

## أهمية التمثيل السكاني الأمثل باستخدام نماذج تخصيص المواقع في نظم المعلومات الجغرافية

د. إبراهيم بن عبيد الشويش

أستاذ نظم المعلومات الجغرافية المساعد بكلية اللغة العربية والدراسات الاجتماعية، قسم  
الجغرافيا، جامعة القصيم، المملكة العربية السعودية

**ملخص البحث:** تمثيل التوزيع الجغرافي للسكان أحد العوامل الرئيسية لتحديد التوزيع الجغرافي الأمثل للخدمات باستخدام نماذج تخصيص المواقع Location Allocation Models. عليه تهدف هذه الدراسة إلى توفير الدعم العلمي لقرارات اختيار المواقع المثلى للمرافق أو الخدمات وملء الفجوة في الدراسات السابقة فيما يخص أهمية التمثيل السكاني الأمثل مع أحد أهم نماذج تخصيص المواقع في نظم المعلومات الجغرافية p-median model. نوعين من التمثيل السكاني تم استخدامها في هذه الدراسة لتمثيل حجم الطلب من السكان على خدمات مراكز الرعاية الصحية الأولية بمدينة الرياض، أولاً: النقطة الوسطى للحي السكني، ثانياً: نتاج تقدير السكان لوحدة مساحة أصغر من الأحياء باستخدام واحدة من أهم تقنيات الاستيفاء المساحي Areal Interpolation Techniques وأكثرها دقة في النتائج وهي تقنية Dasymeric Mapping. نتائج الدراسة أظهرت وجود اختلافات واضحة في قرارات اختيار التوزيع المكاني الأمثل للخدمات والتغطية الجغرافية وذلك عندما تم تطبيق نموذج p-median model على سطح تمثيل السكان بالنقطة الوسطى للحي السكني أو على سطح نتائج التمثيل

السكاني باستخدام تقنية Dasymetric Mapping. وهذه النتائج تعطي دلالة واضحة على حجم الاختلاف في تحديد التوزيع الجغرافي الأمثل للخدمات لأفضل ١٠، ٢٥ و ٥٠ موقعاً لخدمات مراكز الرعاية الصحية الأولية على مسافات مختلفة تم اختيارها ١٥٠٠ و ٣٠٠٠ متر وفقاً للتغطية الجغرافية للسكان التي تراوحت ما بين ١٠٣١٩١٧ و ٤١٥٣٣٨٩ نسمة بالنسبة للنقطة الوسطى، وما بين ٦٥٦٣٤٧ و ٤٢٨٦٤٧٢ نسمة بالنسبة لاستخدام تقنية Dasymetric Mapping. وتعكس هذه الأرقام أهمية التمثيل السكاني الأمثل عند استخدام نماذج تخصيص المواقع، والحذر الشديد من استخدام النقطة الوسطى للحي خصوصاً مع تقدم تقنيات الاستيفاء المساحي ودقة نتائجها.

الكلمات المفتاحية: نماذج تخصيص المواقع *Location Allocation Models*: *p-median*  
*model*: تقنيات الاستيفاء المساحي *Dasymetric Mapping*: *Areal Interpolation*  
*Technique*.

## [١] مشكلة الدراسة وأهدافها:

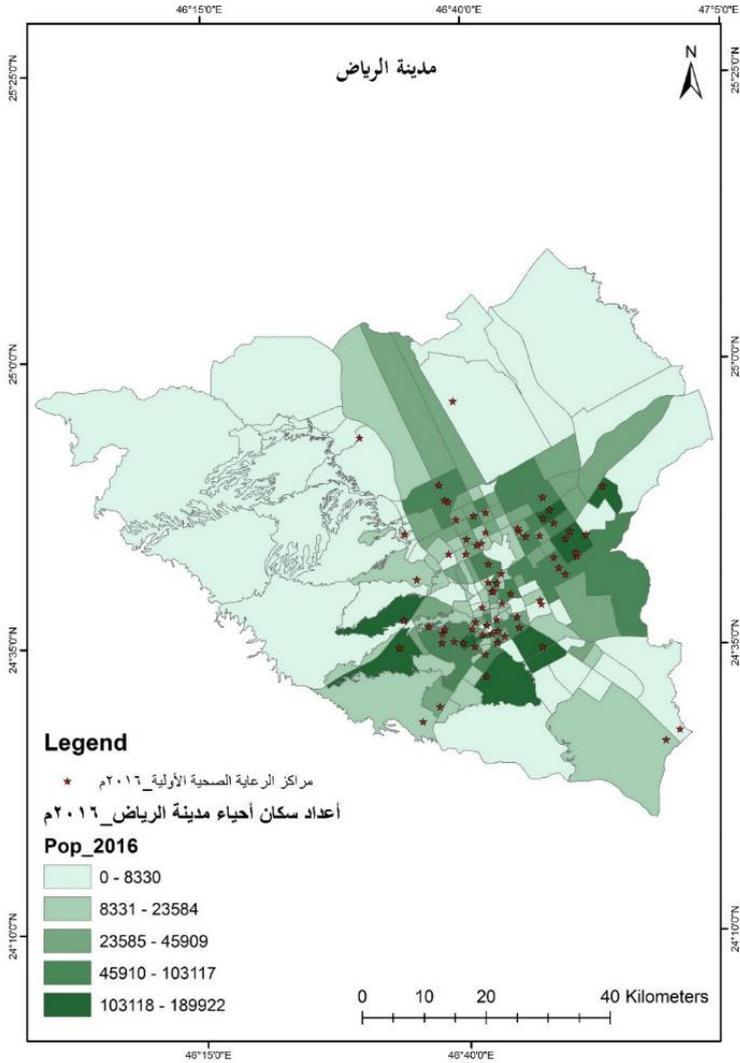
تمثيل التوزيع الجغرافي للسكان أحد العوامل الرئيسية لتحديد التوزيع الجغرافي الأمثل للخدمات باستخدام نماذج تخصيص المواقع Location Allocation Models. حيث أن نماذج تخصيص الموقع هي صيغ رياضية خاصة بكل نموذج تهدف إلى تحديد الموقع الجغرافي الأمثل للخدمات القائمة والمقترحة وذلك استناداً لتوزيع نقاط الطلب "السكان" والمسافة أو المدة الزمنية المطلوبة. هناك ثلاث بيانات جغرافية لا بد أن تتوفر للباحث عند استخدام نماذج تخصيص المواقع ، أولها نقاط تمثيل السكان ثم نقاط الخدمات وأخيراً شبكة الطرق (Cromley and McLafferty, 2002). على هذا الأساس ، تمثيل التوزيع الجغرافي للسكان وفقاً لبيانات التعدادات السكانية الرسمية هو هدف الباحث في مثل هذه الدراسات. ولكن في كثير من الأحيان التعدادات السكانية الرسمية لا توفر للباحثين البيانات السكانية على هيئة وحدات مساحية جغرافية صغيرة مثل المنازل أو البلوكات (مجموعة من المنازل تحيط بها الطرق) ، ولكنها قد تتوافر لمساحات أكبر مثل الأحياء السكنية. لذلك يضطر بعض الباحثين إلى تمثيل التوزيع الجغرافي للسكان لوحدات مساحية كبيرة مثل الأحياء السكنية وذلك باستخدام النقطة الوسطى للحي السكني ، وهذا بدوره قد يعطي نتائج غير دقيقة مع تحليلات نماذج تخصيص المواقع بسبب كبر مساحة الأحياء السكنية ، ولاحتماء هذه الأحياء في الغالب على مساحات خالية من السكان. والبعض الآخر من الباحثين قد يستخدم بعض التقنيات المتقدمة لتقدير السكان لوحدات مساحية صغيرة مثل تقنيات الاستيفاء المساحي Areal Interpolation Techniques. واستخدام مثل هذه التقنيات لتمثيل السكان يولد نتائج أكثر دقة مع نماذج تخصيص المواقع ، وذلك للافتراضات المختلفة لهذه التقنيات في تمثيل

السكان للوحدات المساحية المستهدفة ولاستخدام بعضها بيانات مساعدة مثل صور الأقمار الصناعية، أنظر على سبيل المثال (Alshwesh, 2014).

عدد قليل من الأبحاث سلطت الضوء على استخدام نماذج تخصيص المواقع مع أشكال مختلفة للتوزيع المكاني لنقاط الطلب (السكان) بناءً على نتائج استخدام بعض تقنيات الاستيفاء المساحي أو نتائج تعددات أو تقديرات سكانية معتمدة (أنظر على سبيل المثال: Cromley et al. 2002 and Alshwesh, 2014). عليه تهدف هذه الدراسة إلى توفير الدعم العلمي لقرارات اختيار المواقع المثلى للمرافق أو الخدمات وملء الفجوة في الدراسات السابقة فيما يخص أهمية التمثيل السكاني الأمثل مع نماذج تخصيص المواقع في نظم المعلومات الجغرافية.

#### [٢] منطقة الدراسة:

مدينة الرياض هي عاصمة المملكة العربية السعودية وأكبر مدنها على الإطلاق، حيث يبلغ عدد سكانها ٦٥٠٦٧٠٠ نسمة وذلك وفقاً لنتائج الدراسة السكانية للهيئة العليا لتطوير مدينة الرياض عام ٢٠١٦م. كما يبلغ عدد الأحياء السكنية فيها ٢٠٩ (أنظر خارطة رقم ١).



### خارطة رقم (١) الكثافة السكانية لأحياء مدينة الرياض

\*من عمل الباحث استناداً إلى خرائط الأساس التي تم الحصول عليها من الهيئة العليا لتطوير مدينة

الرياض

ويأتي اختيار مدينة الرياض بسبب تنوع أحجام أحيائها السكنية وكثافتهم السكانية، كما تتنوع الخدمات فيها. ولتحقيق هدف الدراسة في توفير الدعم العلمي لقرارات اختيار المواقع المثلى للمرافق أو الخدمات وملء الفجوة في الدراسات السابقة فيما يخص أهمية التمثيل السكاني الأمثل مع نماذج تخصيص المواقع في نظم المعلومات الجغرافية، اختارت الدراسة خدمات مراكز الرعاية الصحية الأولية التي يبلغ عددها في مدينة الرياض ٧٦ مركزاً صحياً (خارطة رقم ١)، وذلك لتحليل توزيعها الجغرافي الأمثل وقياس حجم التغطية الجغرافية لها على مستوى نقاط تمثيل السكان.

### [٣] منهج البحث وتقنياته:

لتحقيق هدف البحث تعتمد هذه الدراسة على منهج التحليل المكاني وذلك

بتطبيق ما يلي:

١-٣ P-median model:

وهو أحد أهم نماذج تخصيص المواقع في نظم المعلومات الجغرافية، ويعد أيضاً من أوائل النماذج الرياضية التي طورت بهدف تقليل المسافة الإجمالية أو الوقت بين مواقع نقاط العرض (الخدمات) ونقاط الطلب (السكان) (Hakimi, 1964). ولقد طور هذا النموذج وتمت صياغته رياضياً من قبل (Teitz and Bart ١٩٦٨)، بحيث يكون الاستدلال المتبادل كنهج بحث بديل. وتعتمد العمليات الرياضية في هذا النموذج على تبادل أو استبدال عدد من المواقع المطلوبة والمرشحة القادرة على تقليل المسافة أو الوقت بين مواقع العرض والطلب (Church and Sorensen, 1994).

الهدف الوظيفي لمعادلة نموذج P-median model، تم شرحها في عدد كبير من

الدراسات، ويمكن شرحها هنا كما وردت في كتاب (Cromley and McLafferty 2002)

على النحو التالي:

The objective function of this model IS to:

$$\text{Minimise } Z = \sum_{i \in I} \sum_{j \in J} a_i d_{ij} x_{ij} \quad \text{Equation (1)}$$

Given the following constraints:

- 1) A facility has to be allotted with a separate demand site:  
 $x_{ij} \leq x_{jj}$  for all  $(i, j)$
- 2) An open facility must be allotted a demand:

$$\sum_{j \in J} x_{ij} = 1 \text{ for all } i \quad \text{Equation (2)}$$

- 3) Only the p facilities are to be located:

$$\sum_{j \in J} x_{jj} = p \text{ for all } j \quad \text{Equation (3)}$$

- 4) The sum of the neighbourhoods assigned to them equals the number of facilities to be located.

The total demand from a separate demand site is given as:

$x_{ij} = (0, 1)$  for all  $(i, j)$  is allotted to only one facility,

where:

Z = objective function; هدف المعادلة

I = all the demand areas where the nodes on the network along the subscript i are an index signifying a specific demand area; جميع

نقاط الطلب على الشبكة تعتبر منطقة طلب محددة

$J$  = the collection of candidate facility sites when the nodes on the network along with the subscript  $j$  are frequently an index which signifies a particular facility site;

مجموعة مواقع الخدمات أو المرافق المرشحة على عقد الشبكة

$a_i$  = the number of people who are present at the demand site  $i$ ; عدد السكان في مواقع الطلب

$d_{ij}$  denotes the distance in terms of the travel cost and separates place  $i$  from candidate facility site  $j$ ; تشير إلى أقصر مسافة من حيث تكلفة السفر بين نقاط الطلب ومواقع الخدمات

but  $d_{ij} \leq \text{distance } m$ ; (المسافة (متر))

$x_{ij}$  is equal to 1 when demand at place  $i$  is allotted to a facility opened at site  $j$ , or is equal to 0 when the demand at place  $i$  is not allotted to that site; and

تساوي ١ عندما يتم تخصيص نقاط الطلب للخدمة أو صفر عندما تكون خارج التخصيص

$p$  = the number of facilities that need to be located. عدد المرافق أو الخدمات المراد تخصيصها

في هذه الدراسة نقاط العرض (الخدمات) سوف تكون مراكز الرعاية الصحية الأولية بمدينة الرياض، أما تمثيل نقاط السكان فسوف يكون مقارنة على نموذجين وذلك من أجل تحقيق الهدف الرئيس للدراسة وهو توفير الدعم العلمي لقرارات اختيار المواقع المثلى للمرافق أو الخدمات وملء الفجوة في الدراسات السابقة فيما يخص أهمية التمثيل السكاني الأمثل مع نماذج تخصيص المواقع في نظم المعلومات

الجغرافية، وعليه فإن نماذج تمثيل نقاط الطلب (السكان) سوف تكون على النحو التالي:

**أولاً:** النقطة الوسطى لأحياء مدينة الرياض وذلك لتمثيل سكان الأحياء وفقاً لنتائج الدراسة السكانية للهيئة العليا لتطوير مدينة الرياض عام ٢٠١٦م.

**ثانياً:** النقطة الوسطى للمباني السكنية بعد استخدام أحد تقنيات الاستيفاء المساحي لتقدير أعداد سكان الأحياء السكنية إلى وحدات مساحية صغيرة تمثل واقع توزيع السكان المكاني داخل الأحياء السكنية. وسوف تستخدم الدراسة تقنية Dasymetric Mapping لتقدير أعداد السكان على مستوى المباني السكنية، وسوف يرد شرح تقنيات الاستيفاء المساحي في الجزء الثاني من منهج البحث وتقنياته.

٢-٣ Dasymetric Mapping

تقنية Dasymetric Mapping هي واحدة من أهم تقنيات الاستيفاء المساحي Areal Interpolation Techniques، حيث تم استخدامها في عدد كبير من الدراسات بهدف تقدير السكان في المناطق الجغرافية التي لا تتوفر لها تعدادات سكانية. وتعد هذه التقنية من أبرز التقنيات التي تعتمد على تقنيات الاستشعار عن بعد كبيانات مساعدة مثل صور الأقمار الصناعية لتمييز استخدامات الأرض فيها ومن ثم تقدير السكان في مواقعهم الفعلية. ولقد استخدمت هذه التقنية لأول مرة من قبل Wright (1936)، وذلك من أجل تقدير البيانات السكانية وتوزيع السكان وكثافتهم باستخدام المعلومات "الطبوغرافية" كبيانات مساعدة. وافتراضات هذه الطريقة تعتمد على أن السكان يتم توزيعهم فقط في المناطق المأهولة بالسكان داخل منطقة المصدر. ولقد تم استخدام هذه التقنية في عدد كبير من الدراسات على سبيل المثال (Langford et al., 1991; Fisher and Langford, 1995 and 1996; Eicher and Brewer, 2001; Langford, 2007; Alshwesh, 2014). ويأتي اختيارها في هذه الدراسة بسبب دقة نتائجها مقارنة بالتقنيات الأخرى.

ولتطبيق تقنية Dasymetric Mapping في هذه الدراسة سوف يعتمد هذا البحث على بيانات استخدامات الأرض المنتجة من قبل الهيئة العليا لتطوير مدينة الرياض ٢٠١٦م وفقاً لصور الأقمار الصناعية ومسح استخدامات الأرض. وتحديدًا المباني السكنية على مستوى أحياء مدينة الرياض. بحيث تكون منطقة المصدر هو الحي السكني، ومنطقة الهدف هي المباني السكنية. ليتم تقدير سكان الأحياء للمباني السكنية وفقاً للمعاداة التالية:

$$POP_d = \left( \frac{P_s}{\sum_i} \right) \quad \text{Equation (4)}$$

$$POP_t = (POP_d \times A_i) \quad \text{Equation (5)}$$

Where:

$POP$  = represents the (population variable); تمثل المتغيرات السكانية;

$d$  represents the population density; تمثل الكثافة السكانية;

$s$  represents the source zone; تمثل منطقة المصدر

$P_s$  represents the population of the source zone; تمثل عدد سكان منطقة المصدر

$i$  represents the intersection area between the source zone layers and the target areas; تمثل المساحة المتقاطعة بين منطقة المصدر ومنطقة الهدف

$t$  represents the target areas; and تمثل المنطقة المستهدفة

A represents the area. تمثل المساحة.

## ١ - مصادر البيانات :

جميع البيانات المستخدمة في هذه الدراسة مصدرها الهيئة العليا لتطوير مدينة الرياض ، حيث تم الحصول على البيانات الضرورية للدراسة على هيئة شيب فايل Shapefile format بحيث تشتمل على ما يلي :

- ١ . خارطة الأساس لمدينة الرياض.
- ٢ . خارطة أحياء مدينة الرياض مع نتائج الدراسة السكانية لعام ٢٠١٦م.
- ٣ . خارطة استعمال الأراضي لمدينة الرياض لعام ٢٠١٦م
- ٤ . خارطة الطرق الرئيسة والفرعية لمدينة الرياض.

## [١] الدراسات السابقة:

دراسة نتائج أحد أو مجموعة من نماذج تخصيص المواقع مع نماذج مختلفة من نتائج التمثيل السكاني هي خطوة مهمة لدعم الجوانب العلمية لقرارات التخطيط المكاني وتحديد المواقع المثلى للخدمات (Alshwesh, 2014). من المهم أيضاً سد الفجوة في الدراسات السابقة وتقديم الدعم العلمي فيما يتعلق بالتفاعلات بين نماذج تخصيص الموقع وأسطح الطلب المختلفة لنفس المشكلة. تم اقتراح واستخدام العديد من نماذج تخصيص الموقع في الدراسات السابقة من أجل دعم التخطيط المكاني ومواقع المنشآت المثلى. وقد تبين أن أكثر الدراسات تستخدم نماذج تخصيص المواقع إما مع مواقع الطلب الفعلية أو مع نتائج النقط الوسطى لمناطق التعداد لمساحات كبيرة. ومع ذلك قليل من الدراسات ركزت على أهمية التمثيل السكاني الأمثل مع نماذج تخصيص المواقع في نظم المعلومات الجغرافية، وهنا استعراض مختصر لعدد من الدراسات التي استخدمت نماذج تخصيص المواقع أو تقنيات الاستيفاء المساحي كنتائج مهمة تدعم الباحثين في دراساتهم الجغرافية وغيرها من العلوم.

## ٥- ١ نماذج تخصيص المواقع Location Allocation Models:

لقد تمت دراسة نماذج تخصيص المواقع في العديد من المجالات منذ عام ١٩٦٠م، على سبيل المثال، الجغرافيا والتخطيط المكاني والصناعة والهندسة والإدارة العامة (Cromley and McLafferty, 2002 and ٢٠٠٢, Teixeira and Antunes, 2008). بالإضافة إلى ذلك، هناك تصنيفات مختلفة لنماذج تخصيص المواقع في الأدب (انظر Cromley and McLafferty, 2002; Daskin, 2008 and Church and Murray, 2009).

نماذج تخصيص المواقع متنوعة، ولكن أهمها وأولها هو نموذج p-median model الذي تم تعريفه وشرحه سابقاً. ولقد عرضت عدداً من الدراسات الحديثة إمكانات نظم

المعلومات الجغرافية لدعم نماذج تخصيص الموقع من خلال فحص وتقييم التوزيع المكاني وإمكانية الوصول إلى الخدمات باستخدام نموذج  $p$ -median model. على سبيل المثال: (٢٠٠٢) McLafferty and Cromley، قدموا صياغة لنموذج  $p$ -median model في الخدمات الصحية وذلك من خلال تعيين عدد من مواقع العرض والطلب. (٢٠٠٦) Mitropoulos et al. قدموا بعض المقترحات الجديدة لمحاولة زيادة الطلب على مراكز الرعاية الصحية الأولية بدلاً من المستشفيات، وقد استندت هذه الطريقة إلى مشكلة  $p$ -median problem and mixed integer programming، وتهدف إلى تقييم وتحديد المسافة بين المرضى والمرافق الصحية وتوضيح التوزيع العادل للخدمات الصحية بين المواطنين في منطقة غرب اليونان. أيضاً طبق (2011) Algharib نموذج  $p$ -median مع نقاط النقطة الوسطى للمقاطعات في الكويت لدعم التخطيط المكاني لمواقع محطات الإطفاء. في المقابل استخدم مؤلفون آخرون أيضاً نموذج  $p$ -median مع نتائج تقدير من تقنية المحاكاة الدقيقة المكانية لتقدير معدلات المواليد للمناطق الصغيرة، لتحديد المواقع المثلى وإعادة تحديد مواقع خدمات ما قبل الولادة (Tomintz et al., 2013). ودراسات أخرى قارنت بين  $p$ -median model و Grouping Genetic Algorithm من أجل وصف أثر استخدام أساليب البحث والاستدلال في بيئة نظم المعلومات الجغرافية وعلاقته بخصائص التوزيع الجغرافي لسطح الطلب (السكان) والتوزيع المكاني الأمثل للخدمات الطبية الطارئة (مواقع الإسعاف) في مدينة بريدة (Alshwesh et al., 2016).

وهناك أيضاً مجموعة أخرى من نماذج تخصيص المواقع تعرف بنماذج التغطية الجغرافية (Coverage Models)، وتُعتبر نماذج التغطية الجغرافية بمثابة أنواع أخرى من نماذج تخصيص المواقع التي تهدف إلى توفير تغطية كاملة أو تغطية قصوى أو تغطية

جزئية لأوزان نقاط الطلب بناءً على المسافات المستخدمة أو الوقت (زمن محدد) (Church and Murray, 2009). كما تتعلق الاختلافات بين نماذج التغطية بالاختلافات في وظائف الأهداف والعمليات في كيفية البحث من خلال الحلول الممكنة لتخصيص نقاط الطلب وتحديد مواقع المنشآت المثلى. ومن هذه النماذج من يهدف إلى تقليل عدد الخدمات وخدمة أكبر عدد ممكن من نقاط الطلب ضمن مسافة معينة أو زمن محدد مثل Location Set Covering Problem، ولقد طبق في عدد كبير من الدراسات مثلاً أنظر (Toregas and ReVelle, 1973; ReVelle and Hogan, 1989a; Maximal Covering Location Problem (Marianov and ReVelle, 1994; Rajagopalan et al. 2008). وهناك أيضاً نموذج Maximal Covering Location Problem، والذي يهدف إلى تعظيم التغطية لأوزان الطلب خلال مسافة محددة أو زمن معين، ومن الدراسات على هذا النموذج أنظر على سبيل المثال: (Church and ReVelle, 1974; ReVelle and Hogan, 1989b; Spaulding and Cromley, 2009 and Murawski and Church, 2007). وفي المقابل هناك نماذج تختلف في الوظائف والأهداف والعمليات وفي كيفية البحث من خلال الحلول الممكنة لتخصيص نقاط الطلب، حيث يهدف نموذج Maximise Attendance إلى تخصيص نسب معينة من أوزان الطلب وفقاً للمسافة والزمن، فكلما زادت المسافة أو الوقت المحددين قلت النسبة المخصصة من أوزان الطلب (Holmes et al., 1972 and Algharib, 2011).

## ٥ - ٢ تقنيات الاستيفاء المساحي Areal Interpolation Techniques :

في هذا البحث سوف يتم استعراض أبرز هذه التقنيات والتي استخدمت على نطاق واسع في عدد من الدراسات. وعليه فإن تقنيات الاستيفاء المساحي يمكن تقسيمها إلى نوعين : -

**أولاً:** تقنيات استيفاء مساحي لا تعتمد على البيانات المساعدة في تقدير أعداد السكان، وتأتي تقنية Areal Weighting كأبرز وأقدم هذه التقنيات. وتعتمد هذه التقنية

على توزيع السكان بشكل متساوي في المناطق المستهدفة (Goodchild and Lam, 1980; Lam, 1983). وفي الواقع هذه التقنية هي بدائية جداً وتعطي نتائج لا يمكن الوثوق بها وذلك بسبب افتراضاتها التي تعتمد على التوزيع المتساوي (المتجانس) للسكان في المناطق المستهدفة. لذلك غالباً ما يكون استخدامها للمقارنة مع نتائج تقنيات أخرى، وربما تستخدم بسبب عدم وجود بيانات مساعدة مثل المراتب الفضائية أو خرائط استخدامات الأرض. ولقد تم مقارنة نتائج هذه التقنية مع تقنيات أخرى بهدف تقدير السكان لوحدة مساحة صغيرة في ثلاث مدن، ودراسة التفاعل بين نتائجها ونتائج أربعة من نماذج تخصيص المواقع، أنظر على سبيل المثال دراسة (Alshwesh, 2014).

من التقنيات أيضاً التي لا تعتمد على البيانات المساعدة تقنية Pycnophylactic، حيث قام Tobler في عام ١٩٧٩م بإنتاج وصياغة معادلتها. وتفترض هذه التقنية تقديرات غير متجانسة للمناطق المستهدفة، والتي ربما يمكن الاعتماد عليها لتمثيل التوزيع المكاني للسكان في حال غياب البيانات المساعدة. ولكن يعاب عليها أيضاً عدم استخدامها للبيانات المساعدة مثل صور الأقمار الصناعية بهدف معرفة التوزيع المكاني للسكان داخل المناطق المستهدفة. ولقد تم استخدام تقنيات Areal و Pycnophylactic و Weighting لدراسة خطر الإصابة بالمalaria على السكان من خلال استخدام بيانات التعداد كمناطق مصدر في كينيا (Hay et al., 2005). أيضاً استخدمت تقنية Pycnophylactic من خلال دمجها مع تقنية Dasymetric بهدف تطوير قاعدة بيانات لاستخدامات الأرض والتغلب على بعض عيوبها في التوزيع المكاني الفعلي في المناطق المستهدفة (Comber et al., 2008).

**ثانياً:** تقنيات استيفاء مساحي تعتمد على استخدام البيانات المساعدة في تقدير أعداد السكان، ومن أبرز هذه التقنيات Dasymetric Mapping. ولقد ساهمت صور

الأقمار الصناعية كبيانات مساعدة في تحسين دقة نتائج هذه التقنية. حيث كان الهدف الرئيس للبيانات المساعدة هو الكشف عن التوزيع المكاني للسكان داخل المناطق المستهدفة، وتوفير تقديرات غير متجانسة للسكان، انظر على سبيل المثال إلى هذه الدراسات ( Eicher and Langford, 1995 and 1996; Fisher and Langford et al., 1991; Brewer, 2001 and Langford, 2007; Hawley, 2005; Langford, 2006; Comber et al., 2010 and Kim and Yao, 2008). هناك عدد من المؤلفين الذين استخدموا الاستشعار عن بُعد كجزء من أساليب الاستيفاء الداخلي الخاصة بهم، على سبيل المثال: (Langford et al. 1991) استخدموا تقنية الاستشعار عن بُعد عن طريق الحصول على عدة صور من القمر الصناعي، وتنظيمها في عدة أنواع باستخدام توقيعات طيفية مختلفة، ثم تحليلها لتصنيف استخدام الأراضي في المنطقة. وناقشوا ثلاثة نماذج إحصائية استخدمت للتنبؤ بالكثافة السكانية داخل المناطق المستهدفة. بالإضافة إلى ذلك Fisher (1995) and Langford استخدموا طريقة مونت كارلو لاختبار خمس طرق: طريقة Dasymetric Mapping وطريقة Areal Weighting، وshotgun model، والنموذج المركز والنموذج البسيط. ولقد تبين أن طريقة Dasymetric Mapping قدمت أفضل النتائج وبالتالي كانت متفوقة على طريقة Areal Weighting. ركزت دراسة أخرى على تأثير خطأ التصنيف لمرئيات Landsat على طريقة Dasymetric Mapping (Fisher and Langford, 1996).

هناك دراسات حديثة على سبيل المثال: دراسة (Kim and Yao 2010) قاموا بتطوير طريقة Hybrid جديدة استغلت نقاط القوة في طرق Dasymetric Mapping من حيث رسم الخرائط وتقنية Pycnophylactic، أحد أهم الاستنتاجات التي توصلت إليها هذه الدراسة هو المقارنة من حيث دقة التقدير لنتائج هذه الطريقة الهجينة مع نتائج التقنيات الأخرى سابقة الذكر. دراسة أخرى مثل (Cromley et al. 2012) اقترحوا

استخدام نموذج التغطية القصوى الذي يعرف بـ Maximal Covering مع تمثيل مختلف لأسطح الطلب والتي نتجت عن استخدام الاستيفاء المساحي مثل Dasymeric Mapping أو النقط الوسطى أو النقاط الموزعة بشكل موحد. وقد وجدت الدراسة أن نتائج استخدام الاستيفاء المساحي Dasymeric Mapping، كان مفيداً لتحسين افتراضات التوزيع المكاني لاحتياجات الطلب وتحسين نتائج نموذج التغطية القصوى. هذا وقد اعتمدت دراسات أخرى على تقنية Dasymeric Mapping بهدف تقدير السكان لوحدة مساحية صغيرة ومن ثم دراسة سهولة الوصول للخدمات الصحية ودراسة التفاعل بين نتائجها ونتائج أربعة نماذج تخصيص المواقع، أنظر على سبيل المثال دراسة (Alshwesh, 2014). كذلك دراسة الدغيري والشويش، (٢٠١٨) استخدمت تقنيات الاستشعار عن بعد والاستيفاء المساحي Dasymeric Mapping لتقييم أثر النمو العمراني في أحواض الوديان الداخلة على مدينة بريدة بمنطقة القصيم. ومن هذا الاستعراض للدراسات السابقة نلاحظ أهمية نتائج تقنية Dasymeric Mapping في عدد كبير من الدراسات وخصوصاً مع دراسات المواقع المثلى، وهذا ما جعل البحث يعتمد عليها لدراسة أهمية التمثيل السكاني الأمثل مع نماذج تخصيص المواقع في نظم المعلومات الجغرافية.

#### [١] النتائج ومناقشتها:

في هذا الجزء سوف يتم استعراض النتائج التي توصلت إليها الدراسة فيما يخص هدف الدراسة الرئيس وهو توفير الدعم العلمي لقرارات اختيار المواقع المثلى للمرافق أو الخدمات وملاء الفجوة في الدراسات السابقة فيما يخص أهمية التمثيل السكاني الأمثل مع نماذج تخصيص المواقع في نظم المعلومات الجغرافية.

نوعين من التمثيل السكاني تم استخدامها في هذه الدراسة لتمثيل سطح (الطلب) على خدمات مراكز الرعاية الصحية الأولية :

**أولاً:** نتائج استخدام تقنية Dasymetric Mapping وهي خرائط تمثل التوزيع المكاني للسكان على مستوى مدينة الرياض ، وتم تمثيلها بنقاط تتوزع داخل الأحياء السكنية (النقطة الوسطى للمباني السكنية) ، وتحتوي كل نقطة على أوزان تقديرات عدد السكان (الطلب) لتكون نقاط تمثل السكان داخل الأحياء السكنية كما سيرد في النتائج والخرائط القادمة. حيث طبقت الإجراءات التي تم شرحها فيما يخص هذه التقنية في منهج البحث وتقنياته للوصول لهذه النتيجة.

**ثانياً:** النقطة الوسطى للحي السكني ، وهي تمثل عدد السكان لكل حي سكني ، حيث تم تمثيل هذا العدد بنقطة تتوسط كل حي سكني.

وقد تم تطبيق p-median model على النوعين من نقاط تمثيل السكان ، وذلك بهدف تحديد أفضل مواقع مراكز الرعاية الصحية الأولية بمدينة الرياض التي يمكنها أن تقلل المسافات وتخدم العدد الأكبر من السكان. حيث تم اختيار مسافة (نطاق خدمة) ١٥٠٠ متر و ٣٠٠٠ متر كمثال لاختبار نتائج تطبيق هذا النموذج مع نوعين من سطوح الطلب (نقاط توزيع السكان). كما تم تحديد أفضل ١٠ ، ٢٥ و ٥٠ موقعاً من ٧٦ موقع لمراكز الرعاية الصحية الأولية وفقاً للمسافات التي تم ذكرها سابقاً ، وذلك بهدف استكشاف الاختلافات بين نتائج السطحين وتوفير نتائج متنوعه يمكن الحكم عليها وتوفير الدعم العلمي لقرارات اختيار المواقع المثلى وحجم التغطية الجغرافية للسكان.

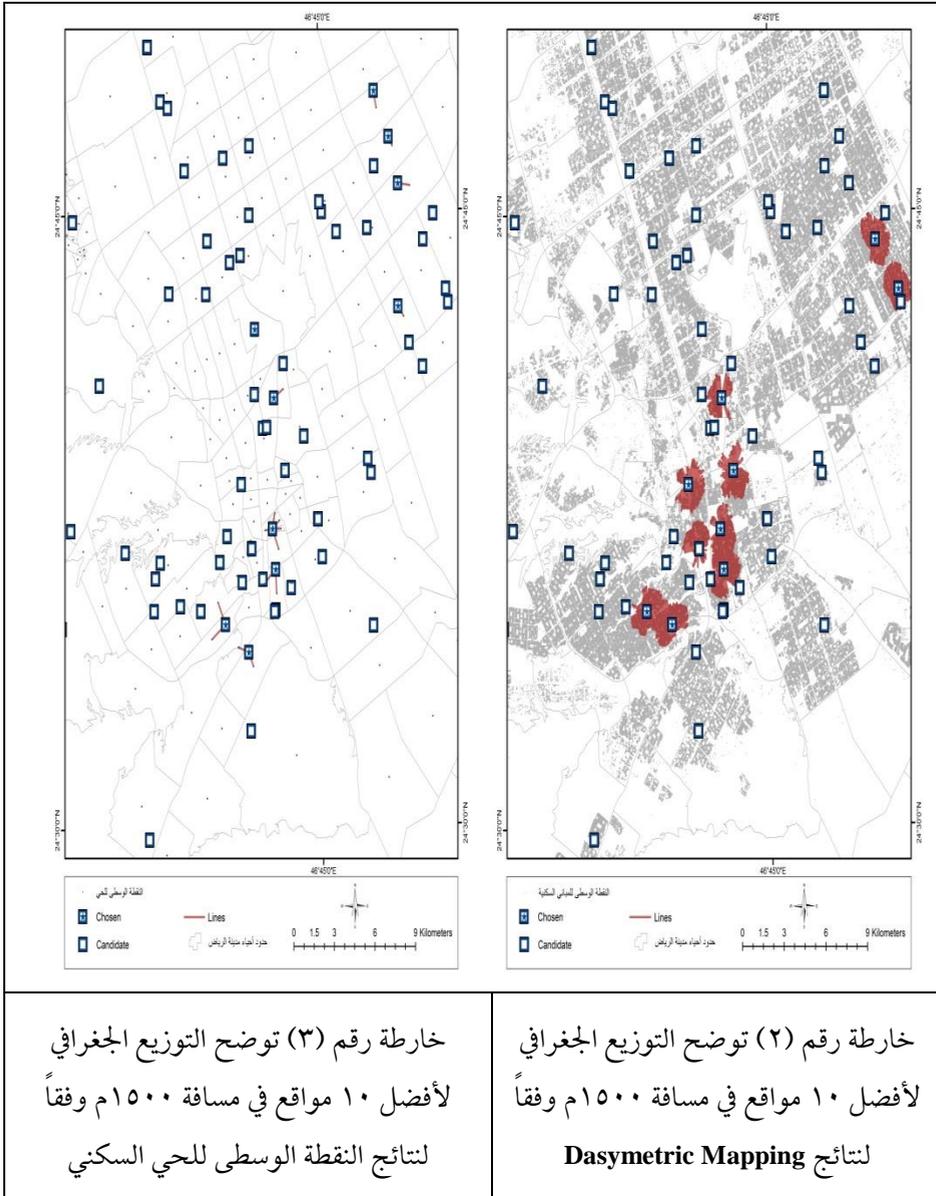
الخرائط القادمة من رقم ٢ حتى رقم ١٣ فيها عرض لنتائج تطبيق p-median model على نوعين من سطوح الطلب ، النقطة الوسطى للحي السكني والنقطة الوسطى للمباني السكنية وهي تمثل نتائج استخدام أحد تقنيات الاستيفاء المساحي

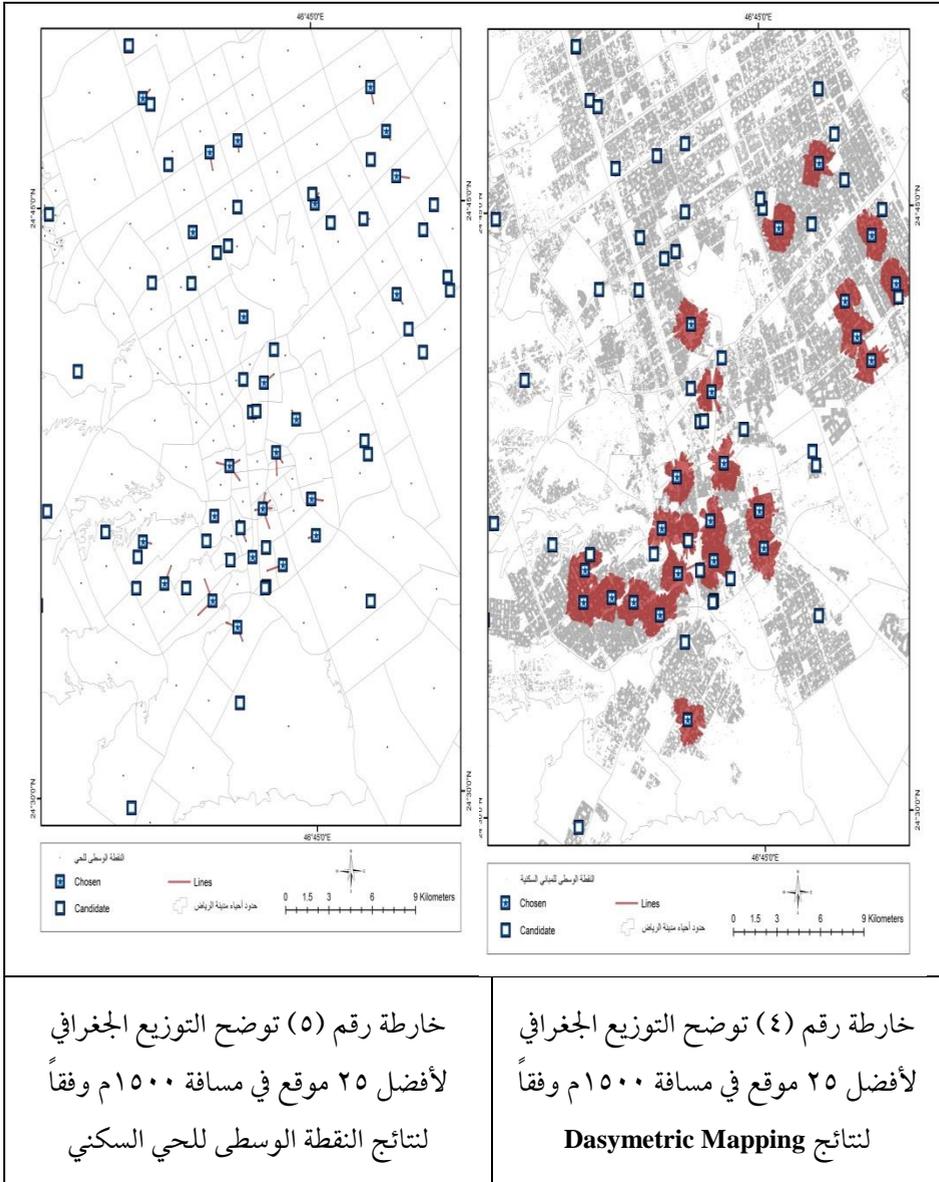
Dasymetric Mapping. ونظراً لكبر مساحة مدينة الرياض تم تكبير الخرائط في عرض النتائج بهدف إظهار الاختلافات في النتائج لأكثر أحياء مدينة الرياض كثافة سكانية وتواجد لخدمات مراكز الرعاية الصحية الأولية. وأخيراً في مفتاح الخرائط تم استخدام المسميات التالية:

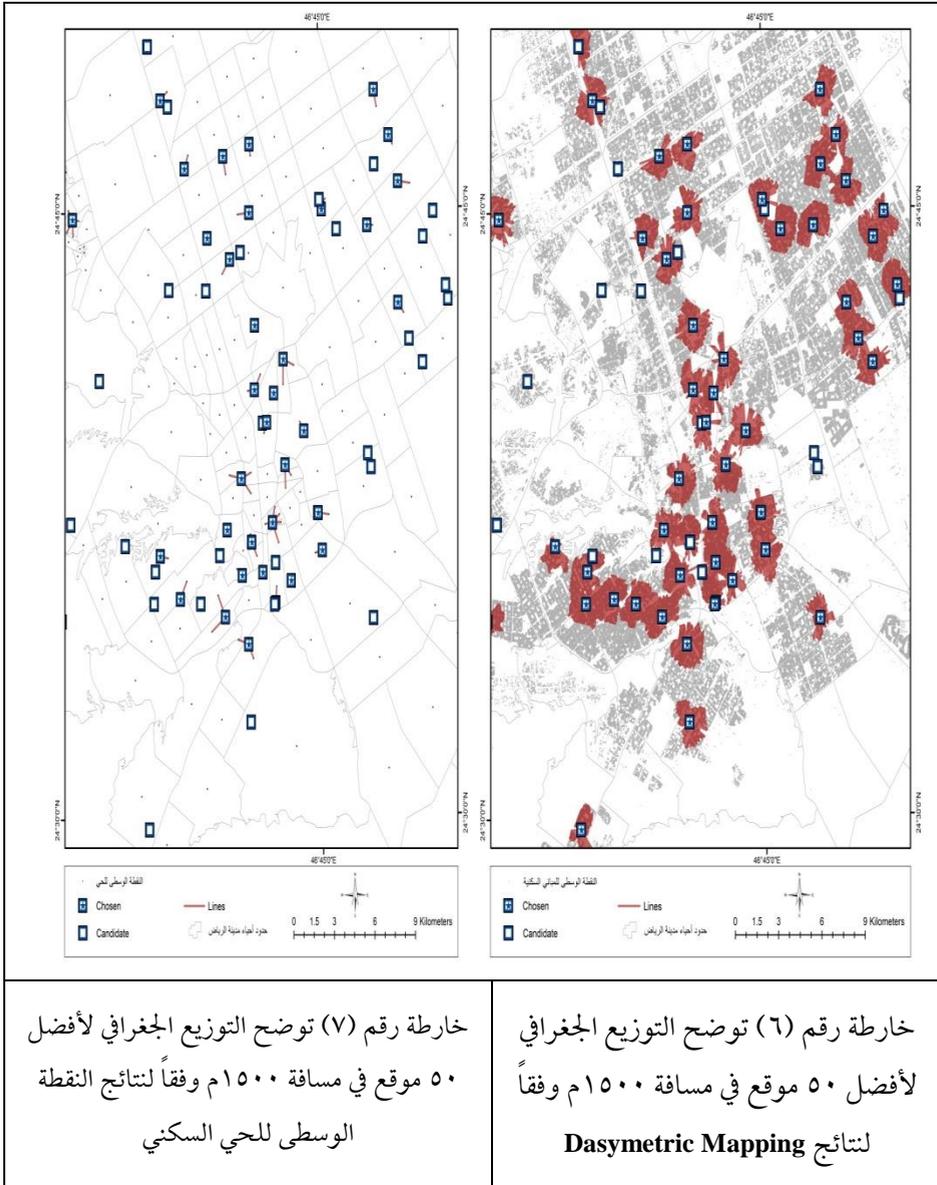
[١] Chosen وتشير إلى المواقع المختارة لتمثل الحل في تقليل المسافات بين العرض والطلب وفقاً للمسافة المحددة.

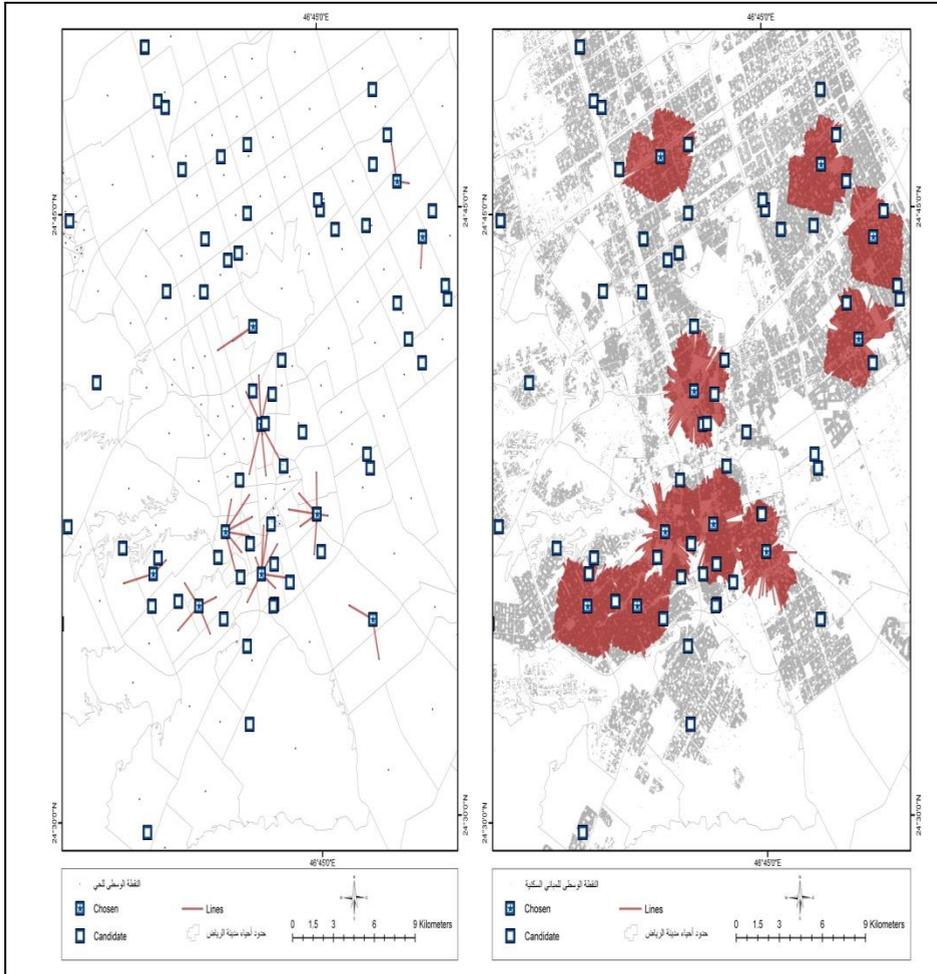
[٢] Candidate وتشير إلى المواقع المرشحة لتمثل الحل في تقليل المسافات بين العرض والطلب وفقاً للمسافة المحددة.

[٣] Lines وهي عبارة عن خطوط واصلة بين نقاط الطلب والخدمة لتوضيح نقاط السكان التي تم ربطها بأقرب خدمة وفقاً للمسافة المحددة.



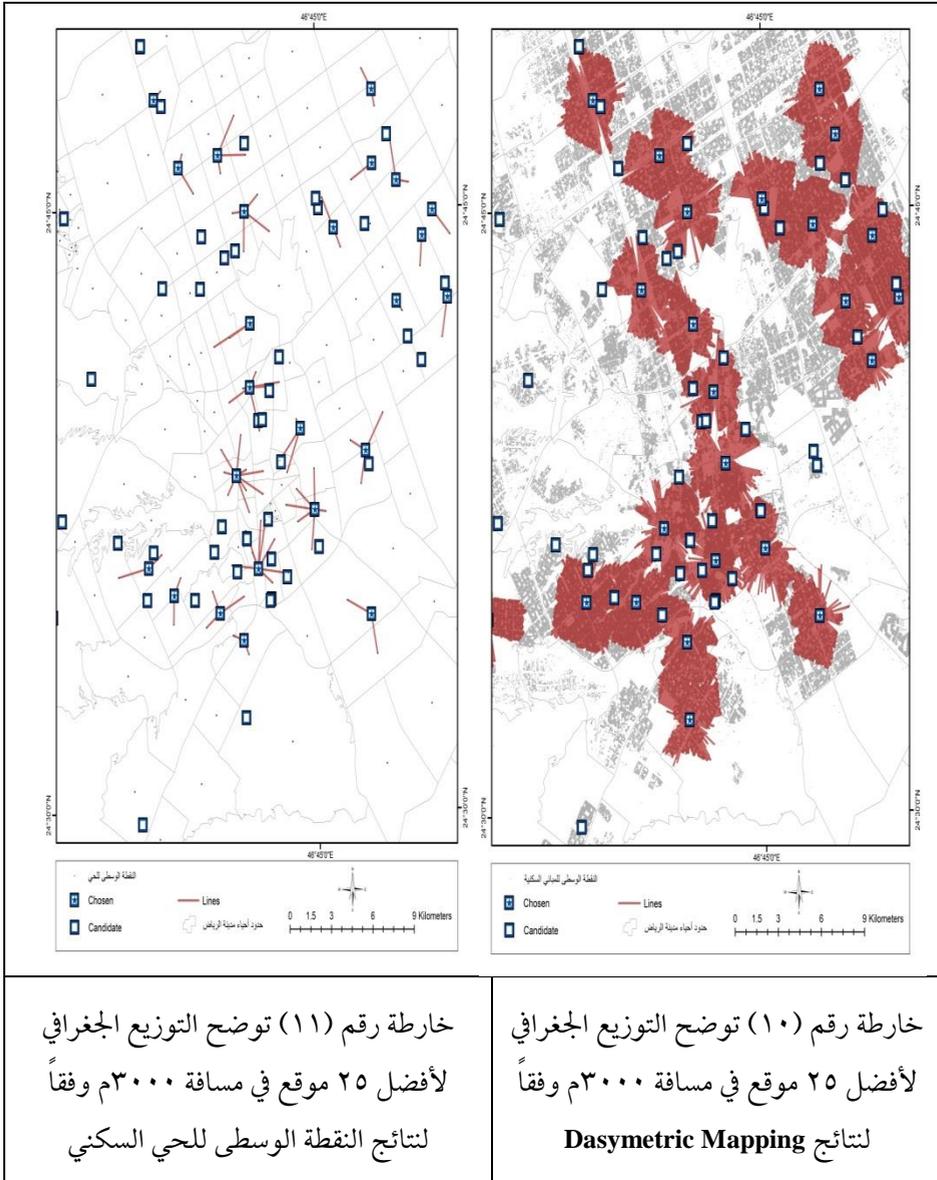


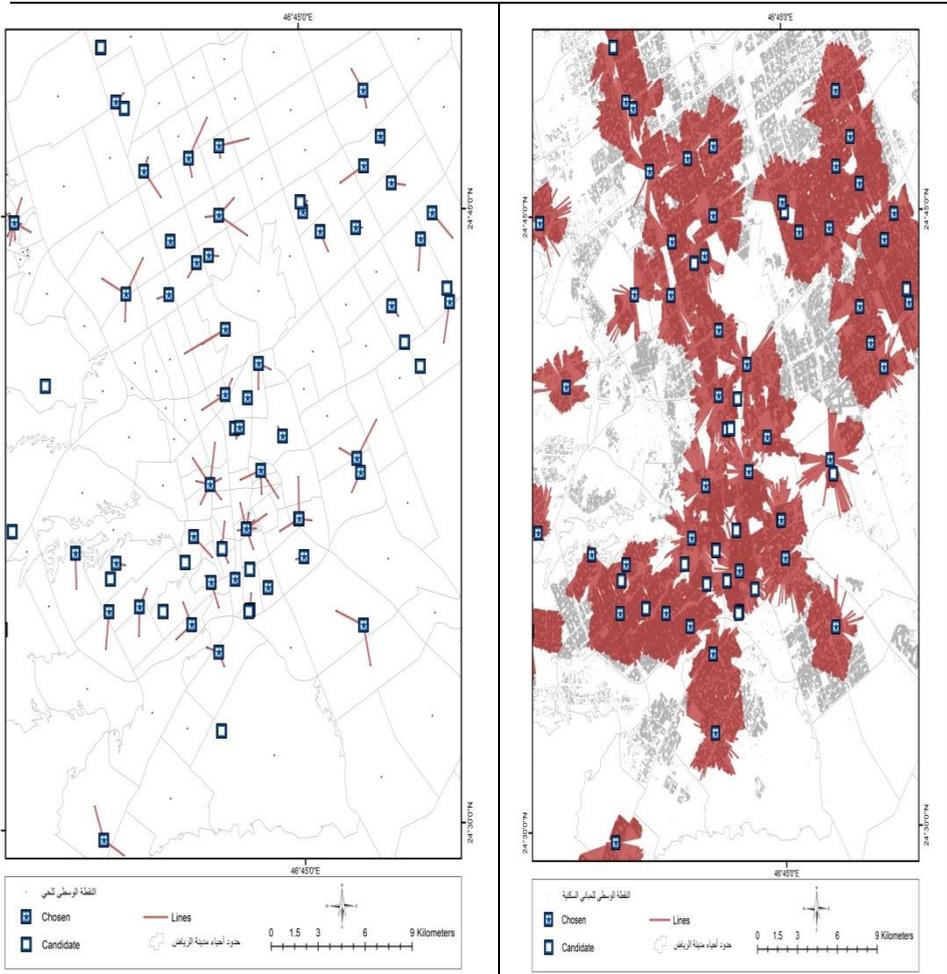




خارطة رقم (٩) توضح التوزيع الجغرافي لأفضل ١٠ مواقع في مسافة ٣٠٠٠م وفقاً لنتائج النقطة الوسطى للحي السكني

خارطة رقم (٨) توضح التوزيع الجغرافي لأفضل ١٠ مواقع في مسافة ٣٠٠٠م وفقاً لنتائج **Dasymetric Mapping**





خارطة رقم (١٣) توضح التوزيع الجغرافي لأفضل ٥٠ موقع في مسافة ٣٠٠٠م وفقاً لنتائج النقطة الوسطى للحي السكني

خارطة رقم (١٢) توضح التوزيع الجغرافي لأفضل ٥٠ موقع في مسافة ٣٠٠٠م وفقاً لنتائج **Dasymeric Mapping**

من خلال العرض السابق لنتائج الدراسة فقد أوضحت هذه الخرائط وجود اختلاف واضح بين نتائج تطبيق نموذج p-median model لتحديد أفضل ١٠، ٢٥ و ٥٠ مركزاً صحياً بين نقاط تمثيل السكان لسطح النقطة الوسطى للحي السكني أو سطح Dasymetric Mapping. لا تخلو خارطة من الخرائط السابقة من وجود اختلافات في تحديد الخدمة بين السطحين سواءً في وسط المدينة، شرقها، شمالها أو جنوبها. والاختلافات في الواقع نتجت من اختلاف أوزان نقاط تمثيل السكان (الطلب) بين السطحين. وذلك بسبب أن نموذج p-median model يعتمد على تقليل المسافات بين العرض والطلب وتحقيق أفضل تغطية سكانية ممكنة على مستوى المدينة. إضافة إلى ذلك الاختلاف المكاني الواضح بين نقاط تمثيل السكان بين السطحين والمسافة المحددة في الغالب تولد نتائج مختلفة. فكلما قلت المسافة تأثرت نتائج استخدام سطح النقطة الوسطى بالحلول القريبة فقط من هذه النقطة، في المقابل نجد سطح Dasymetric Mapping لديه إمكانية المرونة مع المسافة بسبب تنوع التوزيع المكاني لنقاط التمثيل السكاني في مساحات متقاربة ومختلفة.

أيضاً لاحظت الدراسة وجود ارتفاع في حجم التغطية السكانية لنقاط الطلب عندما تم تطبيق نموذج p-median model على سطح النقطة الوسطى للحي مقارنة بنتائج تطبيق النموذج على سطح Dasymetric Mapping أنظر الجدول رقم ١ والشكل رقم (١)، وتفسر الدراسة ذلك إلى أن النقطة الوسطى للحي تمثل جميع سكان الحي وعندما ترتبط هذه النقطة بالخدمة وفقاً للمسافة المحددة فإن ذلك يدل على أنه تم خدمة جميع سكان الحي من هذه الخدمة وهذا غير صحيح. وعلى العكس من ذلك نقاط التمثيل السكاني لسطح Dasymetric Mapping تتوزع فيه أوزان الطلب جغرافياً على جميع أجزاء الحي وفقاً لتوزيع الفعلي للمباني السكنية فقط، لذلك قرارات اختيار

التوزيع الأمثل للخدمات سوف تعطي نتائج إيجابية ومتوافقة مع توزيع السكان جغرافياً داخل الأحياء.

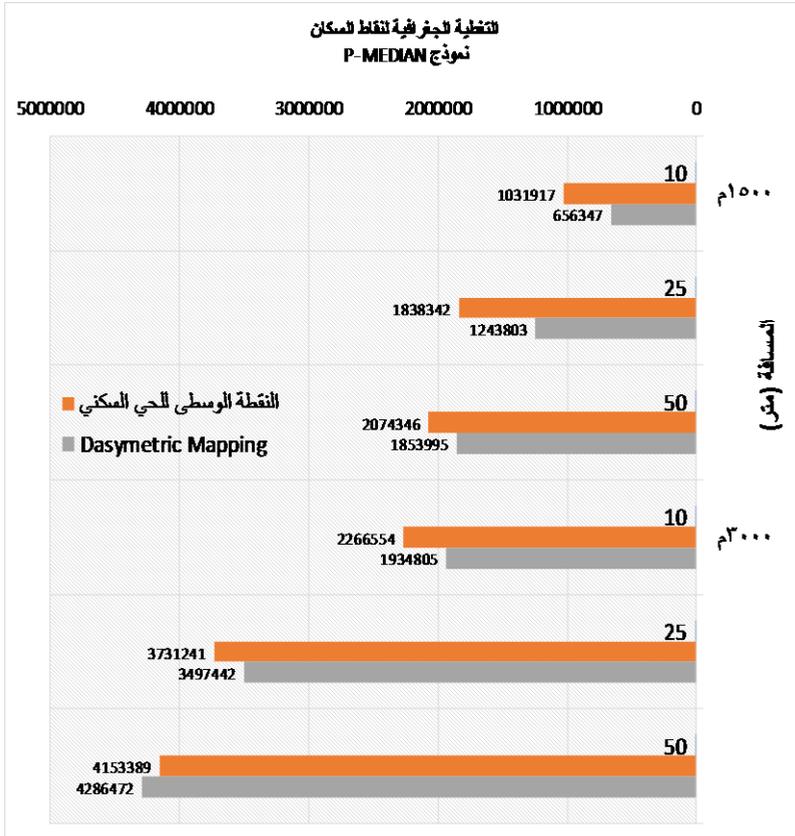
جدول رقم (١) الاختلاف في حجم التغطية الجغرافية لنقاط التمثيل السكاني بين سطح  
النقطة الوسطى للحي السكني و سطح Dasymetric Mapping

عدد السكان في نطاق الخدمة الجغرافي		عدد الخدمات	المسافة (متر)
Dasymetric Mapping	النقطة الوسطى للحي السكني		
٦٥٦٣٤٧	١٠٣١٩١٧	١٠	١٥٠٠ م
١٢٤٣٨٠٣	١٨٣٨٣٤٢	٢٥	
١٨٥٣٩٩٥	٢٠٧٤٣٤٦	٥٠	
١٩٣٤٨٠٥	٢٢٦٦٥٥٤	١٠	٣٠٠٠ م
٣٤٩٧٤٤٢	٣٧٣١٢٤١	٢٥	
٤٢٨٦٤٧٢	٤١٥٣٣٨٩	٥٠	

❖ من عمل الباحث استناداً إلى نتائج الدراسة السكانية للهيئة العليا لتطوير مدينة

الرياض.

شكل رقم (١) رسم بياني يوضح الاختلاف في حجم التغطية الجغرافية لنقاط التمثيل السكاني بين سطح النقطة الوسطى للحي السكاني و سطح Dasymetric Mapping



وبناءً على ما سبق ، يمكن القول إن أهمية التمثيل السكاني مع نماذج تخصيص المواقع هي عملية في غاية الأهمية وينبغي الحذر الشديد من استخدام النقطة الوسطى للحي خصوصاً مع المدن ذات الأحياء السكنية الكبيرة المساحة كحال مدينة الرياض وأغلب المدن السعودية. ربما يتناسب استخدام النقطة الوسطى مع الأحياء الصغيرة جداً وذات الكثافة العالية بالمباني السكنية مع قلة المساحات الخالية داخل الأحياء. وعليه

فإن قرارات اختيار المواقع المثلى للخدمات وتحليل التوزيع المكاني لها باستخدام نماذج تخصيص المواقع ينبغي أن تبنى على أسس علمية تعتمد على التمثيل الجغرافي الأنسب للسكان في حال غياب التعدادات السكانية وهذا يحكمه في الغالب طبيعة المدينة واستخدامات الأرض فيها.

تقنيات الاستيفاء المساحي توفر الحلول المثلى لتمثيل السكان في حال غياب بيانات التعداد لمساحات مساحية صغيرة، ولكن ينبغي على الباحثين اختيار أنسبها لتقدير السكان وتمثيلهم المكاني بشكل أقرب للواقع. وفي الواقع الدراسات المحدودة التي سلطت الضوء على التمثيل السكاني الأنسب مع نماذج تخصيص المواقع وجدت أن استخدام تقنيات Dasymetric Mapping توفر نتائج أكثر دقة من غيرها أنظر على سبيل المثال (Cromley et al. 2012) حيث استخدموا نموذج التغطية القصوى الذي يعرف بـ Maximal Covering مع تمثيل مختلف لأسطح الطلب والتي نتجت عن استخدام الاستيفاء المساحي مثل Dasymetric Mapping أو النقط الوسطى أو النقاط الموزعة بشكل موحد، وقد وجدت الدراسة أن نتائج استخدام الاستيفاء المساحي Dasymetric Mapping كان مفيداً لتحسين افتراضات التوزيع المكاني لاحتياجات الطلب وتحسين نتائج نموذج التغطية القصوى.

## المراجع:

- [١] الدغيري، أحمد بن عبدالله. الشويش، إبراهيم بن عبید (٢٠١٨) استخدام تقنيات الاستشعار عن بعد والاستيفاء المساحي لتقييم أثر النمو العمراني في أحواض الوديان الداخلة على مدينة بريدة بمنطقة القصيم، مجلة العلوم العربية والإنسانية، جامعة القصيم، المجلد (١١)، العدد ٤، ص ص ٢١٥٧ - ٢١٧٩.
- [2] Algharib, S. M. (2011) Distance and Coverage: An Assessment of Location-Allocation Models for Fire Stations in Kuwait City, Kuwait. PhD thesis, Kent State University.
- [3] Alshwesh, I. (2014) GIS-Based Interaction Of Location Allocation Models With Areal Interpolation Techniques, PhD thesis, University Of Leicester. □
- [4] Alshwesh, I, Comber, A and Brunsdon, C (2016) GIS-Based impact of different search heuristics in relation to demand surface characteristics: comparing P-median with Grouping Genetic Algorithm approaches. Journal of Arabic and Human Sciences, Qassim University, Vol. 9, No, 3, PP 21-39 □
- [5] Alshwesh, I. (2018) A Comparison Of GIS-based Supply and Demand Models To Determining Optimal Access To Health Care Facilities, Bulletin of The Faculty of Arts, Vol. (47), No, (1).
- [6] Church, R. and Murray, A. (2009) Business site selection, location analysis and GIS, John Wiley & Sons, Inc. New Jersey.
- [7] Church, R. L. and ReVelle, C. (1974) The maximal covering location problem, Papers of the Regional Science Association, (32), p101-118.
- [8] Church, R. Sorensen, P. (1994) Integrating Normative Location Models into GIS: problems and prospects with the p-median model. National Center for Geographic Information and Analysis, Technical Report, pp 94-5.
- [9] Comber, A. J., Proctor, C. and Anthony, S. (2008) The creation of a national agricultural land use dataset: combining pycnophylactic interpolation with dasymetric mapping techniques, Transactions in GIS, 12, no. 6, pp 775-791.
- [10] Cromley, E. and McLafferty, S. (2002) GIS and Public Health, New York: Guilford Press.
- [11] Cromley, R. G. Lin, J. and Merwin, D. A. (2012): Evaluating representation and scale error in the maximal covering location problem using GIS and intelligent areal interpolation, International Journal of Geographical Information Science, 26:3, pp 495-517.
- [12] Daskin, Mark. (2008) What You Should Know About Location Modeling, Naval Research Logistics, Naval Research Logistics, 55: 4, p283-294.
- [13] Eicher, C. and Brewer, C. A. (2001) Dasymetric Mapping and Areal Interpolation: Implementation and Evaluation, Cartography and Geographic Information Science, vol. 28, no. 2, pp 125-138.

- [14] Fisher, P. F. and Langford, M. (1995) Modeling the errors in areal interpolation between the zonal systems by Monte Carlo simulation, *Environment & Planning A*, 27, pp 211-224.
- [15] Fisher, P. F. and Langford, M. (1996) Modeling Sensitivity to Accuracy in Classified Imagery: A Study of Areal Interpolation by Dasymetric Mapping. *The Professional Geographer*, vol. 48, no. 3, pp 299-309.
- [16] Goodchild, M. and Lam, N. (1980) Areal interpolation: A variant of the traditional spatial problem, *Geo-Processing*, 1, pp 297-312.
- [17] Hakimi, S. (1964) 'Optimum Locations of Switching Centers and the Absolute Centers and Medians of a Graph', *Opns. Res.*, 12, pp 450-459.
- [18] Hawley, K.J. (2005) A comparative analysis of areal interpolation methods, Master thesis, Graduate School of The Ohio State University.
- [19] Hay, S.I. Noor, A.M. Nelson, A. and Tatem, A.J. (2005) The accuracy of human population maps for public health application, *Tropical Medicine and International Health*, 10: pp 1073-1086.
- [20] Holmes, J., Williams, F. and Brown, L. (1972). Facility Location under a maximum Travel Restriction: An example Using Day Care facilities. *Geographical Analysis*. 4 (3): pp 258-266.
- [21] Kim, H. and Yao, X. (2010) Pycnophylactic interpolation revisited: integration with the dasymetric-mapping method, *International Journal of Remote Sensing*, vol. 31, no. 21, pp. 657-71.
- [22] Lam, N.S. (1983) Spatial Interpolation Methods: A Review, *The American Cartographer*, 10, no.2. pp 129-149.
- [23] Langford, M. (2007) Rapid facilitation of dasymetric-based population interpolation by means of raster pixel maps, *Computers, Environment and Urban Systems*, 31, pp. 19-32.
- [24] Langford, M., Maguire, D. J. and Unwin, D. J. (1991) The Areal Interpolation Problem: Estimating Population Using Remote Sensing in a GIS Framework. In *Handling Geographic Information: Methodology and Potential Applications*, edited by I. Masser and M. Blakemore (New York: Longman Scientific & Technical): pp 55-77.
- [25] Langford, M. (2006) Obtaining population estimates in non-census reporting zones: An evaluation of the 3-class dasymetric method, *Computers, Environment and Urban Systems*, 30, pp 161-180.
- [26] Langford, M. (2007) Rapid facilitation of dasymetric-based population interpolation by means of raster pixel maps, *Computers, Environment and Urban Systems*, 31, pp 19-32.
- [27] Marianov, V. and ReVelle, C. (1994) The Queuing Probabilistic Location Set Covering Problem and Some Extensions, *Socio-Economic Planning Sciences*, 28, no. 3, pp 167-178.
- [28] Mitropoulos, P., Mitropoulos, I., Giannikos, I. and Sissouras, A. (2006) A biobjective model for the locational planning of hospitals and health centers, *Health Care and Manage Sci*, (9): pp 171-179.

- [29] Murawski, L. and Church, R. L. (2009) Improving accessibility to rural health services: The maximal covering network improvement problem, *Socio-Economic Planning Sciences* (43): pp 102-110.
- [30] Rajagopalan, H., Saydam, K.C. and Xiao, J. (2008) A multiperiod set covering location model for dynamic redeployment of ambulances', *Computers & Operations Research*, 35, pp 814-826.
- [31] ReVelle, C. and Hogan, K. (1989a) The maximum reliability location problem and,  $\gamma$ -reliable  $p$ -centre problem: derivatives of the probabilistic location set covering problem, *Ann. Opers Res.*, 18, pp 155-174.
- [32] ReVelle, C. and Hogan, K. (1989b) The Maximum Availability Location Problem', *Transportation Science*, 23, No. 3, pp 192-200.
- [33] Spaulding, B. D. and Cromley, R. G. (2007) Integrating the maximum capture problem into a GIS framework, *Springer-Verlag*, 9, pp 267–288.
- [34] Teitz, M. B. and Bart., P. (1968) Heuristic Methods for Estimating the Generalised Vertex Median of a Weighted Graph, *Journal of the Operational Research Society of America* 16, (5), pp 955-961.
- [35] Teixeira, J., and Antunes, A. (2008) A hierarchical location model for public facility planning, *European Journal of Operational Research* (185): pp 92-104.
- [36] Tobler, W. (1979) Smooth Pycnophylactic Interpolation for Geographical Regions, *Journal of the American Statistical Association*, 74, no. 367, pp 519-530.
- [37] Tomintz, M., Clarke, G., Rigby, J. and Green, J. (2013) Optimising the location of antenatal classes, *Midwifery*, 29, pp 33-43.
- [38] Toregas, C. and ReVelle, C. (1973) Binary logic solutions to a class of location problems. *Geography, Anal.* 5, pp 145–155.
- [39] Wright, J. (1936) A Method of Mapping Densities of Population: With Cape Cod as An Example, *Geographical Review*. 26: (1), pp 103-110.

## The importance of population representation using Location

## Allocation models in GIS

## Abstract

The representation of geographic distribution of the population is one of the main factors in determining the optimal geographic distribution of services using location allocation models. This study aims to provide scientific support for decisions to select optimal locations for facilities or services and to fill the gap in previous studies regarding the importance of optimal population representation with one of the most important Location Allocation Models in p-median model. Two types of population representation were used in this study to represent the size of the population's demand for primary health care centers in Riyadh, First, the centroid point of the residential neighborhood, secondly: the population's estimation of smaller spatial units of the neighborhoods using one of the most important and accurate Areal Interpolation Techniques, Dasymetric Mapping. The results of the study showed clear differences in the decisions to choose the optimal spatial distribution of services and geographical coverage when the p-median model was applied on the surface of the population representation at the centroid point of the residential district or on the surface of the population representation results using Dasymetric Mapping techniques. These results give a clear indication of the extent of the difference in determining the optimal geographical distribution of services for the top 10, 25 and 50 primary health care center service locations at different distances selected from 1,500 to 3,000 meters according to the geographic coverage of the population, which ranged from 1031,917 to 4153,389 people when using the centroid point, and between 656,347 and 4286,472 people for the use of the Dasymetric Mapping techniques. Dasymetric Mapping reflects the importance of optimal population representation when using location allocation models, and is very wary of using the centroid point of the neighborhood, especially as the techniques of spatial ization and accuracy of their results progress.

## Kay words:

Location Allocation Models; p-median model; Areal Interpolation Techniques; Dasymetric Mapping.