ERJ
Engineering Research Journal
Faculty of Engineering
Minoufiya University

نموذج تطبيقي للتحكم في الكثافة البنائية بالمواقع السكنية

عصام الدين محمد على

قسم العمارة، كلية الهندسة، جامعة أسيوط

الملخص

تعتبر الكثافة البنائية من العوامل الفعالة والهامة التي تساعد على التحكم في حجم العمران داخل المواقع السكنية، وذلك لتأثيرها في تحجيم المباني السكنية، وانعكاس ذلك على تحديد عدد السكان، ومن ثم قياس الكثافات السكانية داخل تلك المواقع السكنية.

ولقد وضح جليا من خلال الممارسات العملية والتطبيقات الفعلية لقوانين العمران في مصر ــ القوانين السابقة والحالية ــ سواء قوانين تنظيم أعمال البناء أو قانون التخطيط العمراني أن الاشتراطات التي تؤدي إلى التحكم في الكثافة البنائية ومن أهمهما اشتراطات نسبة الإشغال واشتراطات ارتفاعات المباني لم تثمر إلا عن أحجام متزايدة من المباني وتزايد مضطرد في الكثافات البنائية داخل المواقع السكنية، مما يلزم معه إعادة النظر في تلك الاشتراطات وإيجاد البدائل المناسبة للتحكم في الكثافة البنائية داخل المواقع السكنية.

تهدف الورقة البحثية إلى افتراض نموذج تطبيقي يساعد كلا من متخذي القرار والمعماريين والمخططين على التحكم في الكثافة البنائية داخل المواقع السكنية من خلال التحكم في نسبة الإشغال وارتفاعات المباني معاً. ويمكن استخدام هذا النموذج المقترح كأداة مساعدة في نظم اتخاذ القرار بهدف تحقيق كثافة بنائية محددة في المراحل التخطيطية والتنموية المختلفة للمواقع السكنية خاصا في التجمعات العمرانية الجديدة بالمدن العربية.

ولتحقيق أهداف البحث أمكن جمله في أربعة أجزاء رئيسية. يتعرض الجزء الأول لإشكالية البحث، بينما يطرح الجزء الثاني النموذج المقترح من حيث تعريفه والهدف منه وأهم فرضياته. ويتناول الجزء الثالث وصف النموذج المقترح من خلال شرح المرحلتين الرئيسيتين اللتين يمر بهما النموذج. ويتعرض الجزء الرابع لتطبيق النموذج والحصول على النتائج، ثم ينتهي البحث بالخلاصة.

Floor Area Ratio (FAR) is considered to be one of the active and important factors which assist in controlling urban volumes in residential areas due to its effect in building sizing and the impact of this on population size, and hence the measurement of population densities in these residential areas. It became absolutely clear, through practical application of the laws which control urban planning and building in Egypt, either present or past legislations, that conditions which control FAR, the most important of which are that concerning (occupancy rate), and the building heights, resulted continually increasing building volumes and vastly increased FAR in residential areas. This necessitates reconsidering these conditions, and finding suitable means to control FAR in the residential areas.

This paper aims to proposing an application model which assists each of the decision maker, architect, and planner to control FAR in residential areas, through the control in (occupancy rate) and building heights as well. This proposed model can be used as an assisting tool in decision making systems, with the goal of achieving a limited FAR in the different planning and developmental stages in residential areas, especially in new Arab urban residential communities.

To achieve the research goals, it has been divided into four parts. The first part exposes the research problem, while the second part proposes the suggested model, regarding its definitions, purposes, and its main assumptions. Part three handles the description of this model by explaining the two main stages through which it undergoes. The fourth, and final part, contains the model application and the results of the research. The paper concludes with a summary.

© Faculty of Engineering, Minoufiya University, Egypt

١. إشكالية البحث:

تعرف الكثافة البنائية Floor Area Ratio (F.A.R) أو ما يطلق عليه معدل الانتفاع بأنها نسبة حجم المباني Building Volume (المساحة المبنية في الدور الأرضي × عدد الطوابق المسموح بها) إلى جملة مساحة الأرض، ولا يحسب ارتفاع الطوابق تحت مستوى سطح الأرض مثل البدرومات أو الجراجات السفلية. ولتحديد الكثافة البنائية أهمية بالغة عند توفير مسطحات أخرى غير سكنية من الأرض، أو تقييد الكثافات السكانية لبعض المناطق، أو تحديد ارتفاعات المباني (عدد الطوابق)، أو نسبة إشغال المباني (المساحة المبنية في الدور الأراضي / مساحة الأرض المعدة للبناء عليها) [١].

وقد حددت اللائحة التنفيذية رقم ٢٣٧ لسنة ١٩٧٧ لقانون تنظيم أعمال البناء رقم ١٠٦ لسنة ١٩٧٦ الكثافات البنائية بالنسبة لعروض الطرق، بحيث تتراوح من كثافة مقدارها ٢ لقطع الأراضي المطلة على طرق عرضها ١٢ متر فأقل حتى كثافة بنائية مقدارها ٤ للأراضي المطلة على طرق عرضها ٢٥ متر فأكثر، وذلك لحين وضع مخططات عمرانية للمدن تحدد الكثافات البنائية بها، إلا انه تم تأجيل العمل باشتراطات الكثافة البنائية لمدة عامين ثم عامين آخرين ثم ألغيت تماما من اللائحة دون أن تدخل حيز التطبيق [٢].

وقد نصت اللائحة التنفيذية رقم ٧٨ لسنة ١٩٩٣ لقانون تنظيم أعمال البناء على أنه يجوز للمجلس المحلى المختص تقسيم المدينة من حيث الارتفاع بالمباني إلى فئات تفرض فيها كثافات بنائية تتراوح مقاديرها بين ٦، ٤، ٢ حسب أقصى ارتفاع مسموح به بالنسبة لعرض الشارع [٣]، إلا أن معظم تلك المجالس لم تطبق هذه القاعدة إلا في مناطق محدودة وهي المناطق ذات الاشتراطات الخاصة. كما أن اللائحة رقم ٢٦٨ الصادرة سنة ١٩٩٦ لنفس القانون باتت خالية تماما من اشتراطات الكثافة البنائية، ومن ثم نرى أن اشتراطات الكثافة البنائية وضعت في قانون تنظيم المباني وألغيت دون أن تطبق [٢].

ولم يكن الوضع أحسن حالا بالنسبة لاشتراطات الكثافة البنائية في قانون التخطيط العمراني رقم ٣ لسنة ١٩٨٢، فقد نصت لائحته التنفيذية رقم ٦٠٠ لسنة ١٩٨٢ بأن تحدد الوحدة المحلية عند إعداد التخطيط التفصيلي الكثافة البنائية بحد أقصى ٥ لمنطقة وسط المدينة، و٤ للمناطق الأخرى، وذلك بالنسبة للمدن القائمة، أما بالنسبة للمدن الجديدة والامتدادات العمرانية للمدن القائمة فقد حدد لها كثافة بنائية مقدارها ٢، إلا أن هذه الاشتراطات لم تطبق حتى الآن [٤].

وعلى ذلك فإن اشتراطات الكثافة البنائية لم تحظ بالتطبيق العملي، بالإضافة إلى أنها قاصرة لعدم شموليتها وافتقادها للمرونة الكافية التي تحقق أهدافها، ومن ثم يقترح الباحث نموذجاً للتحكم في الكثافة البنائية يربط بين اشتراطات نسبة الإشغال واشتراطات ارتفاعات المباني، وذلك لتحقيق المرونة في الاختيار والتنوع في ارتفاعات المباني ونسبة الإشغال بين المواقع السكنية المختلفة، وكذلك داخل الموقع السكنى الواحد في ظل كثافة بنائية ملائمة ومحددة.

٢. تعريف النموذج المقترح:

النموذج المقترح عبارة عن علاقات ومعادلات رياضية منطقية متداخلة مدرجة في ١١٥جدولاً تطبق من خلال البرامج الحاسوبية ، حيث يستخدم في هذا النموذج أحد البرامج التطبيقية لنظم المعلومات الجغرافية (GIS) Geographic Information System وهو برنامج TransCAD، وكذلك يستخدم برنامج Microsoft Excel. ويتم الحصول على المعلومات والبيانات (المدخلات) التي تغذي المعادلات الرياضية من الموقع السكني المفترض ــ المطلوب التحكم في كثافته البنائية ــ بالإضافة إلى مجموعة أخرى من القيم المفترضة. ويتميز النموذج بالمرونة، بحيث يمكن أن يستوعب أي تغير في المدخلات، وبالتالي يعمل على تغيير النتائج النهائية (المخرجات) بصورة ديناميكية.

٢-١ هدف النموذج المقترح:

يهدف النموذج المقترح إلى التحكم في الكثافة البنائية بالمواقع السكنية من خلال التحكم في نسبة الإشغال وارتفاعات المباني، وكذلك إيجاد نسبة مساحات الخدمات العامة والشوارع إلى مساحة الموقع مع تحديد نصيب الفرد من الخدمات العامة. ويهدف النموذج أيضا إلى تحقيق كثافة بنائية محددة في المراحل المختلفة لتنمية وتخطيط الأحياء السكنية؛ مثل مرحلة تحديد اشتراطات المناطق لأي موقع سكني، ومرحلة التخطيط حيث يساعد في اختيار الحلول الملائمة مع الكثافات البنائية المطلوبة والخدمات المتاحة، ومرحلة التقييم لمشرعات تقسيم الأراضي المقدمة إلى الجهات المحلية حيث يمكن اختبارها في تحقيق الكثافات البنائية المطلوبة.

٢-٢ فرضية النمـوذج المقترح:

يمكن بسهولة تغيير فرضيات النمـوذج سـواء بتعـديل النموذج نفسه ليتلاءم مع الموقـع السـكنى المفتـرض أو بالتعديل فـي القـيم المفترضـة، وبالتـالي يمكـن الحصول على نتائج مختلفة من نفس النمـوذج، ومـن أهم فرضيات النموذج ما يلي:

- ألا يزيد عدد القطع السكنية بـالموقع السـكني عـن ٤٩٨ قطعة، وذلك بسبب أن النمـوذج مصـمم فـي برنـامج (Microsoft Excel) لاسـتيعاب ٥٠٠ صف فقـط، حيـث يحتـوي الصـف الأول علـى العناوين، ويحتوي الصف الأخيـر علـى الإجمـالي أو المتوسط، بينما بـاقي الصـفوف (٤٩٨ صـف) مخصصة للقطع السكنية.
- قيم ارتفاع المبنـى علـى قطعـة الأرض السـكنية تتدرج من طابق واحـد إلـى ١٠ طوابـق (كحـد أقصى لارتفاع المبنى) بزيادة طـابق واحـد عنـد كل تغير، وعلى اعتبار استعمال الـدور الأرضـي للسكن مثل الأدوار المتكررة.
- قيم نسبة إشغال المبـاني تتـدرج مـن ١٠% إلـى ١٠٠% بزيادة ١٠% عند كل تغير (علـى اعتبـار أن مساحة المباني ثابتة بجميـع الأدوار أي إهمـال البروزات في الأدوار المتكررة).
- متوسط عدد أفراد الأسـرة الواحـدة التـي تسـكن بالوحدة السكنية ٥ أشخاص/وحدة سكنية.
- متوسط مساحة الوحدة السـكنية ١٢٠ متـراً مربعـاً (على اعتبـار مسـتوى الإسـكان بـالموقع مـن الإسكان فـوق المتوسـط)، شـاملة نصـيبها مـن مساحات الأفنيـة والمـداخل والسـلالم والمصـاعد وطرقات التوزيع بين الوحدات السكنية[٥].

٢-٣ منهجية النمـوذج المقترح:

اعتمد النموذج في منهجيته علـى المـنهج الرياضـي المرحلي، وهو عبارة عـن مجموعـة مـن المراحـل المتتالية، كل مرحلة عبارة عـن معـادلات وعلاقـات رياضية مدرجة في عدد محدد مـن الجـداول، حيـث تعتمد المرحلة التالية على بيانـات ومعلومـات ونتـائج المرحلة السـابقة، كمـا أن أي تغيـر فـي المرحلـة السابقة يؤثر مباشرة علـى المرحلـة التاليـة، وذلـك نتيجة لوجود ترابط (Linkage) بمعـادلات رياضـية بين كل مرحلتين متتـاليتين. وقـد تـم الاعتمـاد فـي جميع مراحـل النمـوذج علـى اسـتخدام برنـامجين حاسوبيين كما ذكر سابقاً في التعريف بالنموذج.

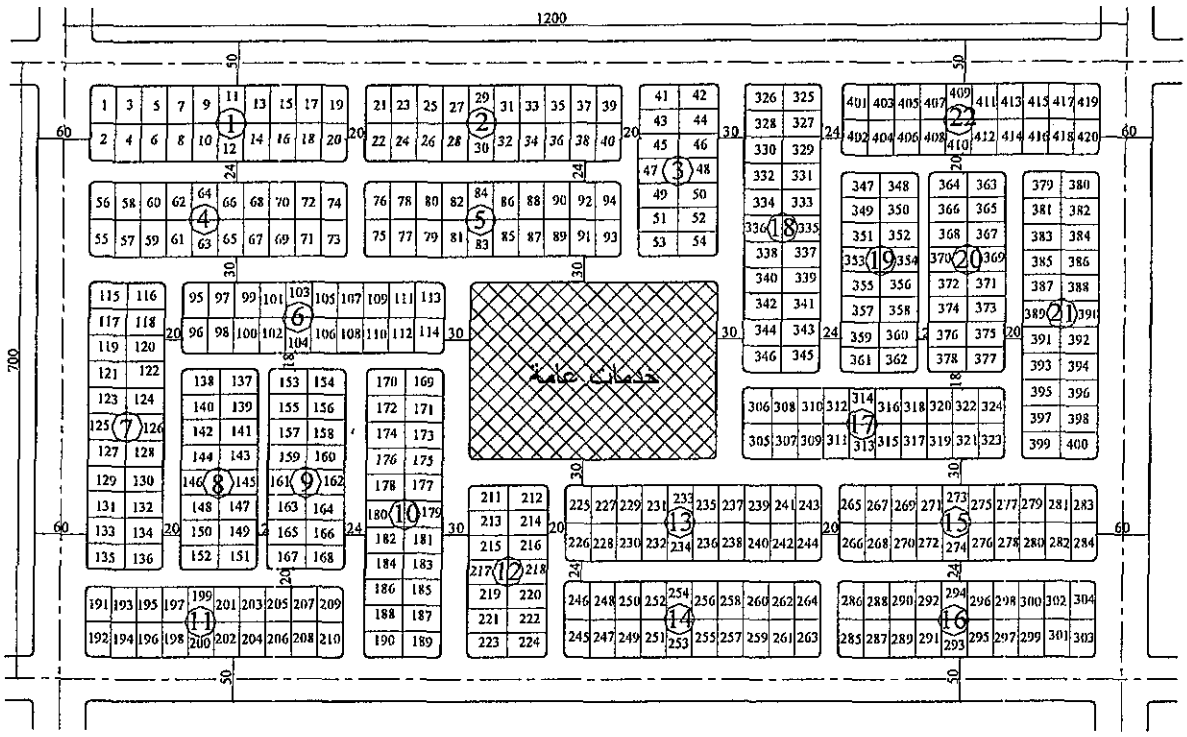
٣. وصف النمـوذج المقترح:

الطريقة المثلى لوصـف النمـوذج هـي شـرحه مـن خلال مثال تطبيقي لموقـع سـكنى مفتـرض أبعـاده ١٢٠٠ × ٧٠٠ متر ــ الأبعـاد مقاسـة مـن محـاور (منتصـف) الشـوارع المحيطـة بـالموقع ــ ومساحته٨٤٠ ألف متر مربـع تحـيط بـه الشـوارع من جميع الاتجاهات. يتكون الموقع مـن ٤٢٠ قطعـة سكنية موزعة على ٢٢ كتلـة سـكنية، كمـا يحتـوى الموقـع علـى مسـاحة مركزيـة كبيـرة مخصصـة للخـدمات العامـة أبعادهـا ٢٨٠ × ٢٠٠ متـراً ومساحتها ٥٥٩٥٠ متراً مربعـاً، ويلاحـظ أنهـا أقـل من حاصـل ضـرب بعـديها بسـبب الـدوران عنـد أركانها الأربعـة. ويشـتمل الموقـع علـى شـوارع سكنية تتدرج في العـرض مـن ١٢ متـراً إلـى ٦٠ متراً، كما في الشكل رقم (١).

يمر النموذج لتحقـق أهدافـه بمـرحلتين رئيسـيتين ــ تبعـاً لاسـتخدام البرنـامجين الحاسـوبيين ــ همـا: استخدام برنامج TransCAD ثـم اسـتخدام برنـامج Microsoft Excel. وتجـدر الإشـارة إلـى أن الصف والعمود الأولين في جميع الجـداول التـي فـي متن البحث هي للإيضاح وسـهولة وصـف النمـوذج فقط وليس لهما مكـان فـي أصـل النمـوذج، حيـث تشير كلمة (رقم) التي تقع في الركن الأيمـن العلـوي من كل جدول إلى أرقام الأعمـدة (فـي الصـف الأول المحاط بخطـوط منقطـة)، وأرقـام الصـفوف (فـي العمود الأول المحاط بخطوط منقطة).

٣-١ المرحلـة الأولـى: اسـتخدام برنـامج TransCAD

يـتم فـي هـذه المرحلـة اسـتخدام برنـامج TransCAD، حيث يمكـن رسـم الموقـع السـكني المفترض أو إدخالـه مباشـرة إلـى البرنـامج الـذي يسمح بتحويـل العناصـر المكونـة للموقـع (القطـع السـكنية ــ الخـدمات العامـة ــ الشـوارع) إلـى خريطة ذات عدة طبقات تخصص كل طبقـة لعنصـر من العناصـر المكونـة للموقـع، ويسـمح البرنـامج بعمل جدول بيانات خاص بكـل طبقـة ومـرتبط بهـا بطريقـة ديناميكيـة، حيـث أن أي تغيـر فـي رسـم الطبقة المخصصة لعنصـر مـا يحـدث تغيـراً فـي بيانات الجدول الخـاص بهـا والعكـس صـحيح[٦]. وعلى ذلك يمكن الحصـول فـي هـذه المرحلـة مـن النموذج على جدولين، كما هو مبـين فـي الجـدولين رقمي (١) و(٢).



الشكل رقم (١) الموقع السكني المفترض

جدول رقم (١) القطع السكنية (TransCAD)

رقم	١	٢	٣
١	رقم القطعة السكنية [Lot R. No.]	رقم البلوك السكني [Block R. No.]	مساحة القطعة السكنية (م٢) [Lot R. A.]
٢	١	١	١٢٣٤,٥
٣	٢	١	١٢٣٤,٥
٤٢٠	٤١٩	٢٢	١١٤٧,٥
٤٢١	٤٢٠	٢٢	١١٤٧,٥

جدول رقم (٢) الموقع العام والخدمات العامة (TransCAD)

رقم	١	٢
١	مساحة الموقع (م٢) [St. A.]	مساحة الخدمات (م٢) [Srv. A.]
٢	٨٤٠٠٠٠	٥٥٩٥٠

يختص الجدول رقم (١) بالقطع السكنية، حيث يتكون من ٣ أعمدة و٤٢١ صفاً. يشتمل العمود رقم ١ على رقم القطعة [Lot R. No.] من صف رقم ٢ إلى صف رقم ٤٢١، ويحتوى العمود رقم ٢ على رقم البلوك السكني [Block R. No.]، بينما يحتوى العمود رقم ٣ على مساحة القطعة السكنية (بالمتر المربع) [Lot R. A.].

يختص الجدول رقم (٢) بالموقع ككل وبالخدمات العامة بالموقع، حيث يتكون من عمودين وصفين. يحتوى العمود رقم ١ على مساحة الموقع المفترض (بالمتر المربع) [St. A.]، ويشتمل العمود رقم ٢ على مساحة الخدمات العامة (بالمتر المربع) [Srv. A.].

٣-٢ المرحلة الثانية: استخدام برنامج Microsoft Excel

يتم في هذه المرحلة استخدام برنامج Microsoft Excel، حيث يسمح البرنامج بعمل علاقات رياضية بين المتغيرات المختلفة المفترضة لتكوين مجموعة من الجداول والرسومات البيانية[٧]، وهي تعتمد أساسا على البيانات التي في الجدولين السابقين في برنامج TransCAD. وتتكون هذه المرحلة من النموذج من أربعة حوارات، وتحتوي على ١١٢ جدول ورسمين بيانيين.

٣-٢-١ الحوار الأول:

يتكون هذا الحوار من جدولين هما نفس الجدولين الموجودين في برنامج TransCAD حيث يتم نقلهما إلى برنامج Microsoft Excel مع بعض التعديلات كما يلي:

- يشتمل الجدول رقم (٣) الخاص بالقطع السكنية على ٣ أعمدة و٥٠٠ صف. الصفوف من رقم ٤٤٢ إلى رقم ٤٩٩ فارغة، وذلك لأن الموقع المفترض يحتوى فقط على ٤٢٠ قطعة سكنية، وبالتالي باقي الصفوف من صف رقم ٤٢٢ إلى صف رقم ٤٩٩ لا تحتوي على أي بيانات.
- يحتوي الصف رقم ٥٠٠ العمود رقم ٣ على مجموع مساحات القطع السكنية بالموقع [T. Lot R. A.] طبقا للمعادلة رقم (١).

$$[\text{T. Lot R. A.}] = \text{SUM (row \# 2 : row \# 499)} \quad (١)$$

- يحتوي الجدول رقم (٤) الخاص بالموقع العام والخدمات العامة والشوارع على ٥ أعمدة وصفين. يشتمل العمود رقم ١ على مساحة الموقع بالمتر المربع [St. A.]، ويحتوي العمود رقم ٢ على مساحة الخدمات العامة [Srv. A.]، بينما يشتمل العمود رقم ٣ على مساحة الشوارع بالموقع بالمتر المربع [Str. A.] طبقا للمعادلة رقم (٢). يحتوي العمود رقم ٤ على نسبة مساحة الخدمات العامة بالموقع إلى المساحة الكلية للموقع [Srv. A.] طبقا للمعادلة رقم (٣). يشتمل العمود رقم ٥ على نسبة إجمالي مساحة الشوارع بالمتر المربع بالموقع إلى المساحة الكلية للموقع [Str. A.] ، وذلك طبقا للمعادلة رقم (٤).

$$[\text{Str. A.}] = ([\text{St. A.}] - ([\text{Srv. A.}] + [\text{T. Lot R. A.}])) \quad (٢)$$

$$[\text{Srv. A.}] = [\text{Srv. A.}] / [\text{St. A.}] \quad (٣)$$

$$[\text{Str. A.}] = [\text{Str. A.}] / [\text{St. A.}] \quad (٤)$$

جدول رقم (٣) القطع السكنية (Excel)

رقم	١	٢	٣
١	رقم القطعة السكنية [Lot R. No.]	رقم البلوك السكني [Block R. No.]	مساحة القطعة السكنية (م٢) [Lot R. A.]
٢	١	١	١٢٣٤,٥
٣	٢	١	١٢٣٤,٥
٤٢٠	٤١٩	٢٢	١١٤٧,٥
٤٢١	٤٢٠	٢٢	١١٤٧,٥
٤٢٢			
٤٩٩			
٥٠٠			٥٠٢٣٧٠,٠

جدول رقم (٤) الموقع العام والخدمات العامة والشوارع (Excel)

رقم	١	٢	٣	٤	٥
١	مساحة الموقع (م٢) [St. A.]	مساحة الخدمات (م٢) [Srv. A.]	مساحة الشوارع (م٢) [Str. A.]	نسبة الخدمات (%) [Srv. A.]	نسبة الشوارع (%) [Str. A.]
٢	٨٤٠٠٠٠	٥٥٩٥٠	٢٧٧٨١٢,٨٠	٦,٦٦	٣٣,٠٧

٣-٢-٢ الحوار الثاني:

يحتوي هذا الحوار على ١٠٠ جدول (١٠ × ١٠)، كل جدول يشتمل على ١١ عموداً و٥٠٠ صف. ويرتبط الجدول الأول من الـ ١٠٠ جدول بالجدولين السابقين في الحوار الأول، كما يرتبط باقي الـ ٩٩ جدول التالية له في هذا الحوار، حيث أن أي تغيير في بيانات الجداول السابقة له سوف تتغير بطريقة ديناميكية في هذا الجدول، وبالتالي في الجداول التالية له. يشتمل الصف رقم ١ من الجدول الأول على عنوان كل عمود ويتكرر ذلك في الـ ٩٩ جدول التالية. تشتمل الأعمدة أرقام ١ و٢ و٣ على نفس بيانات الجدول رقم (٣)، كما يحتوي العمودان رقمي ٧ و٨ على نفس البيانات (قيم مفترضة) في الـ ١٠٠ جدول.

ويمكن شرح العلاقات والمعادلات الرياضية التي تربط بين الأعمدة المختلفة في الـ ١٠٠ جدول من خلال شرح الجدول الأول منهم، كما في الجدول رقم (٥)، وكما يلي:

- العمود رقم ١، [Lot R. No.]، يحتوي على أرقام القطع السكنية من صف رقم ٢ إلى صف رقم ٤٢١، بينما الصفوف من رقم ٤٢٢ إلى رقم ٥٠٠ فارغة لا تحتوي على أي بيانات لأن الموقع السكني المفترض ــ كما ذكر سابقاً ــ يحتوي فقط على ٤٢٠ قطعة سكنية.
- العمود رقم ٢، [Block R. No.]، يحتوي على أرقام البلوكات السكنية من صف رقم ٢ إلى صف رقم ٤٢١، بينما الصفوف من رقم ٤٢٢ إلى رقم ٥٠٠ فارغة.
- العمود رقم ٣، [Lot R. A.]، يحتوي على مساحات القطع السكنية من صف رقم ٢ إلى صف رقم ٤٢١، بينما الصفوف من رقم ٤٢٢ إلى رقم ٤٩٩ فارغة. يحتوي الصف رقم ٥٠٠ على إجمالي مساحات القطع السكنية [T. Lot R. A.] طبقا للمعادلة رقم (٥).

(٥) [T. Lot R. A.] = SUM (row # 2: row #4 99)

- العمود رقم ٤، [Bldg. C.] ، يحدد أول نسبة مفترضة لنسبة الإشغال وهي ١٠% من الصف رقم ٢ إلى الصف رقم ٥٠٠. تزداد هذه النسبة في الجداول التسعة الرأسية التالية بمقدار ١٠% في كل مرة لتصبح في الجدول الأخير ١٠٠%، بينما تظل تلك النسبة ثابتة في الجداول الأفقية. يتم ملء هذا العمود والأعمدة ذات الرقم ٤ في الـ ٩٩ جدول التالية بطريقة ديناميكية بمجرد وضع النسبة المفترضة في الخلية الثانية من هذا العمود.
- العمود رقم ٥، [Sto. No.] ، يحدد أول نسبة مفترضة لعدد طوابق المبنى وهي طابق واحد من الصف رقم ٢ إلى الصف رقم ٥٠٠. تزداد هذه النسبة تباعا في الجداول التسعة الأفقية التالية بمقدار واحد طابق في كل مرة لتصبح في الجدول الأخير ١٠ طوابق، بينما تظل تلك النسبة ثابتة في الجداول الرأسية. يتم ملء هذا العمود والأعمدة ذات الرقم ٥ في الـ ٩٩ جدول التالية بطريقة ديناميكية بمجرد وضع النسبة المفترضة في الخلية الثانية من هذا العمود.
- العمود رقم ٦، [G.F.A.]، يحتوي على مجموع مساحات الطوابق في المبنى السكني الواحد من الصف رقم ٢ إلى الصف رقم ٤٩٩، وذلك طبقا للمعادلة رقم (٦)، أما الصف رقم ٥٠٠ فيحدد إجمالي مساحات الطوابق [T.G.F.A.] وذلك طبقا للمعادلة رقم (٧).

(٦) [G.F.A.] = [Lot R. A.] × [Sto. No.] × [Bldg. C.]

(٧) [T.G.F.A.] = SUM ([G.F.A.] in row # 2: [G.F.A.] in row # 4 99)

- العمود رقم ٧، [Ft. A.] ، يحتوى على متوسط مساحة الوحدة السكنية وهو يساوى ١٢٠ متراً مربعاً مدرج من الصف رقم ٢ إلى الصف رقم ٥٠٠.
- العمود رقم ٨، [Fam. S.] ، يحتوى على متوسط عدد أفراد الأسرة بالوحدة السكنية وهو يساوى ٥ أشخاص/ وحدة سكنية مدرج من الصف رقم ٢ إلى الصف رقم ٥٠٠.
- العمود رقم ٩، [Pp. No.]، يشتمل على عدد السكان بالمبنى الواحد من الصف رقم ٢ إلى الصف رقم ٤٩٩، وذلك طبقا للمعادلة رقم (٨)، بينما يحتوى الصف رقم ٥٠٠ على إجمالي عدد السكان بالموقع [T. Pp. No.] ، وذلك طبقا للمعادلة رقم (٩).

(٨) [Pp. No.] = ([G.F.A.]/ [Ft. A.]) × [Fam. S.]

(٩) [T. Pp. No.] = ([T.G.F.A.]/ [Ft. A.]) × [Fam. S.]

- العمود رقم ١٠، [Srv. A. / Pp. No.]، يشتمل على نصيب الفرد من مساحة الخدمات العامة بالموقع (متر مربع/شخص) وتكون في الصف رقم ٥٠٠ فقط، وذلك طبقا للمعادلة رقم (١٠).

(١٠) [Srv. A. / Pp. No.] = [Srv. A.] / [T. Pp. No.]

- العمود رقم ١١، [F.A.R.]، يشتمل على الكثافة البنائية في الصف رقم ٥٠٠ فقط، وذلك طبقا للمعادلة رقم (١١).

(١١) [F.A.R.] = [T.G.F.A.] / [T. Lot R. A.]

جدول رقم (٥) الجدول الأول من الـ ١٠٠ جدول (١٠ × ١٠)

رقم	١	٢	٣	٤	٥
١	رقم القطعة السكنية [Lot R. No.]	رقم البلوك السكني [Block R. No.]	مساحة القطعة السكنية (م٢) [Lot R. A.]	نسبة الإشغال [Bldg. C]	عدد الطوابق (بالمتر) [Sto. No.]
٢	١	١	١٢٣٤,٥	٠,١٠	١
٣	٢	١	١٢٣٤,٥	٠,١٠	١
٤٢٠	٤١٩	٢٢	١١٤٧,٥	٠,١٠	١
٤٢١	٤٢٠	٢٢	١١٤٧,٥	٠,١٠	١
٤٢٢				٠,١٠	١
٤٩٩				٠,١٠	١
٥٠٠			٥٠٠٢٣٧,٥	١٠	١

جدول رقم (٦) الجدول الأول من الـ ١٠٠ جدول (تكملة)

رقم	٦	٧	٨	٩	١٠	١١
١	مساحة الأدوار (م٢) [G.F.A.]	مساحة الوحدة (م٢) [Uni. A.]	حجم الأسرة [Fam. S.]	عدد السكان (نسمة) [Pp. No.]	نصيب الفرد من الخدمات (م٢/شخص) [Srv. A. / Pp. No.]	الكثافة البنائية [F.A.R.]
٢	١٢٣,٤٥	١٢٠	٥	٥		
٣	١٢٣,٤٥	١٢٠	٥	٥		
٤٢٠	١١٤,٧٥	١٢٠	٥	٤		
٤٢١	١١٤,٧٥	١٢٠	٥	٤		
٤٢٢	٠,٠٠	١٢٠	٥	٠		
٤٩٩	٠,٠٠	١٢٠	٥	٠		
٥٠٠	٥٠٢٣٧,٥	١٢٠٠	٥	٢١٠٩	٢٦,٥٣	١٠

٣-٢-٣ الحوار الثالث:

يتكون هذا الحوار من ١٠ جداول، كل جدول يتكون من ٤ أعمدة و١١ صفاً، حيث أن جميع البيانات التي في تلك الجداول منقولة بطريقة ديناميكية من الصف رقم ٥٠٠ والأعمدة أرقام ٤ و٥ و١٠ و١١ التي في الـ ١٠٠ جدول السابقة في الحوار الثاني من المرحلة الثانية من النموذج. ويعتبر أي تغيير في الجداول السابقة سواء في الحوار الأول أو الثاني من هذه المرحلة ينقل مباشرة وبطريقة ديناميكية إلى تلك الجداول العشرة.

ويمكن شرح البيانات في الـ ١٠ جداول من خلال شرح الجدول الأول منها، حيث أن البيانات التي يشتملها هي نفسها الموجودة في الصف رقم ٥٠٠ والأعمدة أرقام ٤ و٥ و١٠ و١١ من الجداول العشرة الأولى الرأسية من الـ ١٠٠ جدول السابقة في الحوار الثاني، كما في الجدول رقم (٦).

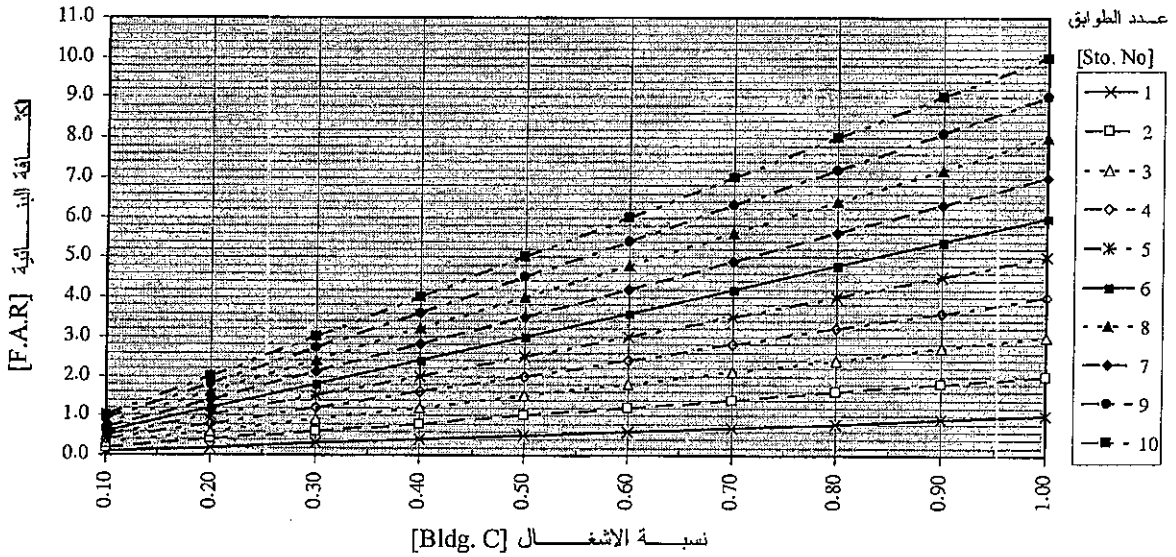
يحتوي الصف رقم ١ من الجدول رقم (٧) على عنوان كل عمود، بينما تحتوي الصفوف من رقم ٢ إلى رقم ١١ على بيانات (١٠ قيم) لكل عمود على التوالي: العمود رقم ١، [Bldg. C]، يحتوي على نسبة الإشغال، العمود رقم ٢، [Sto. No.]، يشتمل على عدد الطوابق، العمود رقم ٣، [Srv. A. / Pp. No.]، يحتوي على نصيب الفرد من الخدمات، العمود رقم ٤، [F.A.R.]، يحتوي على الكثافة البنائية.

جدول رقم (٨) القيم المختلفة التي تحقق كثافة بنائية مقدارها ٤

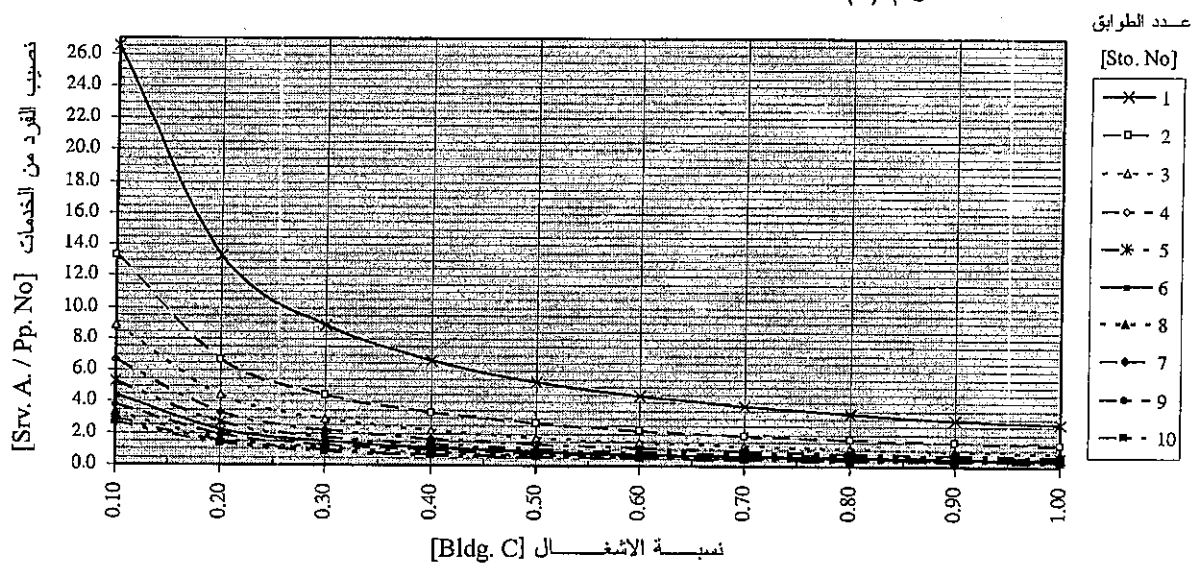
رقم	١	٢	٣	٤
١	الكثافة البنائية المطلوبة [F.A.R.]	عدد الطوابق (طابق) [Sto. No.]	نسبة الإشغال (%) [Bldg. C]	نصيب الفرد من الخدمات (م٢/شخص) [Srv. A. / Pp. No.]
٢	٤	٤	١,٠٠	٠,١
٣	٤	٥	٠,٨٠	٠,٢
٤	٤	٦	٠,٦٧	٠,٩
٥	٤	٧	٠,٥٧	١,٥
٦	٤	٨	٠,٥٠	٢,٠
٧	٤	٩	٠,٤٤	٣,١
٨	٤	١٠	٠,٤٠	٦,٥

جدول رقم (٧) الجدول الأول من الـ ١٠ جداول.

رقم	١	٢	٣	٤
١	نسبة الإشغال [Bldg. C]	عدد الطوابق (طابق) [Sto. No.]	نصيب الفرد من الخدمات (م٢/شخص) [Srv. A. / Pp. No.]	الكثافة البنائية [F.A.R.]
٢	٠,١٠	١	٢٦,٥٣	٠,١٠
٣	٠,٢٠	١	١٣,٢٦	٠,٢٠
٤	٠,٣٠	١	٨,٨٤	٠,٣٠
٥	٠,٤٠	١	٦,٦٣	٠,٤٠
٦	٠,٥٠	١	٥,٣١	٠,٥٠
٧	٠,٦٠	١	٤,٤٢	٠,٦٠
٨	٠,٧٠	١	٣,٧٩	٠,٧٠
٩	٠,٨٠	١	٣,٣٢	٠,٨٠
١٠	٠,٩٠	١	٢,٩٥	٠,٩٠
١١	١,٠٠	١	٢,٦٥	١,٠٠



الشكل رقم (٢) العلاقة بين الكثافة البنائية ونسبة الإشغال وعدد طوابق المبنى.



الشكل رقم (٣) العلاقة بين نصيب الفرد من الخدمات ونسبة الإشغال وعدد طوابق المبنى.

٣-٢-٤ الحوار الرابع:

يتكون هذا الحوار من رسمين بيانيين ناتجين من الجداول العشرة السابقة في الحوار السابق (الحوار الثالث). ويوضح الرسم البياني في الشكل رقم (٢) أن العلاقة بين عدد طوابق المبنى [Sto. No.] ونسبة الإشغال [Bldg. C.] وبين الكثافة البنائية [F.A.R.] هي علاقة طردية. بينما يوضح الشكل رقم (٣) أن العلاقة بين عدد طوابق المبنى [Sto. No.] ونسبة الإشغال [Bldg. C.] وبين نصيب الفرد من الخدمات [Srv. A. / Pp. No.] هي علاقة عكسية. ويعتبر الرسمان البيانيان اللذان تم الحصول عليهما في هذا الحوار – وهو نهاية المرحلة الثانية من النموذج – هما النتيجة النهائية لهذه المرحلة، حيث يتم التعامل معهما لتطبيق النموذج والحصول على النتائج النهائية طبقاً للكثافة البنائية المطلوبة.

٤. تطبيق النموذج:

لتطبيق النموذج نفترض أن الكثافة البنائية المطلوبة في الموقع السكنى المفترض مقدارها ٤، حيث يتم التعامل مع الرسم البياني السابق في الشكل رقم (٢) للحصول على الشكل رقم(٤)، وذلك من خلال عمل الآتي:

- نمد خطاً أفقياً من عند النقطة التي تمثل كثافة بنائية مقدارها ٤ والتي تقع على المحور الرأسي الممثل للكثافة البنائية [F.A.R.] بالرسم البياني في الشكل رقم (٤).
- يتقاطع الخط الأفقي مع الخطوط التي تمثل عدد طوابق المبنى [Sto. No.] في سبعة نقاط عند القيم (١٠ – ٩ – ٨ – ٧ – ٦ – ٥ – ٤) على التوالي.
- نسقط خطاً رأسياً من كل نقطة من النقاط السبعة السابقة لتتقابل مع المحور الأفقي الممثل لنسبة الإشغال [Bldg. C] في سبعة نقاط عند القيم (٠,٤٠ – ٠,٤٤ – ٠,٥٠ – ٠,٥٧ – ٠,٦٧ – ٠,٨٠ – ١,٠٠) على التوالي.
- وعلى ذلك فإن قيم عدد الطوابق ونسبة الإشغال التي تحقق كثافة بنائية مقدارها ٤ هي على التوالي: (١٠ – ٠,٤٠)، (٩ – ٠,٤٤)، (٨ – ٠,٥٠)، (٧ – ٠,٥٧)، (٦ – ٠,٦٧)، (٥ – ٠,٨٠)، (٤ – ١,٠٠).

ولإيجاد نصيب الفرد من الخدمات العامة عند كثافة بنائية مقدارها ٤ يتم التعامل مع الشكل رقم (٣) للحصول على الشكل رقم (٥)، وذلك من خلال عمل الآتي:

- نمد خطوطاً رأسية من النقاط السبع التي تقع على المحور الأفقي الممثل لنسبة الإشغال [Bldg. C]، وهي تمثل القيم السبع لنسبة الإشعال التي تم الحصول عليها في الشكل رقم (٤)، والتي تحقق كثافة بنائية مقدارها ٤.
- تتقابل الخطوط الرأسية السبع مع الخطوط التي تمثل عدد طوابق المبنى [Sto. No.] في سبع نقاط تمثل القيم السبع لعدد طوابق المبنى التي تم الحصول عليها في الشكل رقم (٤)، والتي تحقق كثافة بنائية مقدارها ٤.
- نمد خطوط أفقية من النقاط السبع التي تقع على الخطوط التي تمثل عدد طوابق المبنى لتتقابل مع المحور الرأسي الممثل لنصيب الفرد من الخدمات [Srv. A. / Pp. No.] في سبعة نقاط عند القيم (٦,٥ – ٣,١ – ٢,٠ – ١,٥ – ٠,٩ – ٠,٢ – ٠,١) على التوالي.

ويوضح الجدول رقم (٨) نتائج تطبيق النموذج على الموقع السكنى المفترض للحصول على كثافة بنائية مقدارها ٤.

٥. الخلاصة:

بالرغم من المحددات المفترضة في تلك الورقة البحثية لتطبيق النموذج المقترح، إلا أنه يمكن اعتباره من العمومية والمرونة – إمكانية التغيير بسهولة – التي تجعله يتواءم مع أي موقع سكنى للتحكم في كثافته البنائية، من خلال التحكم في نسب الإشغال وارتفاعات المباني، وبالتالي الحد من التضخم في عدد سكانه من ثم التحكم في الكثافة السكانية داخل ذلك الموقع. كما يمكن استخدام النموذج المقترح بواسطة صانعي القرار والمعماريين والمخططين في تنمية المواقع السكنية خاصا في التجمعات العمرانية الجديدة.

٦. المراجع:

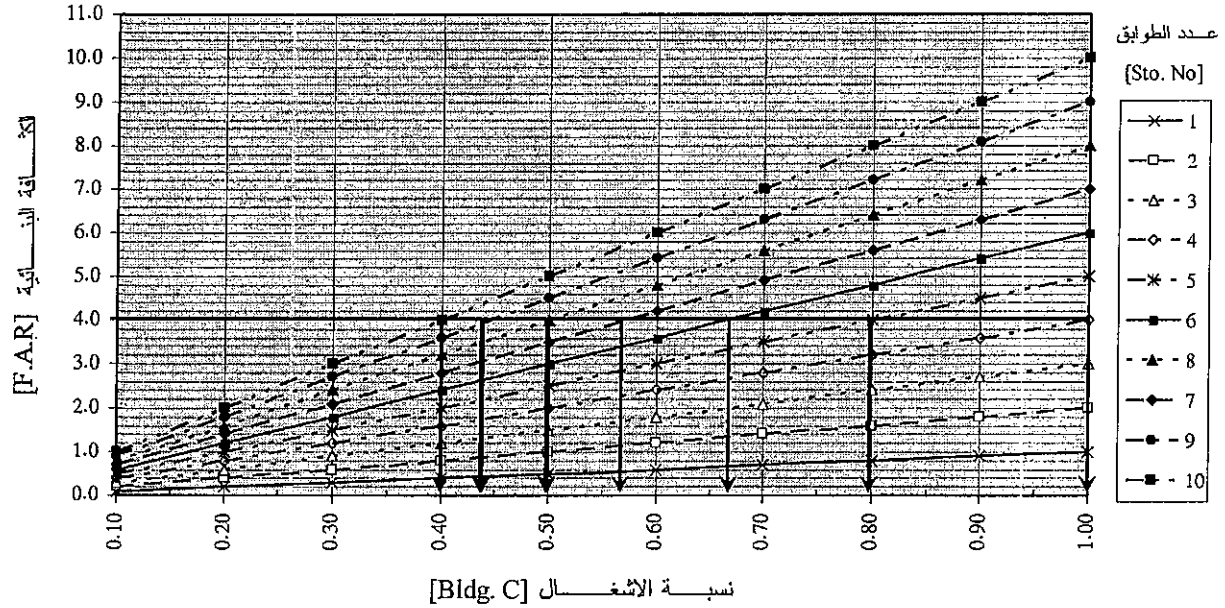
[١] عفيفي، أحمد كمال الدين، "دراسات في التخطيط العمراني"، جامعة الإمارات العربية المتحدة، كلية الهندسة، العين، الإمارات العربية المتحدة، ١٩٨٨م.

[٢] علي، عصام الدين محمد، "قوانين البناء في مصر ومدى انعكاساتها على خصائص البيئة العمرانية"، المؤتمر الدولي السادس للبناء والتشييد انتربيلد ٩٩، المجموعة العربية للتنمية، القاهرة، ١٩٩٩م.

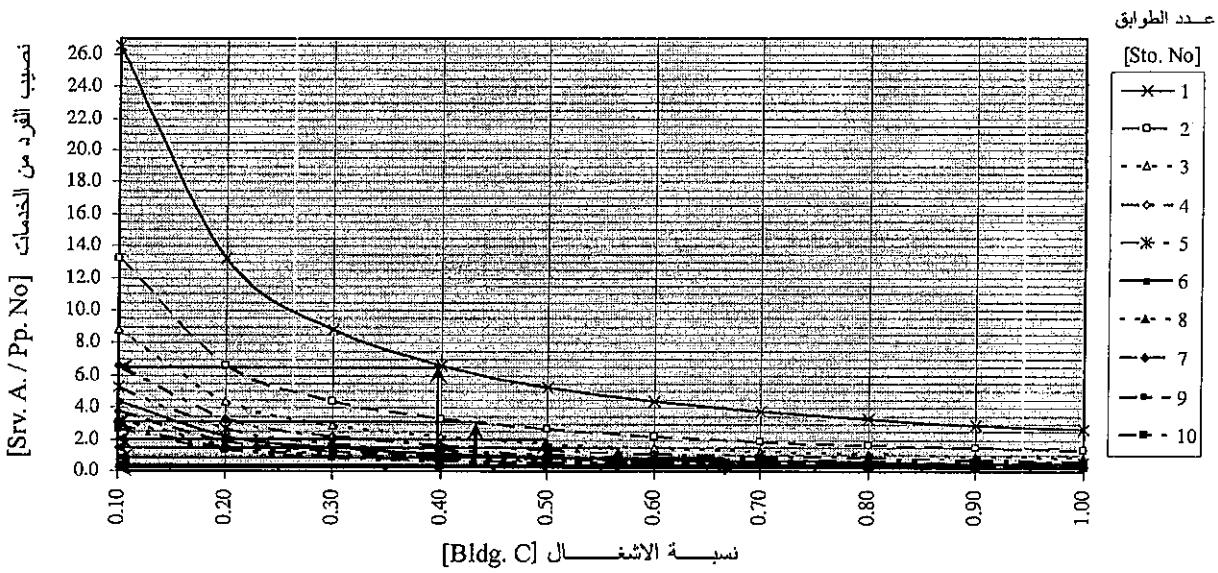
[٣] ـــــــــ، "قانون رقم ١٠٦ لسنة ١٩٧٦ في شأن توجيه وتنظيم أعمال البناء المعدل بالقانون رقم ١٠١ لسنة ١٩٩٦ ولائحته التنفيذية"، الهيئة العامة لشئون المطابع الأميرية، القاهرة، ١٩٩٨م.

[٤] ـــــــــ، "قانون رقم ٣ لسنة ١٩٨٢ بإصدار قانون التخطيط العمراني ولائحته

التنفيذية"، الهيئة العامة لشئون المطابع الأميرية، القاهرة، ١٩٩٨م.
[٥] نوفل، محمود حسن، "معدلات الانتفاع المثلى للأبنية في ظل قانون المباني السائد بمصر"، مؤتمر المنصورة الهندسي الأول، كلية الهندسة، جامعة المنصورة، المنصورة، ١٩٩٠م.
[6] Caliper Corporation, "TransCAD Manual: Version 4", Bentley System, Pennsylvania, USA, 2003.
[7] Microsoft Corporation, "Microsoft Excel Manual: Version 2002", USA, 2002.



الشكل رقم (٤) قيم نسبة الإشغال وعدد الطوابق التي تحقق كثافة بنائية متدارها ٤.



الشكل رقم (٥) نصيب الفرد من الخدمات العامة بالموقع عند تطبيق كثافة بنائية مقدارها ٤