مثالية في المناطق الغير مأهولة مثل (الصحارى – المناطق الساحلية البيئات البحرية... وغيرها).[2]

يبين الشكل (3–3): تأثير الخلايا الموسعة في الحصول على تغطية أفضل.



الشكل (3–3): يوضح أنه بالإمكان أن تصل المساحة التي تغطيها المحطة إلى $9555\ km^2$

4.1.3 معايرة الوصلة الخليوية في المنظومة الخليوية:

تعتبر معايرة الوصلة الخليوية أحد المتطلبات الرئيسية للشبكات الخليوية، وفي العادة تكون الوصلة الهابطة downlink أقوى من الوصلة الصاعدة uplink وهذا يعني في إطار الخلية عدم توازن الوصل، ويمكن حل ذلك بواسطة مضخم مركب عبر البرج TMA (Tower Mounted Amplifier)، حيث يركب TMA على برج الهوائي قرب هوائيات الاستقبال، ويقوي الإشارة المستلمة قبل أن تدخل مغذي الهوائي. ويمكن معايرة التقوية تدريجيا وحدها الأقصى حوالي 10dB من أجل 900 ميغا هرتز.[1]

وقد تم استخدام أدوات أداء البيانات الرئيسية وتسجيلات حركة الخلية لتحليل أداء TMA.

إدخال TMA في النظام يقود إلى تحسين أداء الوصلة الصاعدة uplink، وهذا يؤدي إلى زيادة التغطية.

إن تركيب TMA سوف تمكننا من زيادة قوة BTS (محطة القاعدة) بالحفاظ على معايرة الوصل وبالتالي زيادة مساحة تغطية الخلية. [5]

لكي نحقق التوازن بين اتجاهين للبث، يجب استخدام المعادلة التالية: [6]

$$P_{at\ BTS} = P_{at\ MS} + G_{div} - L_{fc}$$

حيث إن:

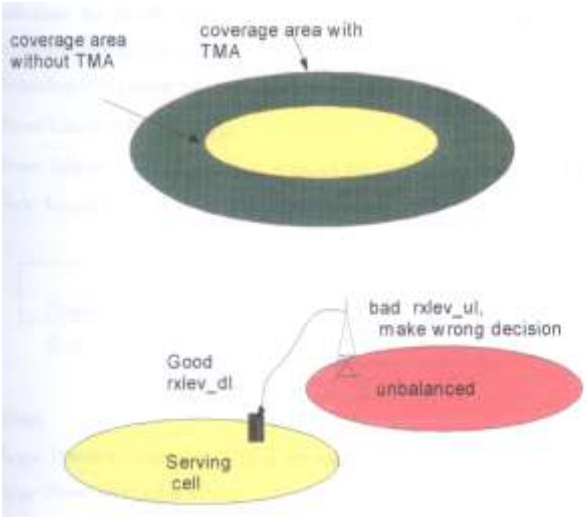
$P_{at\ BTS}$– شدة إرسال محطة القاعدة / dBm

$P_{at\ MS}$ – شدة إرسال محطة الموبايل / dBm

G_{div} – كسب تشتت.

L_{fc}– خسارة مغذي، وصلة عبور و موحد.

يبين الشكل (3–4) أثر[TMA] في تحسين التغطية الخليوية



الشكل (3–4): أثر TMA في تحسين التغطية الخليوية

تستخدم هذه الوسيلة عادة في المناطق الريفية حيث يكون التلوث الكهرطيسي منخفضا(مناطق محدودة الضجيج)

أما في المناطق ذات استخدام التردد المحدود (المجال الترددي محدود) لاينصح باستخدام TMA وذلك لأن مستوى الضجيج عال في هذه البيئة.

أما فيما يخص معايرة الطاقة فيمكن الحصول عليها بواسطة العلاقة التالية: [4-6]

$$\text{Power balance} = (P_{at\ BTS} - P_{at\ MS})$$
$$\text{Power balance} = P_{at\ MS} - L_{rf\ pathUL} + G_{BTS} + G_{div} + G_{LNA} - L_f) - (P_{BTS} - L_f + G_{BTS} - L_{rfpathDL})$$
$$\text{Power balance} = (P_{at\ BTS} - P_{at\ MS}) + G_{div} + G_{LNA} + (L_{rf\ pathDL} - L_{rf\ pathUL})$$

حيث:

$P_{at\ BTS}$ – شدة الإشارة BTS عند النقطة المرجعية في محطة القاعدة.

P_{atMS}– شدة الإشارة عند الهاتف الخليوي.

$L_{rf\ pathUL}$ – ضياع المسار RF في الوصلة الصاعدة.

$L_{rfpathDL}$ – ضياع المسار RF في الوصلة الهابطة.

G_{BTS} – ربح الهوائي BTS.

G_{div}– ربح تشتت.

G_{LNA} – كسب TMA.

L_f– خسارة المغذي.

2.3 طرق تحسين التغطية الداخلية:

التغطية الداخلية هي التغطية داخل المباني وفي مراكز المدن وعادةً تستخدم خلايا صغيرة تدعى بـ microcell تقوم بتأمين القسم الأكبر من التغطية الداخلية وخاصة في المناطق ذات الحركة الكبيرة مثل: المشافي، الملاعب، المجمعات التجارية الكبيرة. إن وجود الخلايا الصغيرة في المناطق المزدحمة سوف يحسن بالطبع التغطية الداخلية، ولكن لن نحصل على تغطية 100%. ومن المعرف أن ضياع المسار في المباني يتناقص مع ارتفاع البناء، هذا التأثير يعرف بكسب الارتفاع.

1.2.3 استخدام الهوائيات الداخلية والخلايا الصغيرة (Picocells):

غالباً ما يكون الحصول على تغطية داخلية جيدة باستخدام الترددات العالية أمراً صعباً، حيث يحدث لدينا انعكاس على جميع الأسطح الخارجية للمباني، فالنوافذ والجدران المسلحة والجدران الخشبية والإسمنت المسلح جميعها تعكس الإشارة وتمنعها من الدخول إلى داخل المبنى وبالتالي تكون التغطية الداخلية ضعيفة.

لتحسين التغطية الداخلية نحتاج الى طرق خاصة، ومن أهم هذه الطرق استخدام الهوائيات الداخلية والتي توضع في الغرف والممرات للمباني الكبيرة، وهذه الحلول تستخدم في (الأنفاق، المجمعات الحكومية، المطارات، ومحطات القطار.[2]

الشكل (3–5) يبين الهوائيات الداخلية

2.2.3 المكررات Repeaters:

تستخدم المكررات في الأماكن المغلقة التي لا نستطيع الحصول على تغطية جيدة فيها، حيث يكون المكرر موصولاً على المحطة الخليوية BTS. وتعتبر الملاعب من الأمثلة التي توضح الاستخدام الأمثل للمكرر، حيث يكون لدينا خلال أوقات المباريات عدد كبير من المشتركين وبالتالي يتم تركيب أكثر من مكرر ويتم وصل كل مكرر إلى محطة خليوية مستقلة محيطة بالملعب، وذلك بهدف توزيع الحمل على جميع المحطات الخليوية المجاورة. [3]

وقد قمنا بدراسة التغطية الداخلية وعلاقة شدة الإشارة بالجدران الخارجية للمبنى وكانت منصة الاختبار هي المحطة الخليوية في مشفى الباسل بطرطوس حيث تم قياس شدة الإشارة بشكل كامل داخل سكن الأطباء المجاور لمشفى الباسل والذي يمتد على مساحة ما يقارب 1500 م^2.

والعلاقة التي أخذت وتمت الدراسة عليها هي: [5] $L = 31.5+20 \log (d) +N_wW$.

حيث: L هو ضياع المسار في المبنى (dB).

d هو المسافة الفاصلة بين المحطة ونقطة الدراسة.

N_w هو عدد الجدران المخترقة.

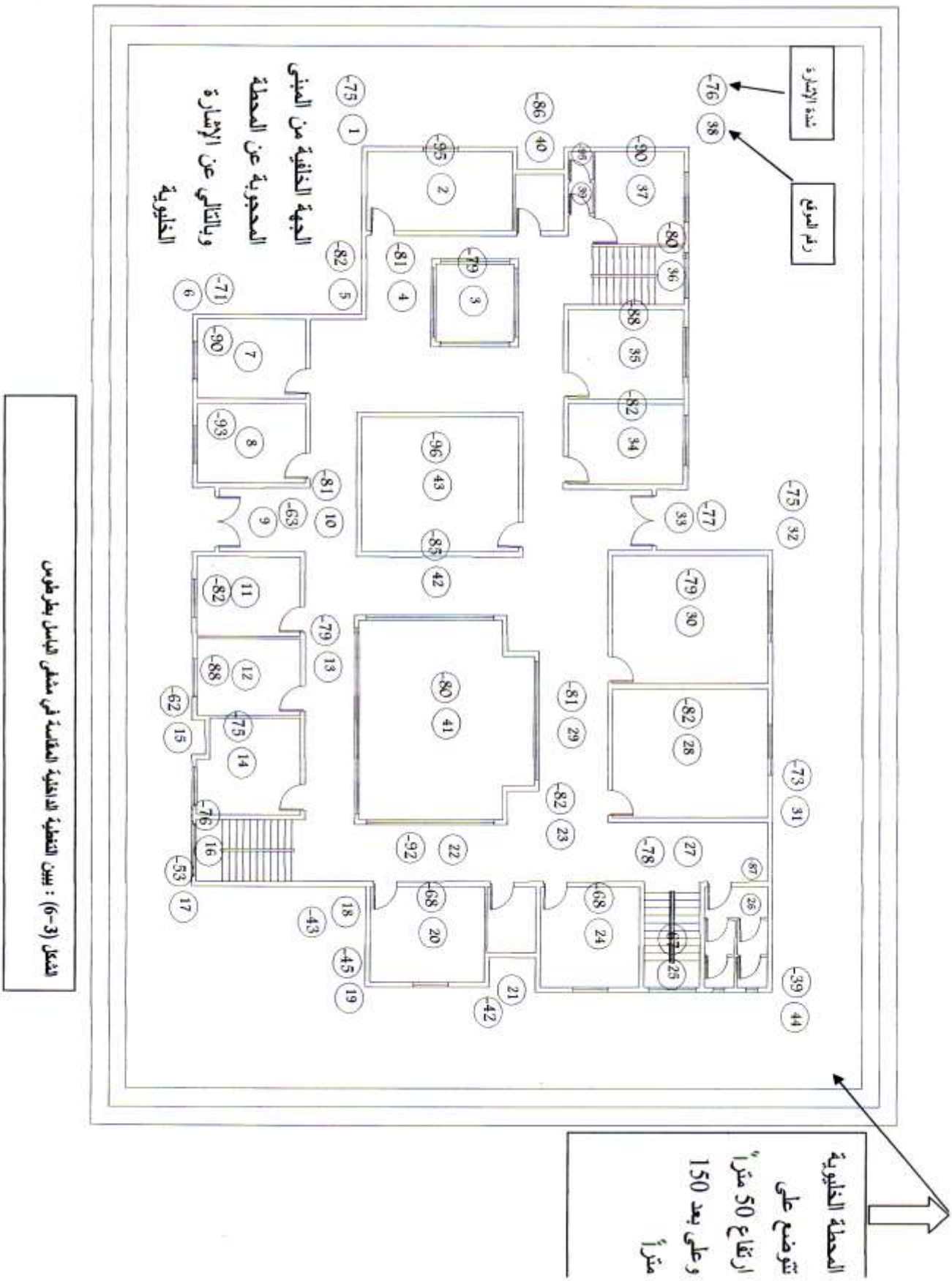
W هو قيمة الفقد التي يسببها الجدار.

ونميز في هذه العلاقة قيمة W التي تعبر عن قيمة الفقد الذي يسببه الجدار، وتأخذ قيمتين:

5 dB: في الجدران السميكة والإسمنت المسلح.

2 dB: في الجدران قليلة السماكة مثل النوافذ، الخشب، الأبواب...

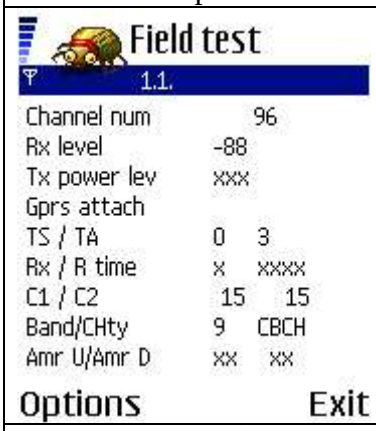
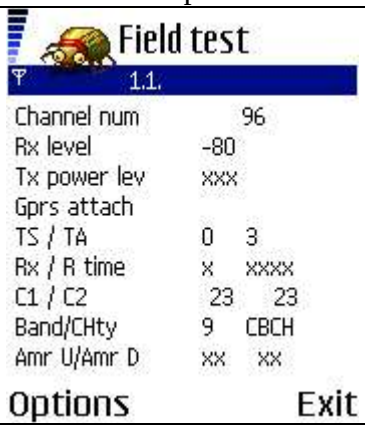
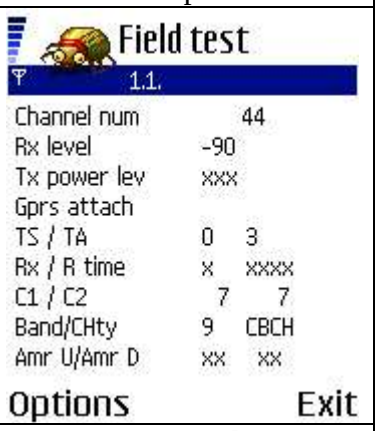
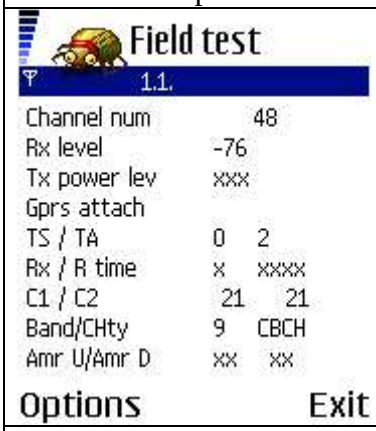
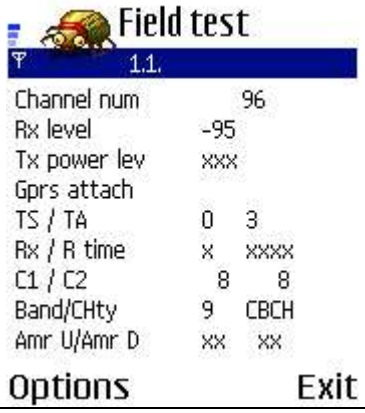
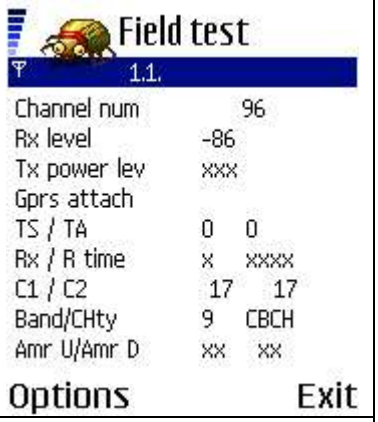
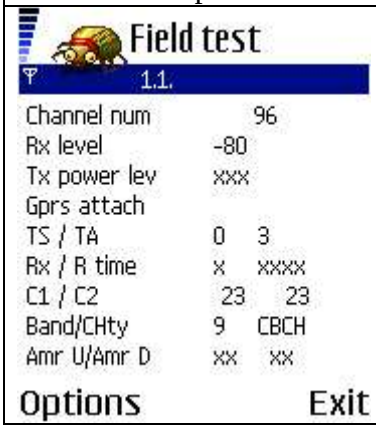
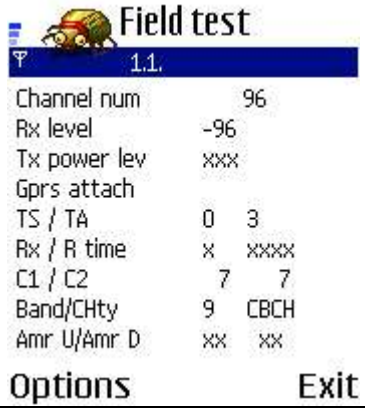
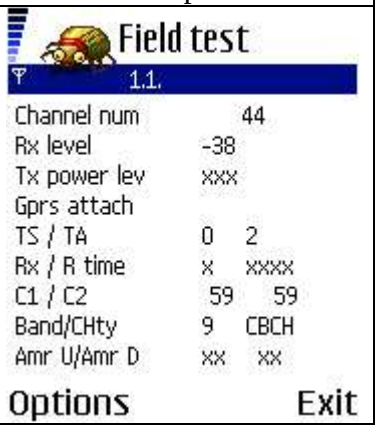
ويوضح الشكل (3-6) المخطط الداخلي لمبنى مشفى الباسل بطرطوس مبيناً عليه القيم العملية التي أخذت نتيجة القياس وهي تعبر عن شدة الإشارة المستقبلة RX Level:



الشكل (3-6) : يبين التغطية الداخلية المقاسة في مشفى الباسل بطرطوس

الشكل (3-7): يبين القياسات العملية المأخوذة.

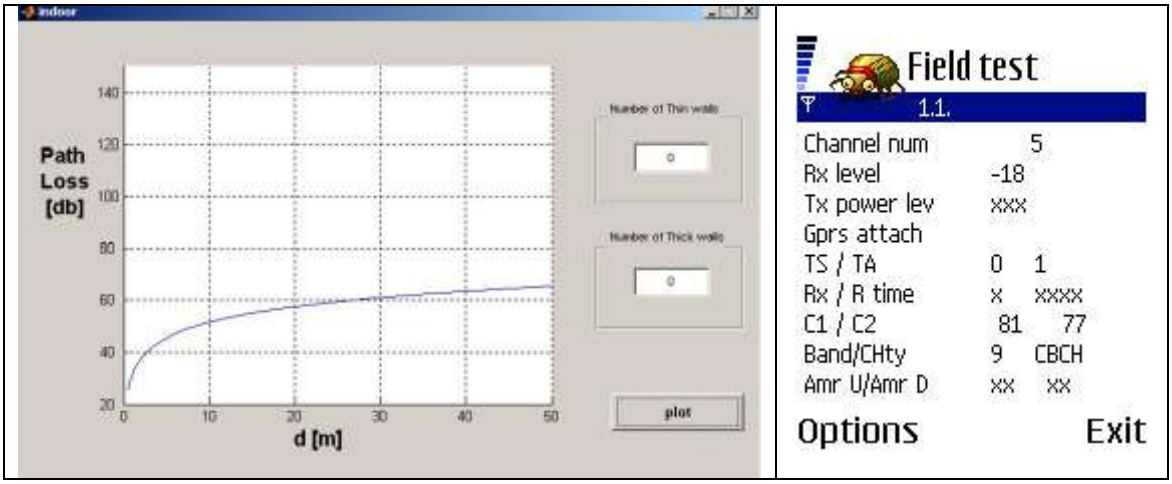
1- Hospital	2- Hospital	3- Hospital
Field test 1.1. Channel num 50 Rx level -75 Tx power lev xxx Gprs attach TS / TA 0 0 Rx / R time x xxxx C1 / C2 22 22 Band/CHty 9 CBCH Amr U/Amr D xx xx Options Exit	Field test 1.1. Channel num 96 Rx level -95 Tx power lev xxx Gprs attach TS / TA 0 3 Rx / R time x xxxx C1 / C2 8 8 Band/CHty 9 CBCH Amr U/Amr D xx xx Options Exit	Field test 1.1. Channel num 50 Rx level -79 Tx power lev xxx Gprs attach TS / TA 0 0 Rx / R time x xxxx C1 / C2 18 18 Band/CHty 9 CBCH Amr U/Amr D xx xx Options Exit
4- Hospital	**5- Hospital**	**6- Hospital**
Field test الجهة الخلفية من المبنى المحجوبة عن المحطة وبالتالي عن الإشارة الخليوية Amr U/Amr D xx xx Options Exit	Field test 1.1. Channel num 640 Rx level -82 Tx power lev xxx Gprs attach TS / TA 0 1 Rx / R time x xxxx C1 / C2 1 127 Band/CHty 18 CBCH Amr U/Amr D xx xx Options Exit	Field test 1.1. Channel num 640 Rx level -71 Tx power lev xxx Gprs attach TS / TA 0 1 Rx / R time x xxxx C1 / C2 12 138 Band/CHty 18 CBCH Amr U/Amr D xx xx Options Exit
7- Hospital	**8- Hospital**	**10- Hospital**
Field test 1.1. Channel num 50 Rx level -90 Tx power lev xxx Gprs attach TS / TA 0 3 Rx / R time x xxxx C1 / C2 7 7 Band/CHty 9 CBCH Amr U/Amr D xx xx Options Exit	Field test 1.1. Channel num 96 Rx level -93 Tx power lev xxx Gprs attach TS / TA 0 3 Rx / R time x xxxx C1 / C2 10 10 Band/CHty 9 CBCH Amr U/Amr D xx xx Options Exit	Field test 1.1. Channel num 96 Rx level -81 Tx power lev xxx Gprs attach TS / TA 0 3 Rx / R time x xxxx C1 / C2 22 22 Band/CHty 9 CBCH Amr U/Amr D xx xx Options Exit

35- Hospital	36- Hospital	37- Hospital
		
38- Hospital	39- Hospital	40- Hospital
		
41- Hospital	43- Hospital	44- Hospital
		

كما تمت نمذجة العلاقة السابقة بلغة MATLAB وتم رسم المنحنيات التي تعبّر عن مقدار ضياع شدة الإشارة بدلالة المسافة مع مراعاة عدد الجدران التي تخترقها الإشارة، وطبيعة كل جدار من حيث قيمة فقده للإشارة. وتوضح الأشكال التالية النتائج التي حصلنا عليها بيانياً، وبجانب كل شكل القيمة العملية التي حصلنا عليها من قياس شدة الإشارة بشكل عملي.

ملاحظة: 1- تم أخذ القياسات في نقطة تبعد عن هوائي المحطة 50 ± 5 m. المكان جامعة تشرين كلية الطب البشري.

2- باعتبار أن القيمة الحقيقية التي تشع من الهوائي تبلغ قيمتها 48 dB +



الشكل (3-8): يبين المنحني علاقة ضياع المسار بالمسافة في حال عدم وجود جدران

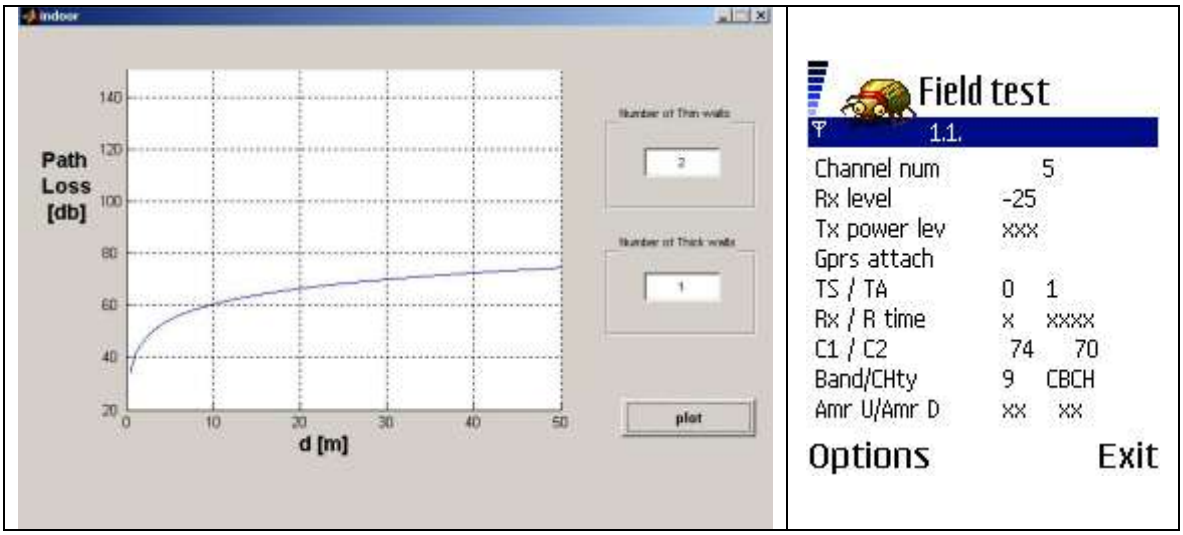
$L = 31.5+20 \log (d) +N_wW$; d = 50 m, (عدد الجدران) $N = 0 \Rightarrow$

$L = 31.5 + 20 \log (50) + 0 = 31.5 + 33.98 = 65.48$ dB

وهي قيمة ضياع المسار.

شدة الإشارة الخليوية = شدة الإشارة المرسلة من الهوائي – الفقد الحاصل للإشارة بسبب المسافة $\Leftarrow$

شدة الإشارة الخليوية = 48 – 65.48 = 17.48 dB - وهي متقاربة جداً من القيمة العملية التي حصلنا عليها كما لاحظنا في الشكل، وهذا ما يؤكد دراستنا.



الشكل (3–9): يبين المنحني العلاقة في حال لدينا جدار فقده 5 dB، وجداران فقدهما 2 dB

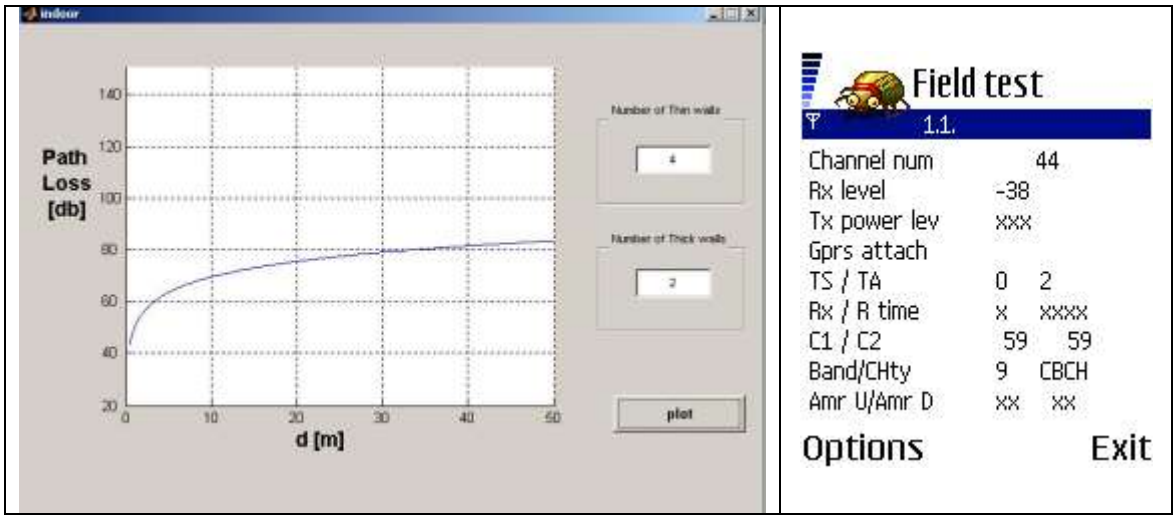
$L = 31.5+20 \log (d) +N_wW$; d = 50 m, $\Rightarrow$

$L = 31.5 + 20 \log (50) + (1\times5) + (2\times2) = 31.5 + 33.98 + 9 = 74.48$ dB

وهي قيمة ضياع المسار.

شدة الإشارة الخليوية = شدة الإشارة المرسلة من الهوائي – الفقد الحاصل للإشارة بسبب المسافة $\Leftarrow$

شدة الإشارة الخليوية = 48 – 74.48 = 26.48 dB -



الشكل (3–10): يبين المنحني العلاقة في حال لدينا جداران فقدهما 5 dB، وأربعة جدران فقدها 2 dB

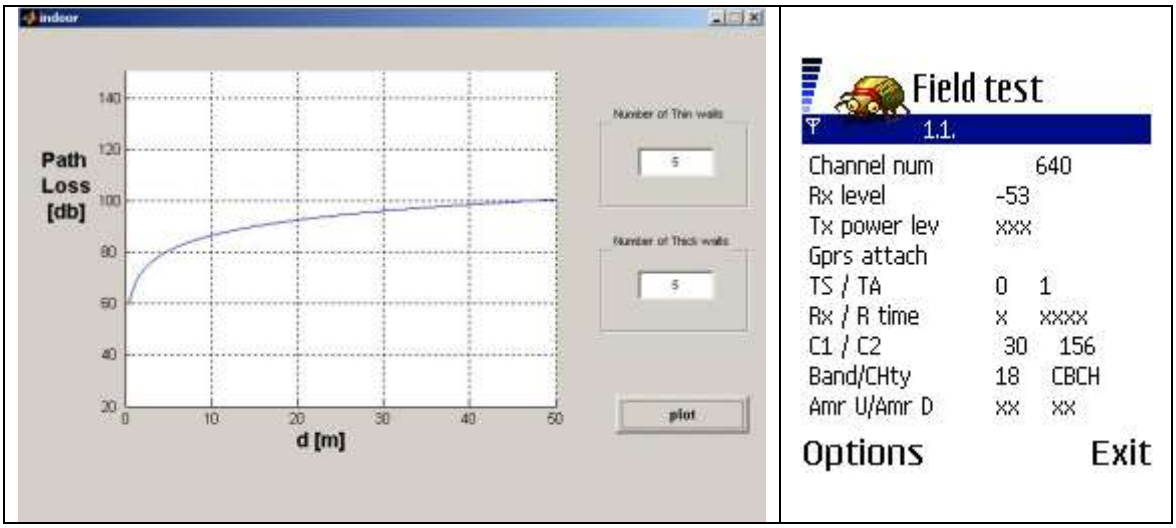
$L = 31.5+20 \log (d) +N_wW$; d = 50 m, $\Rightarrow$

$L = 31.5 + 20 \log (50) + (2\times5) + (4\times2) = 31.5 + 33.98 + 18 = 83.48$ dB

وهي قيمة ضياع المسار.

شدة الإشارة الخليوية = شدة الإشارة المرسلة من الهوائي – الفقد الحاصل للإشارة بسبب المسافة $\Leftarrow$

شدة الإشارة الخليوية = 48 – 83.48 = 35.48 dB -



الشكل (3–11): يبين المنحني العلاقة في حال لدينا خمسة جدران فقدها 5 dB، و خمسة جدران فقدها 2 dB

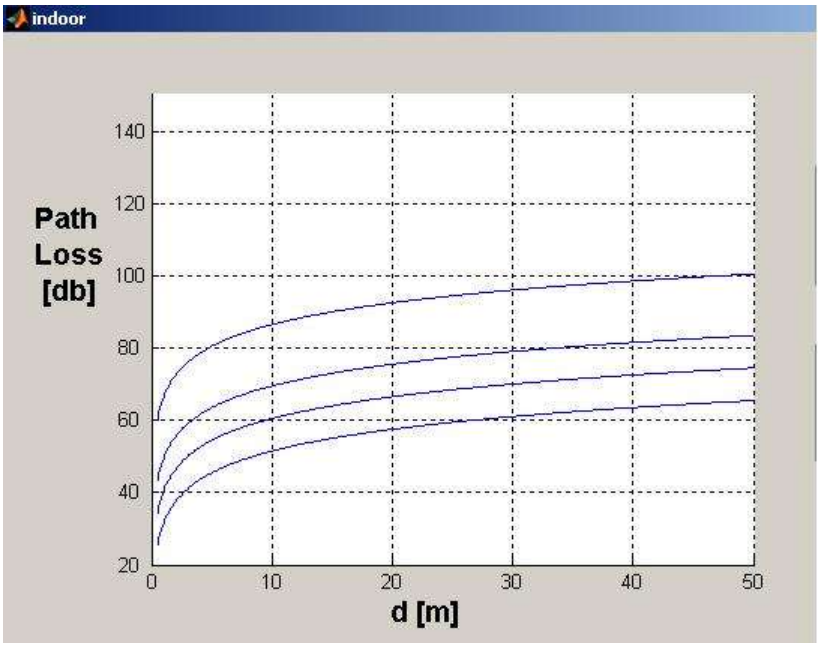
$L = 31.5+20 \log (d) +N_wW$; d = 50 m, $\Rightarrow$

$L = 31.5 + 20 \log (50) + (5\times5) + (5\times2) = 31.5 + 33.98 + 35 = 100.48$ dB

وهي قيمة ضياع المسار.

شدة الإشارة الخليوية = شدة الإشارة المرسلة من الهوائي – الفقد الحاصل للإشارة بسبب المسافة $\Leftarrow$

شدة الإشارة الخليوية = 48 – 100.48 = - 52.48 dB



الشكل (3–12): يبين المقارنة بين المنحنيات السابقة

الاستنتاجات والتوصيات:

نلاحظ أن التغطية هي حجر الأساس في الشبكة الخليوية، ولكن مع ذلك يكون الوصول إلى تغطية كاملة أمراً صعبا.

ونتيجة البحث يمكن تلخيص أهم النتائج كما يلي:

1-بينت الدراسة والتجارب العملية أن تحسن التغطية الداخلية لا يتم إلا بدراسة كاملة لنموذج الانتشار ولطبيعة الأبنية الموجودة ضمن المدن، وكذلك المجمعات الكبيرة، ودراسة علاقة شدة الإشارة بالجدران الخارجية للمباني.

2-تتعلق موازنة الشركة المشغلة الاقتصادية بشكل رئيسي بالتغطية، فالتغطية الجيدة الكاملة والإشارة ذات الجودة العالية هي التي تؤدي إلى إقبال المشتركين للتعامل مع هذه الشركة.

3-تم وضع برنامج بلغة Matlab فيما يخص التغطية الداخلية Indoor Coverage يوضح علاقة ضياع شدة الإشارة بالمسافة الفاصلة عن المحطة الخليوية مع مراعاة عدد الجدران التي تفصل بين المحطة والنقطة التي نقيس فيها، وكذلك مراعاة قيمة فقد كل جدار.

4-نلاحظ أن القيم العملية التي أخذت متقاربة مع النتائج التي حصلنا عليها من خلال دراسة العلاقات الرياضية، وهذا ما يؤيد الدراسة التي قمنا بها.

المراجع:

1- BALANIS, C.A. *Advanced Engineering Electromagnetic*. Wiley, NY, USA, 1989, 30-64.

2- SIWIAK, K. *Radiowave propagation and antennas for personal communications*. Artech House, Boston, USA, 1998,212-293.

3- SAUNDERS,S.R. *Antenna and propagation for wireless communication system*.wiley,September,1999,122-175.

4- WANG, T. N. C. *On Application of Cellular or PCS Off-Air On-Frequency Repeaters*. in proc.Asia pacific microwave conference, vol. 2, 1997, 537–539.

5- *Guideline For Implementing Microcells*. Ericsson Radio Systems AB 2005,12-64.

6- *Tower Mounted Amplifiers deployment strategy. Nokia Publications 2000, 32-68.*

7- GHANEM,K.A.. "*performance enhancement in GSM Network* "SUPERVISER:ABBAS,HASSAN.Tishreen University.2004,22-75.

8–محمد، ناجي. *تحسين السعة في الشبكات الخليوية GSM*. رسالة ماجستير، الدكتور المشرف: حسن عباس، جامعة تشرين،2003،42-72.

.

ملحق

نذكر فيما يلي الشيفرة البرمجية بلغة الماتلاب للبرنامج المستخدم في حساب شدة الإشارة الخليوية في التغطية الداخلية وعلاقتها بعدد الجدارن وطبيعتها

```
(function varargout = indoor(varargin
INDOOR M-file for indoor.fig %
INDOOR, by itself, creates a new INDOOR or raises the existing      %
.*singleton      %
%
H = INDOOR returns the handle to a new INDOOR or the handle to      %
.*the existing singleton      %
%
INDOOR('CALLBACK',hObject,eventData,handles,...) calls the local      %
.function named CALLBACK in INDOOR.M with the given input arguments      %
%
INDOOR('Property','Value',...) creates a new INDOOR or raises the      %
existing singleton*.  Starting from the left, property value pairs are      %
applied to the GUI before indoor_OpeningFunction gets called.  An      %
unrecognized property name or invalid value makes property application      %
.stop.  All inputs are passed to indoor_OpeningFcn via varargin      %
%
See GUI Options on GUIDE's Tools menu.  Choose "GUI allows only one*      %
."(instance to run (singleton      %
%
See also: GUIDE, GUIDATA, GUIHANDLES %

Edit the above text to modify the response to help indoor %

Last Modified by GUIDE v2.5 14-Mar-2007 07:29:24 %

Begin initialization code - DO NOT EDIT %
;gui_Singleton = 1
.. .،gui_State = struct('gui_Name',       mfilename
.. .،gui_Singleton',  gui_Singleton'
.. .،gui_OpeningFcn', @indoor_OpeningFcn'
.. .،gui_OutputFcn',  @indoor_OutputFcn'
.. . ،[]  ،'gui_LayoutFcn'
;([]   ،'gui_Callback'
({if nargin && ischar(varargin{1
;({gui_State.gui_Callback = str2func(varargin{1
end

if nargout
;({:}varargout{1:nargout}] = gui_mainfcn(gui_State, varargin]
else
;({:}gui_mainfcn(gui_State, varargin
end
```

```
End initialization code - DO NOT EDIT %

global L d N1 N2 W1 W2



.Executes just before indoor is made visible --- %
(function indoor_OpeningFcn(hObject, eventdata, handles, varargin
.This function has no output args, see OutputFcn %
hObject    handle to figure %
eventdata  reserved - to be defined in a future version of MATLAB %
(handles    structure with handles and user data (see GUIDATA %
(varargin   command line arguments to indoor (see VARARGIN %

Choose default command line output for indoor %
؛handles.output = hObject

Update handles structure %
؛(guidata(hObject, handles

(UIWAIT makes indoor wait for user response (see UIRESUME %
؛(uiwait(handles.figure1 %


.Outputs from this function are returned to the command line --- %
(function varargout = indoor_OutputFcn(hObject, eventdata, handles
؛(varargout  cell array for returning output args (see VARARGOUT %
hObject    handle to figure %
eventdata  reserved - to be defined in a future version of MATLAB %
(handles    structure with handles and user data (see GUIDATA %

Get default command line output from handles structure %
؛varargout{1} = handles.output



(function edit1_Callback(hObject, eventdata, handles
؛global N1
؛(('N1=str2double(get(hObject,'String
(hObject    handle to edit1 (see GCBO %
eventdata  reserved - to be defined in a future version of MATLAB %
(handles    structure with handles and user data (see GUIDATA %

Hints: get(hObject,'String') returns contents of edit1 as text %
str2double(get(hObject,'String')) returns contents of edit1 as a double       %


.Executes during object creation, after setting all properties --- %
```

```
(function edit1_CreateFcn(hObject, eventdata, handles
(hObject    handle to edit1 (see GCBO %
eventdata  reserved - to be defined in a future version of MATLAB %
handles    empty - handles not created until after all CreateFcns called %

.Hint: edit controls usually have a white background on Windows %
.See ISPC and COMPUTER      %
if ispc && isequal(get(hObject,'BackgroundColor'),
((('get(0,'defaultUicontrolBackgroundColor
؛('set(hObject,'BackgroundColor','white
end
؛global N1
؛((('N1=str2double(get(hObject,'String


(function edit2_Callback(hObject, eventdata, handles
؛global N2
((('N2 = str2double(get(hObject,'String
(hObject    handle to edit2 (see GCBO %
eventdata  reserved - to be defined in a future version of MATLAB %
(handles    structure with handles and user data (see GUIDATA %

Hints: get(hObject,'String') returns contents of edit2 as text %
str2double(get(hObject,'String')) returns contents of edit2 as a double      %


.Executes during object creation, after setting all properties --- %
(function edit2_CreateFcn(hObject, eventdata, handles
(hObject    handle to edit2 (see GCBO %
eventdata  reserved - to be defined in a future version of MATLAB %
handles    empty - handles not created until after all CreateFcns called %

.Hint: edit controls usually have a white background on Windows %
.See ISPC and COMPUTER      %
if ispc && isequal(get(hObject,'BackgroundColor'),
((('get(0,'defaultUicontrolBackgroundColor
؛('set(hObject,'BackgroundColor','white
end

؛global N2
((('N2 = str2double(get(hObject,'String


.Executes on button press in pushbutton1 --- %
(function pushbutton1_Callback(hObject, eventdata, handles

global L
global d
```

```
global N1
global N2
global  W1
global W2
؛W1=2
؛W2=5
؛d=0.5:0.1:50
(disp(N2
؛(L=31.5+20*log10(d)+(N1*W1)+(N2*W2
hold on
؛(plot(d,L
(hObject    handle to pushbutton1 (see GCBO %
eventdata  reserved - to be defined in a future version of MATLAB %
(handles    structure with handles and user data (see GUIDATA %
```