

## دراسة تحسين السعة في نظام GSM

الدكتور حسن عباس \*

ناجي محمد \*\*

(قبل للنشر في 2004/8/26)

### □ الملخص □

يهدف هذا البحث إلى تحسين السعة في نظام خلوي بهدف الوصول إلى نظام يلبي حاجات المستخدمين المتزايدة.

وقد تم اعتبار الحركة تتوزع في المنطقة المدروسة بشكل منتظم. وتم إجراء مقارنة فقد المسار في حال استخدام نمط Hata Okumura وف يحال الفراغ الحر. ومن ثم دراسة تقديرات التغطية ومفهوم المنطقة الفعالة واحتمالية كون مستوى الإشارة أكبر من مستوى العتبة وعلى أساس القيم المفروضة يتم حساب نصف قطر الخلية. ومن ثم دراسة حمل الحركة في موقعي خليتين في منطقة معينة وحساب حمل الحركة التي تقدمها الخلية وحمل الحركة ساعة المشغولية ومقدار الزيادة في السعة التي تقدمها الخلية من خلال إضافة ترددات إلى موقع الخلية. كما تم استخدام MATLAB 6.1 في إجراء بعض الحسابات وتوضيح العلاقات.

---

\*أستاذ مساعد في قسم الهندسة الاتصالات-كلية الهندسة الميكانيكية والكهربائية-جامعة تشرين - اللاذقية-سوريا.  
\*\* طالب ماجستير في قسم الهندسة الاتصالات-كلية الهندسة الميكانيكية والكهربائية-جامعة تشرين - اللاذقية-سوريا.

## Optimizing the Capacity in GSM

Dr. Hassan Abas \*  
Naji Mohammad\*\*

(Accepted 26/8/2004)

### □ ABSTRACT □

This research aims to improve the capacity in a cellular system to obtain a system which satisfies the increased user's needs.

We considered that the traffic distributes uniformly in the studied region. In addition to, we compared the free space path loss model with Okumura-Hata model, and studied the coverage estimation, area reliability, the probability of being the signal level above the threshold level, and we calculated the cell radius depending on the virtual values.

We studied the traffic load in two cell sits, and evaluated the traffic load that a cel can support, the amount of traffic in busy hour, and the capacity increase by adding new frequencies to the cell sits. At last we used Matlab 6.1 to achieve many calculations and to illustrate the relations.

---

\*Associate Professor, Department Of Communicating Engineering, Faculty Of Mechanical And Electrical Engineering, Tishreen, Lattakia,Syria.

\*\*Master Student, Department Of Communicating Engineering, Faculty Of Mechanical And Electrical Engineering, Tishreen, Lattakia,Syria.

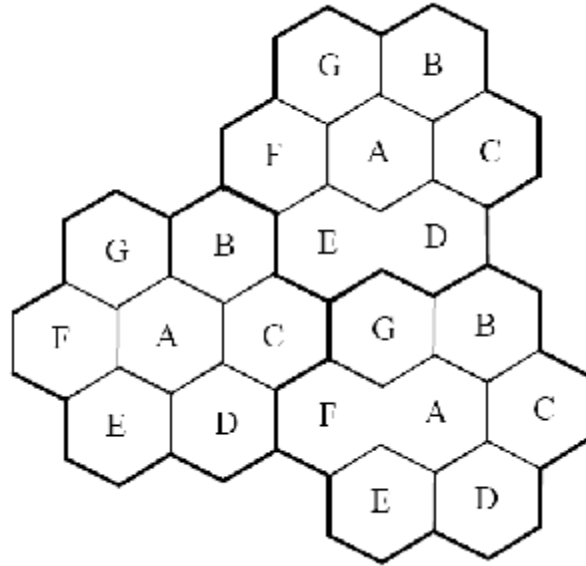
## مقدمة:

تهدف تلك الدراسة إلى تحسين السعة في نظام خلوي يحقق جودة وفعالية من الناحية الاقتصادية والخدمية. وقد تم وضع المبادئ الأساسية لأي نظام خلوي [1] وهي :

- إمكانية النمو
- تحقيق سعة كبيرة
- استخدام فعال للطيف
- إنجاز خدمة ذات جودة عالية

ويستفاد نظام GSM900 المستخدم من مميزات وتقنيات النفاذ FDMA و TDMA اللذين يسمحان لثمانية مشتركين بالنفاذ على حامل واحد، كما أن النمو الهائل والمنتشر للمشاركين يتطلب تحقيق نظام ذا سعة وجودة خدمة عاليين.

يعتبر المفهوم الخلوي تطورا هاما في حل مشكلة ازدحام الطيف وسعة المشترك بحيث يقدم سعة عالية من أجل طيف راديوي محدود بدون أي تغييرات تكنولوجية، أي إنه يبحث عن طريقة لاستخدام القنوات المتوفرة لديه بشكل أكثر فعالية عن طريق استخدام مرسلات ذات طاقة منخفضة وذلك لكي تسمح بإعادة استخدام التردد على مسافات قصيرة وبالتالي نزيد عدد مرات إعادة استخدام القناة في منطقة جغرافية معينة، والذي يعتبر المفتاح الرئيسي في تصميم النظام الخلوي.



شكل (1): يمثل إعادة استخدام التردد من أجل  $N=7$

كما هو واضح من الشكل فإن الخلايا التي لها نفس الأرقام تملك نفس مجموعة الترددات والمسافة بين خليتين تستخدمان نفس التردد تعطي بالعلاقة:

$$D = R\sqrt{3N} \quad (1)$$

R: نصف قطر الخلية.

إذا اعتبرنا أن مساحة الخلايا ثابتة، فإن كل خلية ترسل نفس الطاقة وهذا سيجعل تداخل القناة المجاورة مستقل عن الطاقة المرسل من كل خلية وسوف يكون تابع لكل من النسبة  $D/R$  والتي تدعى معامل إعادة استخدام القناة  $q$  :

$$q = \frac{D}{R} = \sqrt{3N} \quad (2)$$

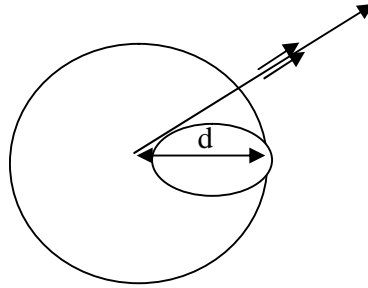
حيث  $D$  تابع لكل من  $N_1, S/I$

$N_1$  عدد الخلايا المتداخلة في الإطار الأول

$S/I$  نسبة الإشارة إلى التداخل

## فقد المسار :Path Loss

تتشابه قوانين انتشار الموجة الراديوية مع قوانين انتشار الأشعة الضوئية، حيث تنتشر الأشعة من خلال خط مباشر LOS كما تتعرض للانكسار والانعكاس والتبعثر وغير ذلك ولكن هناك اختلاف من حيث طول الموجة. ويتناقص معدل الطاقة المستقبلية عند  $MS$  كلما تحرك المشترك بعيدا عن  $BS$  وهذا ما يعرف بمفهوم فقد المسار path loss. وعلى افتراض هوائي في منطقة الفضاء الحر فإن الإشعاع في كل الاتجاهات متساو حيث من الممكن حساب كثافة الطاقة المستقبلية على مسافة  $d$  من الهوائي وهي الطاقة التي تعبر من خلال سطح كرة نصف قطرها  $d$  ولكن مساحة سطح الكرة  $4\pi d^2$ .



شكل (2) يمثل كثافة الطاقة المستقبلية

و تعطي الطاقة المستقبلية لكل وحدة مساحة:

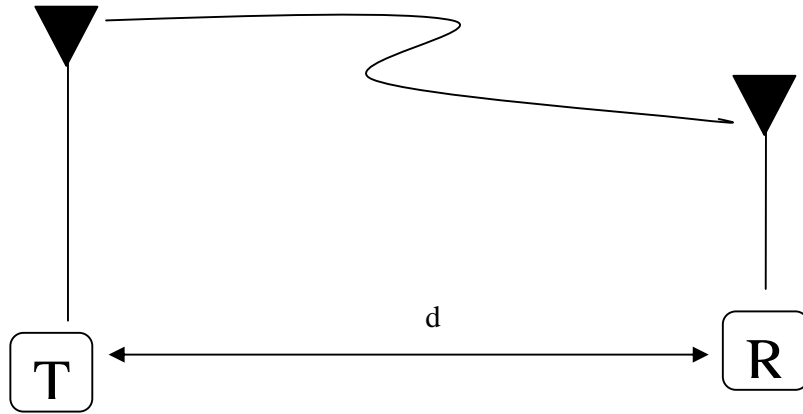
$$p_R = \frac{P_T}{4\pi d^2} \quad (3)$$

حيث :

$P_T$ : كثافة الطاقة عند المرسل

$P_R$ : كثافة الطاقة المستقبلية

$d$ : المسافة بين المرسل والمستقبل



شكل (3): نموذج مبسط لفقد المسار في الفراغ الحر

لنأخذ النظام الممثل بالشكل (3) الذي يستخدم هوائيا اتجاهيا ويملك معامل ربح  $G_T$ , وتعطى العلاقة بين معامل ربح المستقبل  $G_R$  والمنطقة الفعالة  $A_R$  [2] بالعلاقة:

$$G_R = \frac{4pA_e}{l^2} \quad (4)$$

$$l = \frac{c}{f}$$

حيث:  $f$ : تردد الإرسال

$c$ : سرعة الانتشار في الفضاء الحر  $3 \times 10^8 \text{ m/s}$

$A_e$ : المساحة الفعالة والتي تكون أقل من المساحة الفيزيائية بمعامل الفاعلية  $r_R$  الذي يتراوح بين 60 و 80 بالمئة. وبالتالي فالطاقة المستقبلة الكلية هي :

$$P_R = A_R p_R \quad (5)$$

بتعويض  $p_R$  و  $A_R$  نجد أن :

$$P_R = \left[ \frac{l}{4pd} \right]^2 P_T G_T G_R \quad (6)$$

المعادلة تتضمن فقد الطاقة من خلال انتشار الموجة المرسل. وتعديل المعادلة السابقة إذا أخذنا بعين

الاعتبار بعض الضياع كالامتصاص الجوي أو الضياع الحراري من الهوائي :

$$\frac{P_R}{P_T} = \left[ \frac{l}{4pd} \right]^2 \frac{G_T G_R}{L_0} \quad (7)$$

$$\frac{P_R}{P_T} = \frac{G_T G_R}{L_0 L_p}$$

$L_p$ : يشير إلى الضياع المترافق من خلال انتشار الموجة من المرسل إلى المستقبل ويعتمد على تردد الحامل والمسافة  $d$  وهذا الضياع موجود بشكل دائم.  
 $L_0$ : معامل الضياع الإضافي

$$P_R = 20 \log \left[ \frac{I}{4pd} \right] + P_T + G_R - L_p \quad (8)$$

المعامل  $20 \log \left[ \frac{I}{4pd} \right]$  الضياع في الفضاء الحر

## أنماط الانتشار: Propagation Model

تستخدم أنماط الانتشار لتحديد عدد مواقع الخلايا المطلوبة لتأمين تغطية للشبكة، يعتمد التصميم الأولي للشبكة على تأمين التغطية ومن ثم يتجه التصميم على أساس السعة. ويتأثر أداء الشبكة باختيار نمط الانتشار لاستخدامه بتنبؤات التداخل، فعلى سبيل المثال إذا كان نمط الانتشار غير دقيق بمقدار 6dB فإن النسبة S/I يمكن أن تكون 23dB أو 11dB عند التصميم على القيمة S/I=17dB. واعتمادا على حالات الحركة فإن التصميم عند قيم مرتفعة للنسبة S/I يكون لها تأثير سلبي من الناحية الاقتصادية ومن جانب آخر فإن التصميم عند قيم منخفضة للنسبة S/I ستؤثر على جودة الخدمة. ويوجد عدة أنواع لأنماط الانتشار:

سنأخذ هنا نمط Hata-Okumura [3] حيث معظم أدوات الانتشار تستخدم هذا النوع، والعلاقات التالية تستخدم لتحديد الضياع المتوسط  $L_{50}$  وهذا النمط يطبق في البيئة المفتوحة والمدن والضواحي:

$$L_{50} = 69.55 + 26.16 \log f_c - 13.28 \log h_b - a(h_m) + (44.9 - 6.55h_b) \log(d) \quad (9)$$

حيث:

$f_c$ : التردد مقدرا (MHZ)

$L_{50}$ : متوسط فقد المسار (dB)

$h_b$ : ارتفاع هوائي المحطة (m)

$a(h_m)$ : معامل التصحيح لارتفاع هوائي الخلوي

$d$ : المسافة بين المشترك الخلوي والمحطة

و المجال لبارامترات نمط Hata

$$150 \leq f_c \leq 1,500 \text{ MHZ}$$

$$30 \leq h_b \leq 200 \text{ m}$$

$$1 \leq h_m \leq 10 \text{ m}$$

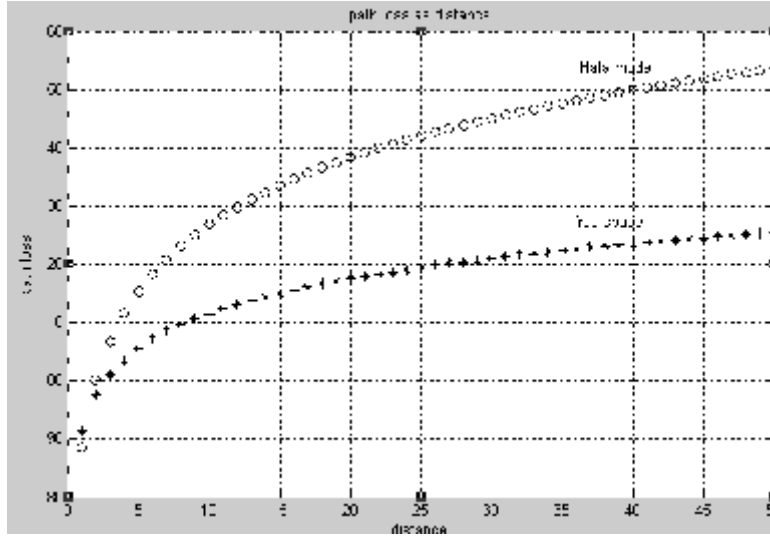
$a(h_m)$  معامل التصحيح وهو تابع لحجم منطقة التغطية فمن أجل مدينة صغيرة ومتوسطة الحجم يعطى بالعلاقة:

$$a(h_m) = (1,1 \log f_c - 0,7)h_m - (1,56 \log f_c - 0,8) \quad (10)$$

وكما يعطى فقد المسار في منطقة فراغ حر بالعلاقة التالية:

$$L_f = 32,4 + 20 \log f_c + 20 \log(d) \quad (11)$$

من العلاقات السابقة يكمن إجراء مقارنة لفقد المسار في الفراغ وبيئة المدينة باستخدام نمط Hata-Okumara، نلاحظ فقد المسار في الفراغ الحر أقل منه في بيئة المدينة كما هو موضح بالشكل وبازدياد المسافة يزداد فقد المسار والعكس صحيح.



شكل (4): المقارنة بين فقد المسار في الفراغ الحر ونمط Hata

## تقديرات التغطية Coverage Estimation

تعتبر حسابات التغطية المعتمدة على التنبؤات غير كافية ومن المهم أن نحصل على قياسات شدة الإشارة في منطقة الخدمة، معرفة، حساب موثوقية كل من حافة الخلية، منطقة التغطية، هامش خفوت الظل [4]. حيث معدل الطاقة المستقبلية يتناقص لوغاريتميا مع المسافة. يعطى معدل فقد المسار بالعلاقة التالية:

$$\overline{PL(d)} = A + B \log\left(\frac{d}{d_0}\right) \quad (12)$$

$\overline{PL(d)}$ : تعبر عن معدل فقد المسار عند مسافة  $d$  من المرسل ،

$d_0$ : مسافة مرجعية، وتختار عادة 1Km

قيم  $A$  و  $B$  تعتمد على عدة عوامل تتضمن بيئة الانتشار وتردد التشغيل وارتفاع المرسل.

المعادلة (12) تعطي فقط معدل فقد المسار ولا تعطي التغيرات بتغير الموقع والقياسات تشير بأنه من أجل

قيمة للمسافة  $d$  فإن فقد المسار يتبع توزيع تابع لوغاريتمي:

$$PL(d) = \overline{PL(d)} + X = A + B \log\left(\frac{d}{d_0}\right) + X \quad (13)$$

حيث  $X$  القيمة المتوسطة لتابع غاوص العشوائي وله انحراف  $s$  (dB) ويعطى تابع الكثافة الاحتمالية للقيمة  $X$  :

$$P(X) = \frac{1}{s\sqrt{2p}} \exp\left(-\frac{x^2}{2s^2}\right) \quad (14)$$

و يعطى معدل الطاقة المستقبلية عند المسافة  $d$  من المرسل ذو الاستطاعة  $PT$  :

$$\overline{PR(d)} = PT - \overline{PL(d)} \quad (15)$$

وتعطى الطاقة المستقبلية :

$$PT(d) = PT - PL(d) \quad \text{dBm} \quad (16)$$

يمكن أن يوصف التوزيع الفعال لقوة الإشارة المستقبلية بتابع قيمته المتوسطة  $\overline{P_R(d)}$  وانحرافه  $s^2$  :

$$N(\overline{P_R(d)}, s^2) \quad (17)$$

$PL(d)$  متغير عشوائي. ويمكن استخدام التابع  $Q$  أو تابع الخطأ  $\text{erf}$  لتحديد احتمالية إن مستوى الإشارة المستقبلية ستتجاوز (أو تكون أقل) من مستوى معين ويحدد التابع  $Q$  :

$$Q(Z) = \frac{1}{\sqrt{2p}} \int_Z^{\infty} e^{-\frac{x^2}{2}} dx = \frac{1}{2} \left[1 - \text{erf}\left(\frac{Z}{\sqrt{2}}\right)\right] \quad (18)$$

$$Q(Z) = 1 - Q(-Z)$$

وتحسب احتمالية كون الإشارة المستقبلية تتجاوز قيمة معينة  $P_{MIN}$  باستخدام تابع الكثافة التراكمي CDF :

$$P[P_R(d) > P_{MIN}] = Q\left(\frac{\overline{P_R(d)} - P_{MIN}}{s}\right) \quad (19)$$

و احتمال كون الإشارة المستقبلية أقل من القيمة  $P_{MIN}$  :

$$P[P_R(d) < P_{MIN}] = Q\left(\frac{\overline{P_R(d)} - P_{MIN}}{s}\right) \quad (20)$$

باستخدام هامش خفوت الظل shadowing يمكننا تصميم نظام بموثوقية تغطية معينة. ويمكن أن نحسب الهامش المطلوب لتصميم تلك النظام. هامش الخفوت FMS الذي يضمن موثوقية مطلوبة عند حدود وحواف الخلية  $F(Z)$  :

$$FMS = Zs \quad (21)$$

$$F(Z) = 1 - Q(Z)$$



لتصميم نظام يحقق جودة عند حواف الخلية  $F(Z)$  فإن القيمة المتوسطة للإشارة المستقبلية  $\overline{P_R(d)}$  عند حافة الخلية وعند مسافة  $R$  من المحطة تعطى بالعلاقة:

$$\overline{P_R(R)} = P_{MIN} + FMs \quad (22)$$

توجد علاقة بين الموثوقية لمنطقة الخلية وعند حرف الخلية ولكن نتيجة التغيرات العشوائية للخفوت لذلك في بعض المواقع ضمن منطقة التغطية يمكن أن تكون مستوى الإشارة أقل من قيمة معينة. ولنحسب  $F_u$  جزء من منطقة الخدمة الفعالة [5] (النسبة المئوية من المنطقة بحيث الإشارة المستقبلية تساوي أو أكثر من  $P_{MIN}$ ) والمعروف باحتمالية التغطية عند حدود الخلية.

بافتراض  $d=r$  المسافة القطرية من المرسل وبالتالي فإن  $\Pr[P_R(r) > P_{MIN}]$  احتمالية الإشارة المستقبلية عند المسافة  $d=r$  تتجاوز العتبة  $P_{MIN}$  ضمن  $dA$ :

$$F_u = \frac{1}{\rho R^2} \int_0^R \Pr[P_{R(r)} > P_{MIN}] dA = \frac{1}{\rho R^2} \int_0^R \int_0^{2\pi} \Pr[P_R(r) > P_{MIN}] dr dq \quad (23)$$

و لدينا:

$$\Pr[P_R(r) > P_{MIN}] = Q\left[\frac{P_{MIN} - \overline{P_R(r)}}{s}\right] = \frac{1}{2} - \frac{1}{2} \operatorname{erf}\left[\frac{P_{MIN} - \overline{P_R(r)}}{s\sqrt{2}}\right] \quad (24)$$

$$\Pr[P_R(r) > P_{MIN}] = \frac{1}{2} - \frac{1}{2} \operatorname{erf}\left[\frac{P_{MIN} - [PT - (\overline{PL(d_o)} + 10n \log(r/d_o))]}{s\sqrt{2}}\right] \quad (25)$$

لكي نحدد فقد المسار كمرجع لحدود الخلية  $(r=R)$ :

$$\overline{PL(r)} = B \log\left(\frac{R}{d_o}\right) + B \log\left(\frac{r}{R}\right) + A \quad (26)$$

و يمكننا أن نستنتج:

$$\Pr[P_R(r) > P_{MIN}] = \frac{1}{2} - \frac{1}{2} \operatorname{erf}\left[\frac{P_{MIN} - [PT - (A + B \log(r/d))]}{s\sqrt{2}}\right] \quad (27)$$

بفرض أن:

$$a = (P_{MIN} - P_T + A + B \log(R/d_o)) / s\sqrt{2} \quad (28)$$

$$b = (B \log e) / s\sqrt{2}$$

نجد:

$$F_u = \frac{1}{2} - \frac{1}{R^2} \int_0^R \operatorname{erf}\left[a + b \log \frac{r}{R}\right] dr \quad (29)$$

بتعويض:  $t = a + b \log(r/R)$  ويمكن أن نجد:

$$F_u = \frac{1}{2} [1 - \operatorname{erf}(a) + \exp\left[\frac{1-2ab}{b^2}\right] [1 - \operatorname{erf}\left[\frac{1-ab}{b}\right]]] \quad (30)$$

باختيار مستوى الإشارة  $\overline{P_r(R)} = P_{MIN}$  وهذا يعني أن  $a = 0$  ويكون التابع  $F_u$ :

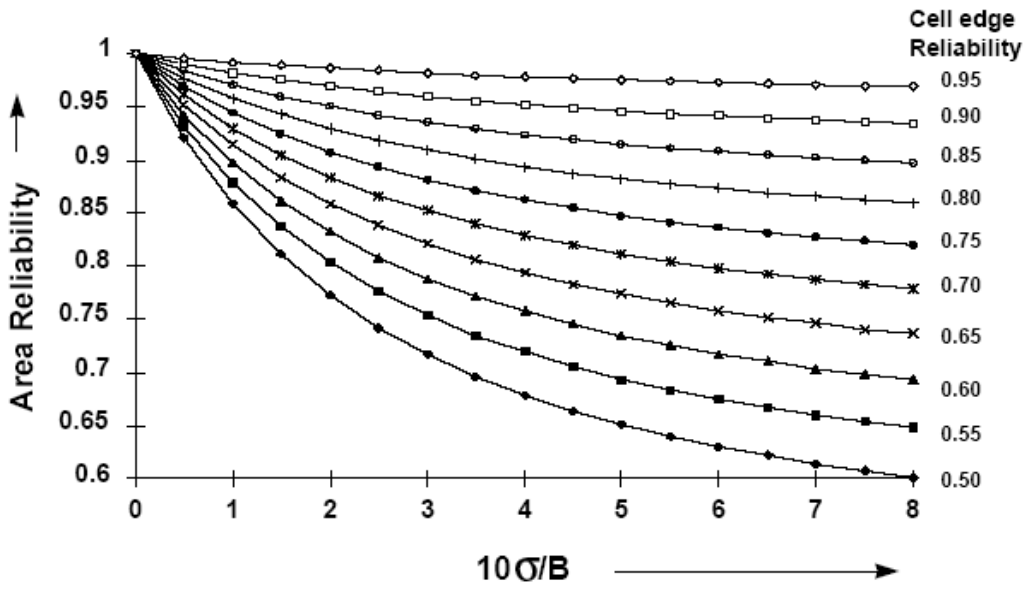
$$F_u = \frac{1}{2} [1 + \exp(\frac{1}{b^2})(1 - \text{erf}(\frac{1}{b}))] \quad (31)$$

ومن المعادلة (30) يمكن تمثيل العلاقة بين احتمالية مستوى الإشارة يتجاوز قيمة معينة والنسبة المئوية من

منطقة التغطية التي تتجاوز فيها الإشارة قيمة معينة والمعاملين  $S$  و  $B = 10 * n$  حيث  $n$  المعامل الأسّي لفقد المسار.

فمثلا من أجل  $S = 8, B = 40$  وعند احتمالية أن تتجاوز مستوى الإشارة قيمة العتبة 75%. وبالعودة إلى

المخطط نجد بإجراء التقاطع أن المنطقة الفعالة من منطقة التغطية التي تتجاوز فيها مستوى الإشارة قيمة العتبة تساوي 94%



شكل (5) يمثل العلاقة بين المنطقة الفعالة واحتمالية الإشارة أكبر من قيمة معينة

ولنحدد عدد الخلايا المطلوبة في المنطقة المدروسة. نختار الشكل المسدس للخلية لتغطية منطقة معينة

وحيث يتطلب عدد قليل من المرسلات وبكلفة أقل.

تعطى مساحة الخلية بالعلاقة التالية:  $a = 2.5981 * r^2$  فإذا كانت مساحة المنطقة المطلوب تغطيتها

$A$  فإن العدد الكلي للخلايا:

$$N = \frac{A}{a} = \frac{A}{2.6 * r^2}$$

طاقة الإرسال:  $P_T = 20W$

$s = 8dB$

معامل فقد المسار  $n = 4$

من أجل  $R = r$

$$\Pr[P_R(r) > P_{MIN}] = \frac{1}{2} - \frac{1}{2} \operatorname{erf}\left[\frac{P_{MIN} - [PT - (\overline{PL}(d_o) + 10n \log(r/d_o))]}{s \sqrt{2}}\right]$$

$\overline{PL}(d_o)$ : معدل فقد المسار من أجل قيمة مرجعية وتحسب قيمته من أجل:

$$f_c = 900 \text{ MHz}$$

$$d = 1 \text{ KM}$$

$$h_b = 40 \text{ m}$$

$$h_m = 2 \text{ m}$$

$$\text{b } \overline{PL}(d_o) = 96.34 \text{ dB}$$

ولحساب نصف القطر من أجل المعطيات التالية:

مستوى الإشارة المطلوبة: -90dB ولتلي تغطية 90% من كل خلية

$$\Pr[P_R(r) > P_{MIN}] = 0.9$$

$$p_T = 20 \text{ W} = 13 \text{ dB}$$

$$P_{MIN} = -90 \text{ dB}$$

$$s = 8 \text{ dB}$$

بالتعويض بالمعادلة السابقة نجد :

$$0.9 = \frac{1}{2} - \frac{1}{2} \operatorname{erf}\left[\frac{-90 - [13 - 96.39617 + 40 \log(r)]}{8\sqrt{2}}\right]$$

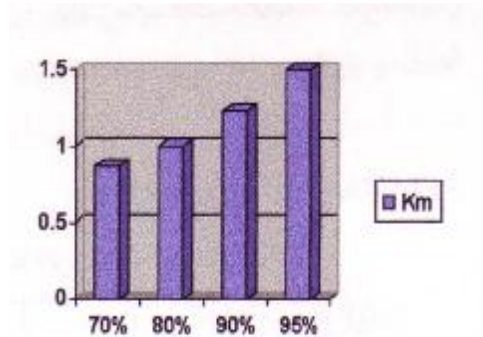
$$r = 1.229 \text{ Km}$$

و الجدول (1) يبين قيم نصف قطر الخلية المطلوب الموافقة لقيم مختلفة لمساحة التغطية الفعالة عند قيمة

ثابتة لمستوى الإشارة في الخلية.

الجدول رقم (1)

مستوى الإشارة -90dB	
نصف القطر	المنطقة الفعالة
0.867Km	70%
1.004Km	80%
1.229Km	90%
1.5Km	95%



شكل (6) يمثل تغيرات نصف القطر مع المنطقة الفعالة

## دراسة الحركة ضمن الخلية:

من أجل مستوى الإشارة المطلوبة: -90dB - وتلبي تغطية 70% من كل خلية فإن نصف القطر يساوي 0.867Km. ومن ثم فإن العدد الكلي المطلوب لمواقع الخلايا :

$$N = \frac{A}{2.6 * r^2} = \frac{11}{2.6 * (0.867)^2} = 5.628 \text{ Cell}$$

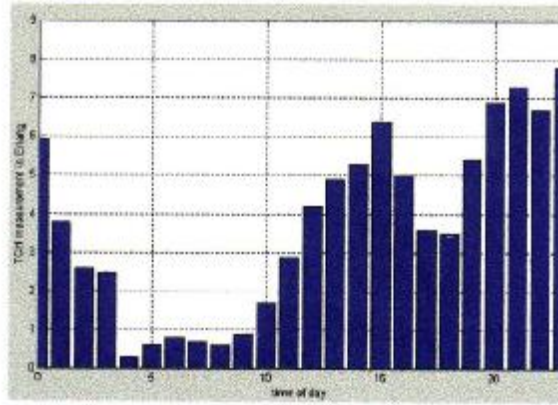
وبالتالي عدد الخلايا المطلوبة يساوي 6 خلية. وبالتالي عدد الترددات المخصصة على اعتبار وجود ثلاث مشغلين وبالتالي كل مشغل سيخصص له 7MHz:

$$C = \frac{B}{F} = \frac{7}{0.2} = 35 \text{ frequency}$$

في الحالة الطبيعية مع افتراض أن الحركة تتوزع بشكل منتظم داخل المدينة فإن حصة كل خلية من الترددات:

$$\frac{35}{6} = 5.8 \approx 6 \text{ frequency}$$

يفترض أن المشترك له حمل حركة يعادل 0.025E والشكل التالي يمثل تغيرات الحركة لخلية تحتوي على ترددين وذلك خلال 24 ساعة:



الشكل (7) يمثل تغيرات الحركة لقطاع من خلية خلال 24 ساعة

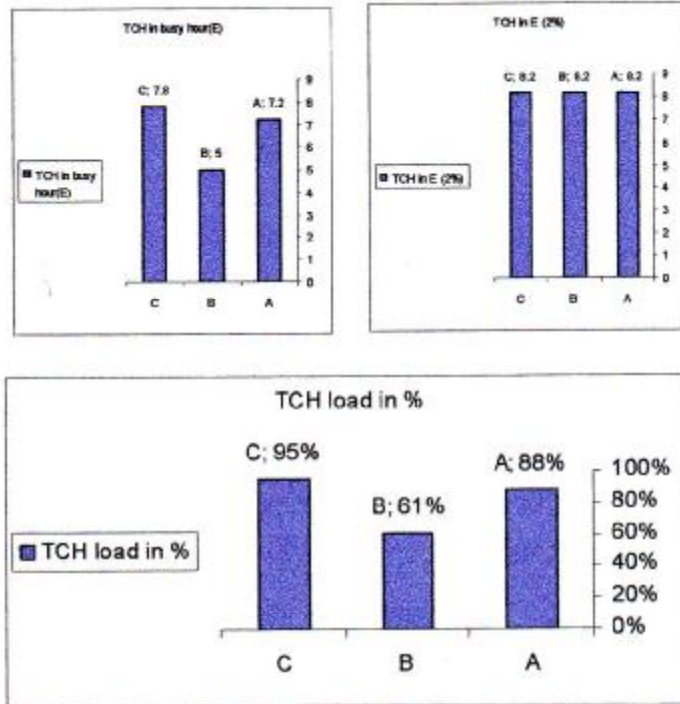
حيث أن كل موقع (محطة) تجزأ إلى ثلاثة قطاعات (sector). أي أن نصيب كل قطاع 2 frequency وبالتالي عدد قنوات الكلام لكل قطاع:

$$2 * 8 - 2 = 14TCH$$

و لتوضيح تلك الحسابات سنأخذ موقعي خليتين، حيث أن الترددات المخصصة لكل خلية تتغير بين الشتاء والصيف بسبب السياحة وزيادة عدد المشتركين الذين يزورون تلك المدينة حيث يمكن أن يصل تخصيص كل قطاع إلى أربعة ترددات.

موقع المشفى:

cell name	TCH(TS)	TCH in E (2%)	TCH in busy hour(E)	TCH load in %	Total Call Attempts in 24 <sup>th</sup>	Total Call Success in 24 <sup>th</sup>
Hospital A	14	8.2	7.2	88%	8507	4619.3
Hospital B	14	8.2	5	61%	8969	4699.76
Hospital C	14	8.2	7.8	95%	15728	8162.83



شكل (8) تغيرات الحركة في موقع خلية Hospital

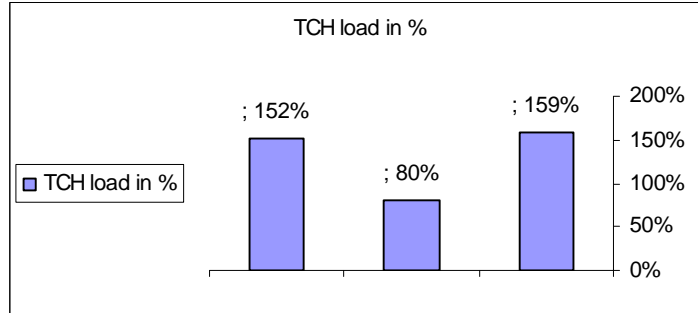
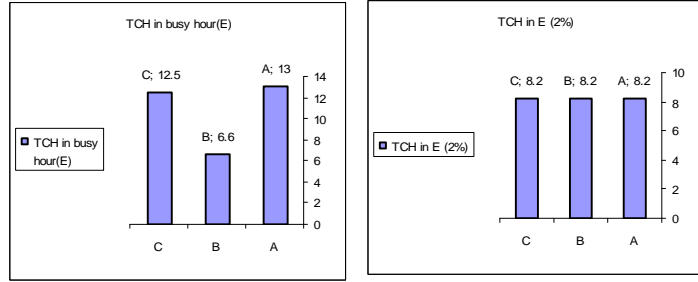
$$\frac{8.2}{0.025} = 312 * 3 = 984 \text{ users}$$

عدد المشتركين الأعظمي الذين تستطيع أن يدعمهم الموقع:

وعدد المشتركين الذين يمكن أن يدعمهم الموقع  $288 + 8200 + 312 = 800$ users

موقع مركز المدينة (City Center) :

cell name	TCH(TS)	TCH in E (2%)	TCH in busy hour(E)	TCH load in %	Total Call Attempts in 24th	Total Call Success in 24 <sup>th</sup>
City Center A	14	8.2	13	159%	55406	16865
City Center B	14	8.2	6.6	80%	18134	10136.9
City Center C	14	8.2	12.5	152%	39427	14233.1



شكل (9) تغيرات الحركة في موقع خلية City Center

$$\frac{8.2}{0.025} = 312 * 3 = 984 \text{users}$$

عدد المشتركين الذين تستطيع أن يدعمهم الموقع

$$520 + 264 + 500 = 1284 \text{users}$$

وعدد المشتركين الذين يمكن أن تدعمهم الخلية بشكل حقيقي

إي أن تلك الخلية لا تلبي طلبات وحاجة المستخدمين ويوجد حاجة ملحة لزيادة سعتها وكما هو معلوم في حقل الاتصالات فإن أي تحسين في أي مجال يجب أن يأخذ بعين الاعتبار مقارنة بين الكلفة الاقتصادية والفائدة الناتجة من ذلك التحسين، ومن وجهة نظر تخطيط الخلية توجد عدة طرق لتحسين السعة والطرق المستخدمة اليوم تتضمن

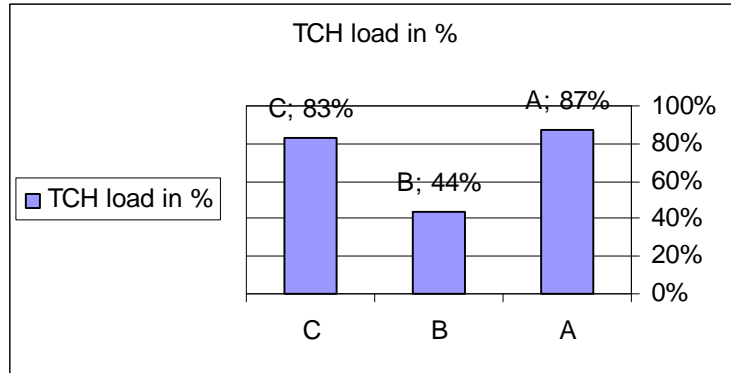
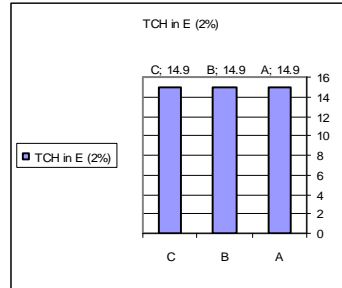
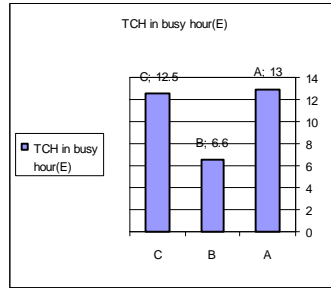
عملية تجزئة الخلية، البنية الهرمية (HCS)، تشارك الحمل، نصف المعدل HR والطرق الرئيسية الأكثر استخداما من الناحية الاقتصادية:

الأولى: تتطلب إضافة مواقع خلايا جديدة.

الثانية: تتطلب توضع مرسلات /مستقبلات جديدة وبالتالي ترددات جديدة في المحطات الرئيسية BS المنشأة مسبقا. إن خيار إضافة مواقع خلايا جديدة يعتبر عملية بطيئة وغير سهلة نتيجة لمشاكل إيجاد أماكن توضع الخلايا بالإضافة إلى الكلفة المدفوعة لاستئجار الأماكن وكلفة تجهيزات خلايا الموقع الجديد وهذا يجعل الخيار البديل أفضل منه.

حالة إضافة ترددات في مركز المدينة:

cell name	TCH(TS)	TCH in E (2%)	TCH in busy hour(E)	TCH load in %	Total Call Attempts in 24 <sup>th</sup>	Total Call Success in 24 <sup>th</sup>
City Center A1	22	14.9	13	87%	24214	10954.25
City Center B1	22	14.9	6.6	44%	9854	5231.3
City Center C1	22	14.9	12.5	83%	21254	10215.2



شكل (10) تغيرات الحركة في موقع خلية City Center بعد التعديل

$$\frac{14.9}{0.025} = 596 * 3 = 1788 \text{users}$$

عدد المشتركين الذين يستطيع أن تدعمهم الموقع

$$520 + 264 + 500 = 1284 \text{users}$$

وعدد المشتركين الذين تدعمهم الخلية بشكل حقيقي

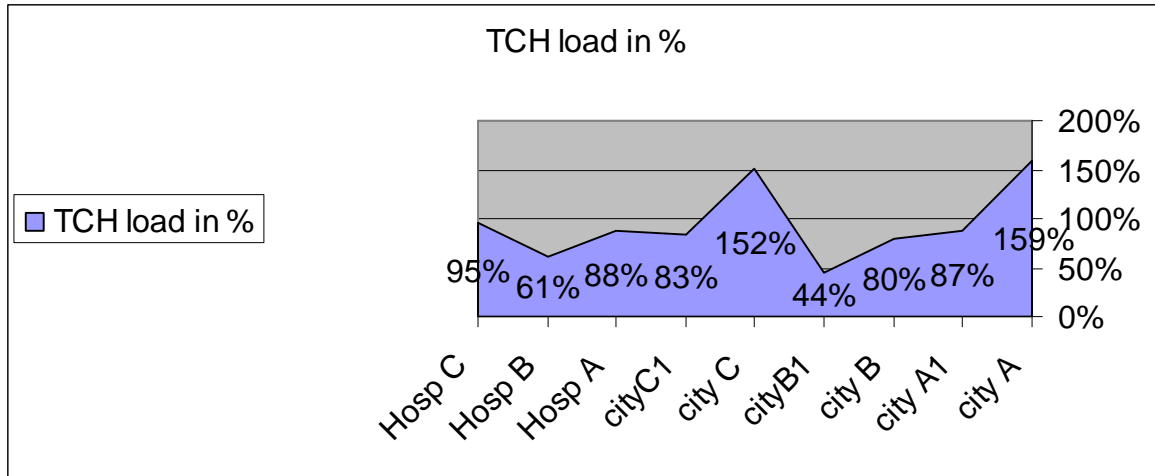
$$\frac{1788 - 984}{984} = 81\%$$

من خلال إضافة تردد لكل قطاع تم تحسين سعة الخلية بمقدار

وكلما ازدادت النسبة المئوية لحمل الحركة بمقارنة عدد قنوات الحركة المخصصة كان النظام بحاجة إلى زيادة في السعة .

و الشكل التالي يبين النسب المئوية لحمل الحركة في مواقع الخلية

city centerA,B,C و city centerA1,B1,C1 بعد إضافة تردد لكل قطاع و HospitalA,B,C



الشكل (11) يمثل تغيرات النسب المئوية لحمل الحركة

## النتائج:

- 1- تتوقف عملية إنشاء نظام خلوي على إجراء دراسة كاملة للمنطقة من حيث الدراسة الإحصائية لتوزيع المستخدمين وما هي نسبتهم المئوية
- 2- حساب نصف قطر الخلية يرتبط بمستوى الإشارة المطلوب والنسبة المئوية للمنطقة الفعالة وعدد المشتركين.
- 3- يتغير حمل الحركة المطلوب للخلية بتغير الفصل بين الصيف والشتاء وخلال أوقات اليوم .
- 4- إن كل زيادة في عدد القنوات سيخلق لدينا سعة أكبر مع المحافظة على التقليل من التداخل.
- 5- يتم تعديل حجم الخلايا واتجاه الهوائيات حسب المنطقة المراد تغطيتها فليس بالضرورة أن تكون زاوية القطاعات 120°.
- 6- يمكن مضاعفة سعة الخلية في حالة الازدحام القصوى باستخدام تقنية Half Rate وتقنية Load Sharing.
- 7- عند الوصول إلى عدم إمكانية إضافة ترددات إلى موقع الخلايا يجب تأمين السعة المطلوبة لأعداد المشتركين المتزايدة باستخدام النظام GSM 1800.



## المراجع:

.....

- [1]-Rappaport, Theodore, s, "Wireless Communication: Principles and Practice", Prentice Hall, ISBN 0-13-375536-3, JULY, 1999
- [2]-Rappaport, T.S., Wireless Communication, Prentice Hall, Upper Saddle River, NJ, 1996.
- [3]- Sampei, S., Applications of Digital Wireless Technologies to Global Wireless Communications, Prentice Hall, Upper Saddle River, NJ, 1997.
- [4]- Hata, M., "Empirical Formula for Propagation Loss in Land Mobile Radio Services," IEEE Transaction on Vehicular Technology 29(3), 1980.
- [5]- D. O. Reudink, Microwave Mobile Communications. edited by W. C. Jakes, IEEE Press, reprinted 1993, ch. 2, pp. 126-128.
- [6]- P. Bernardin, M. Yee and T. Ellis, "Estimating the range to cell edge from signal strength measurements," IEEE Vehicular. Technology. Conference, VTC-97.
- [7]- [http// www.Gsmworld.com](http://www.Gsmworld.com)
- [8]- قياسا حية من الشبكة الخلوية السورية
- [9]- GSM: Switching, Service and Protocols. Joerg Eberspaecher, Christian Bettstetter, Hans-Jorg Vogel. Hardcover 2<sup>ND</sup>, June 2001.