



فرائن للعلوم الاقتصادية والإدارية  
KHAZAYIN OF ECONOMIC AND  
ADMINISTRATIVE SCIENCES  
ISSN: 2960-1363 (Print)  
ISSN: 3007-9020 (Online)



## Using Linear Programming to Determine Sustainable Service Locations in Diyala Governorate

Dr. Karim Qasim Mohammed  
Arshad Hameed Hasan

*1,2 Department of Statistics, College of Administration and Economics, University of Diyala, Diyala, Iraq*

[Karemkassem@uodiyala.edu.iq](mailto:Karemkassem@uodiyala.edu.iq)

[arshad.hameed@uodiyala.edu.iq](mailto:arshad.hameed@uodiyala.edu.iq)

### Abstract

The rapid advancement of modern technology and artificial intelligence has significantly transformed urban systems and increased the need for intelligent and sustainable urban planning. Rapid population growth, urban expansion, and the increasing complexity of transportation and service networks have created major challenges for city planners in determining optimal locations for service facilities that can efficiently meet the needs of urban populations. Proper facility location planning plays a crucial role in improving service accessibility, reducing operational costs, and enhancing the overall efficiency of urban infrastructure. This study aims to determine optimal and sustainable locations for establishing service centers such as emergency response facilities and waste management centers. The research employs quantitative approaches that integrate statistical analysis with operations research techniques, particularly linear programming, along with artificial intelligence methods to support decision-making in facility location optimization. The empirical application focuses on Diyala Governorate in Iraq, which consists of several districts and sub-districts distributed across a wide geographical area. By analyzing the spatial structure of the region, including transportation networks and residential distribution, the study identifies suitable locations for service facilities capable of providing rapid response in emergency situations. The proposed framework contributes to improving service efficiency, reducing response time and operational costs, and supporting sustainable urban development and smart city planning.

**Keywords:** Sustainable Urban Planning; Linear Programming; Facility Location Optimization; Operations Research; Artificial Intelligence; Emergency Service Systems; Waste Management Facilities; Smart Cities; Sustainable Logistics; Diyala Governorate.

DOI: [10.69938/Keas.Con2.250237](https://doi.org/10.69938/Keas.Con2.250237)

## استخدام البرمجة الخطية في تحديد مواقع خدمية مستدامة في محافظة ديالى

م.د. كريم قاسم محمد<sup>1</sup> ، م.م. ارشد حميد حسن<sup>2</sup>  
<sup>1,2</sup> قسم الاحصاء ، كلية الادارة والاقتصاد ، جامعة ديالى ، ديالى ، العراق

[Karemkassem@uodiyala.edu.iq](mailto:Karemkassem@uodiyala.edu.iq)

[arshad.hameed@uodiyala.edu.iq](mailto:arshad.hameed@uodiyala.edu.iq)

## المستخلص

بعد التطور التقني السريع في مجال التكنولوجيا والذكاء الصناعي وهيمنته بشكل مباشر على مفاصل الحياة كانت هنالك حاجة الى وجود التصميم العمراني الذكي للمدن باعتباره حلقة مهمة من حلقات التطور التقني في العصر الحالي ونظرا للزيادة الكبيرة في عدد السكان في المدن الكبيرة وامتداد الرقعة الجغرافية لتلك المدن والامتداد العمراني إضافة الى التعقيد في شبكة الطرق والاتصال بين المناطق المنتشرة على رقعة جغرافية واسعة ومن اجل العمل على تحقيق الاستدامة بشكل اساسي , هذه الاسباب زادت من اهمية الاعتماد على التخطيط والتنمية وضرورة الاهتمام بعملية اختيار مواقع المؤسسات الخدمية بما يجعل من الممكن تحقق العديد من الاهداف بوقت واحد مثل زيادة سرعة الاستجابة وتخفيض الكلف الناتجة من عملية تلبية الخدمة وتطبيق التقنيات الحديثة التي تؤمن الاستدامة , في هذه البحث سنقوم بالعمل على تحديد مواقع المناطق اللوجستية المستدامة و المثلى لإنشاء مراكز خدمية (مراكز طوارئ او مراكز معالجة النفايات ) يمكن ان تؤمن قرب الاتصال بمركز الخدمة سرعة استجابة عالية في حال حدوث حوادث طارئة او الكوارث الطبيعية باستخدام الاساليب الاحصائية وبحوث العمليات مثل البرمجة الخطية , واساليب الذكاء الصناعي وقد شملت الحالة الدراسة الوحدة الادارية لمحافظة ديالى احدى اهم المدن العراقية وهي مكونة من عدد من المدن ( اقصية ونواحي ) وهي منتشرة على اجزاء واسعة من اراضي المحافظة من خلال دراسة الطبيعة الجغرافية للمدينة واهم الطرق التي تربط الاجزاء الرئيسية والمناطق السكنية , لكي يتم تحديد اهم المناطق او المواقع المناسبة للإنشاء مراكز للطوارئ (او مراكز خدمية او مراكز معالجة النفايات) تؤمن سرعة استجابة عالية عند الحاجة اليها بما يحقق تخفيض في الوقت والكلفة في محاولة لتطبيق مفهوم الاستدامة العمرانية باستخدام بحوث العمليات لكي يمكن تطبيق تكنولوجيا الذكاء الصناعي في ادارة تلك المدن

**الكلمات المفتاحية:** التخطيط الحضري المستدام؛ البرمجة الخطية؛ أمثلة مواقع المرافق الخدمية؛ بحوث العمليات؛ الذكاء الاصطناعي؛ أنظمة خدمات الطوارئ؛ مرافق إدارة النفايات؛ المدن الذكية؛ الخدمات اللوجستية المستدامة؛ محافظة ديالى.

Corresponding Author: E-mail: [arshad.hameed@uodiyala.edu.iq](mailto:arshad.hameed@uodiyala.edu.iq)

## المبحث الاول: منهجية البحث

### 1-1 المقدمة

ادى التطور الكبير الحاصل في العديد من المجالات وخاصة في مجال الاعمار والبناء الى انتشار السكان على مساحات واسعة من الاراضي وبالتالي انتشار واسع للوحدات السكنية هذا الانتشار زاد من صعوبة تلبية الخدمات بالشكل المثالي والسرعة الممكنة من قبل المؤسسات الخدمية , لذا كان من الضروري الاهتمام الخاص من قبل المختصين في مجال التخطيط العمراني والتنمية المستدامة بمجال التصميم العمراني الحديث وبناء المدن الذكية حيث انه لا تنمية تتحقق بدون تخطيط والتخطيط بدوره يهدف الى الموازنة بين ما هو مطلوب وما هو متاح من الموارد لذا كان الارتباط واضحا بين عملية تقديم الخدمات الضرورية للسكان ومسألة تحديد المواقع المثلى للمراكز الخدمية في ظل التطور الحاصل في مجالات الاعمار وتكنولوجيا الاتصالات والذكاء الصناعي , حيث تعد عملية توفير بعض الخدمات ضرورية جدا لتأمين حياة الناس وتحقيق الاستقرار في حياة المواطن , من هنا استوجب الامر اعتماد اساليب علمية مثل اساليب بحوث العمليات في التخطيط والادارة في هذا المجال , يعد اسلوب البرمجة الخطية العديدة احد الاساليب الرياضية الفعالة لاتخاذ القرارات الادارية المثلى في هذا الخصوص ويمكن من خلاله اتخاذ القرار الامثل بشاء موقع وعدد مراكز الخدمة المستدامة اللازمة لخدمة مساحة سكنية محددة لكي يمكن استخدام اساليب حديثة في ادارة تلك المدن مثل الشبكات العصبية او الذكاء الصناعي .

### 2-1 : مشكلة البحث:

ان حاجة بعض المدن الى سياسة تخطيط عمرانية مستدامة وحديثة ونتيجة التوسع الكبير في المدن والتطور في وسائل النقل ونظم المعلومات واتجاه العالم نحو ترسيخ مفهوم المدن الذكية والمستدامة هذا دفع بالمنظمات الخدمية الى تبني سياسات جديدة من اجل مواكبة عملية التطور الجديد في مجال البناء والاعمار وتحقيق الخدمة بالشكل المثالي بما يضمن البقاء في ساحة المنافسة مع نظيراتها من المؤسسات الاخرى , حيث تعد عملية اختيار المواقع المناسبة والمثالية للموسسة وادارتها بالطرق الحديثة احد اهم الركائز الاساسية التي تعول عليها المؤسسات في سبيل تحقيق اهدافها الاساسية الربحية او الخدمية وتركز هذه الدراسة على مسالة اختيار الموقع المناسب لخدمات الطوارئ او مراكز تدوير النفايات من بين العديد من المواقع المرشحة للاختيار بما يحقق اقل التكاليف وسهولة في الادارة .

### 3-1 : هدف البحث .

تمثل الهدف الاساسي للدراسة في بناء رؤيا علمية نظرية وعملية واضحة حول جغرافية الاعمار الحديث والتخطيط العلمي من اجل تعزيز التنمية المستدامة للمدن الذكية , واختيار الموقع اللوجستي المناسب من خلال التركيز على اهمية الموقع ومفهوم استدامة المواقع وعلاقتها في تطوير المدن والمجتمع , من خلال استخدام اساليب احصائية او كمية او تقنية تساعد متخذ القرار في تحديد افضل البدائل من بين تعدد في البدائل بما يساهم بصورة مباشرة في تحقيق القرار الامثل لعملية اختيار الموقع الجغرافي ليكون بالإمكان استخدام تقنية المعلومات والذكاء الصناعي في ادارة تلك الخدمات في المستقبل القريب .

4-1 : أهمية البحث .

تتم أهمية البحث في محاولة ارساء مرتكزات جديدة علمية وتقنية بخصوص اختيار الموقع الأمثل والتخطيط العمراني والاستدامة واختيار المواقع المستدامة بأسلوب علمي في ضل وجود المحددات وانتشار التعقيدات والتأكيد على مفهوم الاستدامة في العصر الحديث وتماشيا مع العديد من العوامل الأساسية التي تساهم في تحديد امتثلية موقع المؤسسة بأسلوب كمي حديث.

5-1 : منهج البحث .

استند البحث على استخدام المنهج الوصفي في تحديد الادوات الكمية والرياضية واساليب الذكاء الصناعي التي تستخدم للمفاضلة بين المواقع المرشحة للاختيار إضافة الى التأكيد على مفهوم الاستدامة والحفاظ النظام البيئي , بالاعتماد على المراجع والدوريات والتقنيات والأفكار الحديثة التي تسهم في تعزيز المعرفة الحديثة في مجال امتثلية الموقع وقد استخدم برنامج التحليل الكمي QSB في حل الانموذج الرياضي للحصول على النتائج .

6-1 : عينة البحث .

شملت عينة البحث احدى محافظات العراق الوسطى وهي محافظة ديالى .

المبحث الثاني : الجانب النظري

1-2 : المدن الذكية :

كان ظهور مصطلح المدن الذكية خلال عام 1994 و1996 في المؤتمر الاوربي , ثم بعد ذلك تم تبني مدينة امستردام كمثال للمدن الرقمية من قبل حكومات الدول الاوربية حيث تعد البنى التحتية لتكنولوجيا المعلومات والاتصالات بمثابة الركيزة الأساسية في تلبية خدمات المدن الذكية , كإدارة الامن والتشغيل الالي والسيطرة على العديد من خدمات الابنية والية المرور الذكية تدار عن طريق الحاسوب عن طريق جمع وتحليل المعلومات والبيانات والتعامل معها مباشرة والتوقع الممكن لمستقبل الضرر وتحديد طرق العلاج وحل الاشكاليات بشكل جماعي وهذا ما يميز المدن الذكية ( Manville,et al,2014 )

في الآونة الاخيرة زاد الاهتمام بمفهوم المدن الذكية من حيث الادارة والتطور التقني حيث انه من المتوقع في عام 2045 سيزداد عدد سكان الحضر في العالم بمقدار (1.5) مرة الى (6) مليارات شخص وان (80%) من الناتج الاجمالي المحلي سيكون من خلال تلك المدن , لذا من الواجب على السلطات التخطيط لمواجهة هذا النمو الهائل ليس فقط من اجل النمو بل من اجل مواجهة الطلب في الخدمات البلدية لذا سيكون التركيز على توفير مرافق عامة , نقل , سلامة , رعاية صحية وتعليم اما التحدي الاكبر فيكون في تقديم الخدمات البلدية بجودة عالية .

ان ابرز اساسيات المدن الذكية هي التواصل والتفاعل والمشاركة ومساهمة جميع مكونات المدينة في تحقيق الاهداف بالاعتماد على التقنيات الذكية التي تكون قادرة على المراقبة والتحليل والتشخيص والابلاغ عن الحالات مثل تقنيات الذكاء الصناعي. ويمكن ان يكون لزيادة التوعية في هذا المجال الاثر الابرز في هذا المجال ويمكن ايضا ان يكون للحوافز اثرها الفاعل في ضمان ان الوكالات الحكومية والمنظمات الربحية وغير الربحية يمكن ان تساهم على حد سواء في تنفيذ الحلول لنظام بيئي وتنفيذ البرامج التجريبية , وبهذا يمكن القول بأن جوهر المدن الذكية هو في القدرة على ايجاد الحلول الحقيقية للمشاكل بشكل مباشر وسريع لذا فان نجاح اي مدينة ذكية يعتمد بشكل اساسي و كبير على البيانات الخاصة ب (المباني والركاب والشوارع والمنازل) . (Hasija, S. et al.P:1,2019)

ان المدن الذكية هي عبارة عن تجمع عمراني ترتكز على مرتكزات اساسية وعناصر تقنية واجتماعية واهداف بينية بحيث يمكن ان ينظر اليها بانها عبارة عن ثلاث تشكيلات افتراضية ومعلوماتية وبينية ومن هنا نرى بانها العالم الذي تلتقي فيه الرؤى الافتراضية بالواقع الحقيقي . (A. Azamat, 2011 .)

ان اعتماد التقنية الرقمية ساعدت في ادارة المدن الذكية وقطعت شوطا طويلا منذ السبعينات ولم تزل تطبيقات تكنولوجيا المعلومات (ICT) والذكاء الصناعي (AI) هي من احدث التطورات في هذا المجال . (Hasija, S. et al.P:2,2019)

ان اقتصاد المدن الذكية يكون مبني على المعرفة وهو ما يؤدي الى احداث طفرات في الانتاج المحلي ليتحول ما يقدر 50% منه من عوائد التنمية المادية الى عوائد التنمية القائمة على المعرفة لذا تعد المدن الذكية "مدن المعرفة" (كازينو, 2011)

ان الكوارث الطبيعية والاعاصير والفيضانات تعد من اهم المشاكل التي تواجه التنمية المستدامة للمدن وخاصة في العصر الحالي إضافة الى مشاكل الحروب لذا استوجب الامر الحاجة المتزايدة للتخطيط الحديث في كافة المجالات لبناء نظام متماسك قادر على مواجهة الازمات وايجاد الحلول . (Razavi, N:P:1,2020)

ان من اهم خصائص المدن الذكية تتمتع بأداء عالي في مجالات الابداع لان الابداع يعني القدرة على حل المشاكل وهي صفة تمثل الذكاء . (K. Nicos, 2002)

2-2: التنمية المستدامة :-

لقد ورد العديد من التعريفات الخاصة بالتنمية المستدامة نذكر منها : (مدحت ابو النصر) (P :81)

\*التنمية المستدامة هي تنمية حقيقية ومتواصلة اهم اهدافها وغايتها هو الانسان فهي تؤكد على توازن البيئة بأبعادها الاقتصادية والاجتماعية والسياسية بما يساهم في تنمية الموارد الطبيعية , وتمكين وتنمية الموارد البشرية , إضافة الى العمل على ايجاد تحولات في القاعدة الصناعية والتنمية على اساس علمية مخطط لها وفق استراتيجيات محددة لكي تلبي احتياجات الحاضر والمستقبل على حد سواء وفق مفهوم المشاركة المجتمعية مع الابقاء على الخصوصية الحضارية للمجتمعات .

3-2: العوامل البيئية واهميتها في المواقع الحضرية (عباس , زينب راضي ©P:38)

لقد اولى المهتمون والباحثون اهمية كبرى وعناية فائقة للبعد البيئي عند اجراء اختيار الموقع الحضري ومدى فعالية البعد البيئي في انشاء المشاريع الحضرية المستدامة فكان لا بد ان تكون لدى المخطط اعدادات من معلومات اساسية تفصيلية ومستفيضة تعتمد على البعد البيئي , واهم عوامله الرئيسية والثانوية التي يعتمد عليها لاتخاذ قراره النهائي في اختياره لموقع مشروع مستدام بيئيا .

ان سبب تركيز الباحثون منذ القرن الماضي على البعد البيئي يعود بالدرجة الاساس الى اهميته الكبرى والدور الفاعل له في :-

- معرفة الفرص المتوقعة التي من الممكن استثمارها في العملية التخطيطية والتصميمية .
- تقليل او الحد من تأثير التنمية والتطور الحضري المقترح على الانظمة الطبيعية .
- تحديد المناطق التي تتمتع بالخصوصية والحساسية للبيئة والتي تحتوي على عناصر طبيعية فريدة .
- الحفاظ على مصادر وموارد الطبيعية ومعرفة الطاقات المتجددة المتاحة .
- تهينة خطوط العمل الامينة ذات الطابع الايكولوجي تيوني لضمان العملية التنموية .

4-2 : الموقع :-

1-4-2: المقدمة:

يعد اسلوب تحديد الموقع من الانشطة الساندة في ادارة الامداد ومنظمات الاعمال , لذا فان اسلوب تحديد المواقع الجديدة يتضمن البحث عن الموقع الذي ينشأ لأول مرة او عن المواقع التي تنشأ الى جانب مواقع اخرى تابعة لمنظمة واحدة وقد يمتد هذا المفهوم ليشتمل أيضا على اختيار مواقع المخازن التابعة للمنظمة سواء كانت للمواد المصنعة او المواد نصف المصنعة او الخام . (Krajewski ,et al ,2013:387)

2-4-2: اهداف اختيار الموقع :

ان قرار اختيار الموقع هو من القرارات الاستراتيجية في منظمات الاعمال , لذلك من الطبيعي ان يكون له تأثير في التكاليف سواء كانت تكاليف ثابتة ام متغيرة , وهو يعتبر من القرارات التي يؤدي الخطأ فيها الى انخفاض عدد الزبائن والعوائد المتحققة بالنسبة للمنظمات الخدمية . (النجار وحسن , 2014, 223)

يمكن القول ان هنالك علاقة تفاعل بين الموقع (مركز الخدمة) و الزبون , فهناك ثلاثة انواع للتفاعل بين الموقع والزبون : ( هاشم , 2008 )

- 1- التفاعل عن طريق انتقال الزبون الى مزود الخدمة ( مثل خدمة المصارف والمطاعم .... ) .
- 2- التفاعل عن طريق انتقال مزود الخدمة الى الزبون ( مثل خدمة الصيانة والتنظيف ..... ) .
- 3- التفاعل مزود الخدمة والزبون عن قرب في هذه الحالة الزبون لا يبالي في اي مكن يقع مركز الخدمة ( مثل الكهرباء والتامين ) .

3-4-2: الاساليب المستخدمة في اختيار الموقع الافضل للمنظمة :-

ان قرار اختيار موقع العمل لمنظمة الاعمال يعد من القرارات الرئيسية لإدارة الانتاج والعمليات , وقد صنفت اساليب الاختيار الى مجموعة اساليب تختلف في تسميتها من باحث الى اخر وهي كالآتي :- ( Russel & Taylor ,2011,302) (النجار وحسن ,2014-2027)

اولا: الطرق التقليدية :

سنتطرق بشكل مختصر للطرق التي تستخدم في تحديد الموقع وهي تشمل :-

- 1- اسلوب الترجيح / تقدير العوامل : في هذا الاسلوب يكون هنالك تحديد اوزان نوعية لكل عامل ويخصص لكل منها درجة ( نقاط ) حسب المناطق ثم تضرب الدرجة في الوزن النوعي لكل عامل للحصول على ترجيح لجميع العوامل موزعة حسب المناطق وجمع الترجيح نحصل على الترجيح الكلي للمنطقة والموقع الافضل هو الذي يحصل على اعلى مجموع من النقاط .
  - 2- تحليل نقطة التعادل : في هذا الاسلوب يتم اعتماد التكاليف للمقارنة بين المواقع المرشحة للاختيار على اساس التكاليف الكلية وما هو البديل الافضل من بين البدائل وهو من الاساليب البسيطة لأجراء المقارنات الاقتصادية وهو يستند على مجموعة من الافتراضات التالية :-  
-التكاليف الكلية تتكون من نوعين من التكاليف ثابتة ومتغيرة .  
-دالة التكاليف خطية بسبب كون التكاليف المتغيرة للوحدة الواحدة تكاليف ثابتة بغض النظر عن كمية المنتج او المباع من الوحدات.  
-ان جميع الكمية المنتجة تباع لذا يكون الايراد عبارة عن سعر بيع للوحدة الواحدة مضروباً بالكمية المباعة .  
والكمية التي تتساوى عندها التكاليف الكلية مع الايرادات تسمى بنقطة التعادل ويعتبر هذا الاسلوب من الاساليب البسيطة والسريعة في تحديد الموقع المناسب .
  - 3- اسلوب شبكات النقل : وهذا الاسلوب مستمد على فكرة مشاكل نقل المنتجات من عدة مصانع الى عدة مناطق تحت هدف خفض كلفة النقل الى ادنى مستوى ممكن وتعظيم الربح , وهذا الاسلوب مبني على الافتراضات التالية :-  
-الهدف الاساسي هنا هو تخفيض تكاليف النقل الى ادنى مستوى ممكن .  
- ان تكاليف الانتاج والنقل ثابتة ولا تتغير وتحتسب كدالة لعدد الوحدة المنقولة .  
-ان الطلب والانتاج يعبر عنهما بوحدات قياس متشابهة .  
-الوحدات المنتجة متشابهة في جميع مراكز الانتاج .  
- ان مجموع الطاقة الانتاجية للمصانع يساوي مجموع الطلب لمراكز الاستهلاك ( ويعكسه يتم الموازنة عن طريق ايجاد اما مصنع وهمي او مركز استهلاك وهمي بهدف الموازنة بين العرض والطلب ) .
  - 4 -اسلوب مركز الجاذبية /النقل : هو من الاساليب الرياضية التي ترشح مركز واحد لخدمة مجموعة من المناطق المجاورة اعتماداً على الموقع وحجم البضائع المنقولة من خلال التمثيل على الاحداثيين الافقي والعمودي ( X,Y ) والتكاليف وبحسب هذا الاسلوب يتم اختيار المنظمات موقعها قرب مراكز التوزيع .
  - 5- اسلوب الحمل -المسافة : وتسمى بتقنية مسافة التحميل حيث يعتمد هذا الاسلوب على تقييم المواقع البديلة بالاعتماد على طول المسافة التي تشير الى القرب من الاسواق والمجهزين او بين المنظمات الاخرى لكي يتم جعل الحركة بين المواقع اقل ما يمكن .  
ثانيا : نموذج البرمجة الرياضية :تم استخدام نماذج البرمجة الرياضية لتحديد اهم المواقع للمنظمات الصناعية بالاعتماد على التنبؤ بالطلب او الطاقة او مواقع الاسواق في مستقبل من خلال استخدام البرمجة الخطية التي تهدف لتخفيض التكاليف الى ادنى حد ممكن .  
ثالثا : مداخل اجتهادية : وهي نماذج او طرق تختص بحل مشاكل التخصيص المواقع بهدف تحديد ايها الافضل للمنظمة في الواقع وغالبا ما تستخدم في تصميم المصانع والمشاكل المعقدة حاسوبيا وفي مجال البحث والتطوير والمحاكات والبحث العشوائي .  
رابعا : نظام المعلومات الجغرافية : غالبا ما تلجأ منظمات الاعمال الى استخدام نظام المعلومات الجغرافي ( Geographic information system ) في الحالات التي يكون فيها كثرة العوامل المؤثرة في اختيار الموقع وخاصة المنظمات الدولية  
خامسا : طرائق اتخاذ القرار متعدد المعايير : ان هذا السلوب نال اهتماما كبيرا في مجال معالجة مشاكل القرارات متعددة المعايير فهو يعد من المداخل النوعية التي تعتمد على الاحكام الموضوعية للمفاضلة بين عدد من بدائل للموقع بهدف اختيار افضل البدائل على اساس تحقيق المعايير وتم استخدام هذا الاسلوب في تحديد مواقع المنظمات الصناعية والخدمية مثل نظرية المنفعة المتعددة واسلوب التحليل الهرمي وتقنية تفضيل الاداء والمدخل المضرب ونماذج برمجة الاهداف .
- سادسا :البرمجة العددية الصحيحة الخطية ( Integer programming ) (Taha :2007)
- عند دراسة اسلوب البرمجة الخطية الاعتيادية نجد انه من الصعب استخدامه لإيجاد الحلول واتخاذ القرار بشأن بعض المسائل التي تكون متغيرات القرار غير قابلة للتجزئة ( اعداد صحيحة ) مثل على ذلك عدد السيارات المنتجة او قد تكون بعض النماذج تشتمل على بعض المتغيرات القابلة للتجزئة واخرى غير قابلة للتجزئة مثلا في خطوط الانتاج لشركة واحدة ( مثل انتاج الصابون وانتاج الزيوت ) وفي مثل هذه الحالة لا يمكن استخدام الاسلوب العادي لتحديد كمية الانتاج .

ان برمجة الاعداد الصحيحة ( Integer Programming ) تعد من الاساليب الفعالة في بحوث العمليات و تم تطبيقها بشكل واسع خاصة في مجال ادارة الاعمال والصناعة حيث ان النقل او عمليات التخصيص هي عبارة عن برمجة للأعداد الصحيحة ويعد هذا الاسلوب من التطبيقات الواسعة في مجالات التخصيص لان قيم المتغير تأخذ اما (  $X_{ij}=0$  or  $X_{ij}=1$  ) , ومن الامثلة على تلك الحالات حالة تخصيص الميزانية ومشاكل جدولة الانتاج حيث ان القرار اما ان يكون تخصيص او عدم تخصيص ( do ) او ( not do ) . ( Gupta : 2019 )

$$X_j = [ 1 \text{ (if } j\text{th activity is performance) , } 0 \text{ (if } j\text{th activity is not performance)}]$$

5-2: اسلوب البرمجة الخطية في تحديد الموقع , Linear programming , (بالو راندر : 2016: P: 849)

غالبا ما يكون هنالك جهد واسع من اجل وصف المشكلة بشكل دقيق وتحويلها الى انموذج رياضي يستوعب جميع المتغيرات بما يجعل تلك النماذج ذات قيمة عملية في التعامل مع المشكل كبيرة التعقيد وخاصة ما تواجه عملية اختيار الموقع في تصميم سلسلة توريد الشبكات وتقديم الحل الامثل باستخدام النماذج الرياضية او الكمية .

ما يميز اسلوب استخدام البرمجة الخطية الصحيحة هو قدرتها على التعامل مع نظام التكاليف الثابتة بطريقة مثلى والتعامل مع مخصصات الطلب داخل الشبكة .

في هذا الاسلوب يصاغ هدف البرمجة الخطية بأسلوب كمي يتبايع مجموعة من الاجراءات التي تعبر عن الحصول على عدد او حجم او مواقع المخازن في شبكة التوريد

1-5-2: انواع نماذج البرمجة العددية :-

اولا : انموذج البرمجة العددية التامة :

(Pure Integer Programming Models):-

القيم التي تأخذها متغيرات القرار في الانموذج غير قابلة للتجزئة وصحيحة.

ثانيا : انموذج البرمجة العددية المختلط

(Mixed Integer Programming Model):-

بعض متغيرات القرار في الانموذج قابلة للتجزئة والقسم الآخر غير قابل للتجزئة أي مختلطة.

ثالثا : الصيغة العامة لانموذج البرمجة العددية [Taha ,2007]

(General Integer Programming Formulation):-

تبحث صيغة البرمجة العددية الرياضية العامة عن هدف الأمثلية لحالات ( max او min ) لمتغيرات دالة الهدف الخطية والتي تخضع لمجموعة من القيود الخطية (معادلات أو متباينات).

$$\text{Maximize Or Minimize } Z = \sum_{j=1}^n C_j X_j \quad \dots\dots\dots (1)$$

Subject to:-

$$\sum_{j=1}^n a_{ij} X_j (\leq , = , \geq) B_i \quad i = 1, 2, \dots, m \quad \dots\dots\dots (2)$$

$$x_j \geq 0 \quad J = 1, 2, \dots, n \quad (3)$$

حيث أن :-

$Z$  = تمثل قيمة دالة الهدف.

$X_j$  = تمثل متغيرات القرار.

$C_j$  = تمثل معاملات متغيرات القرار (  $X_j$  ) في دالة الهدف.

$B_i$  = تمثل كمية المصدر (i) المخصصة للقيود  $i$  والتي تستخدم في  $x_j$  , ( $j=1, \dots, n$ )

$a_{ij}$  = تمثل كمية المصدر (i) المخصصة للمتغير  $x_j$

رابعا : نموذج البرمجة العددية للقرارات الثنائية

(Integer Programming For Decision):-

توجد العديد من الاستخدامات الهامة جداً لتطبيق برمجة الأعداد الصحيحة تكون موجهة بشكل اساسي إلى مسائل تتضمن قراراتها حالة نعم أو كلا ويمكن لمثل هذه القرارات ان تمثل بمتغيرات أعداد صحيحة (1,0)، حيث هذا التمثيل يسمح لنا بإعادة صياغة مسائل أكثر تعقيداً كمسألة برمجة خطية للأعداد البحتة أو المختلطة، نحن جميعاً نواجه الكثير من القرارات والتي يكون الاختيار فيهما (نعم) معنى ذلك ان قيمة القرار تساوي (1) أو (كلا) يعني قيمة القرار تساوي (0).

$$\text{Maximize Or Minimize } Z = \sum_{j=1}^n C_j X_j \quad \dots\dots (4)$$

Subject to:-

$$\sum_{j=1}^n a_{ij} X_j (\leq, =, \geq) b_i \quad \dots\dots i = 1, 2 \dots, m \quad (5)$$

$$x_j \in [0, 1] \quad j = 1, 2 \dots, n \quad (6)$$

2-5-2: طرائق حل البرمجة العددية الصحيحة [Taha, 2007]

اولا : طريقة الرسم :-

ان الطريقة البيانية (Graphical Method) تُستخدم في حالة اعتماد الانموذج على متغيرين قرار فنقوم بعملية الرسم و يمثل المحور الأفقي المتغير الأول والمحور العمودي للمتغير الثاني اضافة الى تمثيل القيود الانموذج وبذلك يتم تحديد منطقة الحل الممكنة كما هو في أسلوب طريقة البرمجة الخطية وللحصول على أرقام صحيحة لمتغيرات القرار يتم اقتطاع جزء من منطقة الحل المشتركة والخاصة بالمتغير الأول حتى نجعل قيمة المتغير الأول رقم صحيح ثم تكرر العملية بعمل منطقة حلول ممكنة أخرى من خلال جعل قيمة المتغير الثاني رقم صحيح أيضاً وهكذا بنفس الاسلوب نستمر باقتطاع أجزاء اخرى من منطقة الحل الممكن إلى أن يتحقق الشرط بأن تكون جميع قيم المتغيرات عبارة عن أعداد صحيحة من خلال جعل قيم متغيرات القرار أقرب إلى رقم صحيح .

ثانيا: طريقة قطع المستوي (كومري)

(Cutting Plan Method(Gomory)

طريقة قطع المستوي (كومري) هذه الطريقة مبنية بشكل أساس على أسلوب عمل طريقة (simplex) السيمبلكس التي تمكننا من الحصول على حل أمثل ذي قيم حقيقية ، ففي البداية يتم اهمال شرط الأعداد الصحيحة ويحل الانموذج الرياضي بطريقة السيمبلكس الاعتيادية أو السيمبلكس المعدل كأي انموذج من نماذج البرمجة الخطية ، وبعد تقييم الحل فإذا كان قيم المتغيرات في الحل الأمثل عبارة عن أعداد صحيحة فإن ذلك الحل سيمثل الحل العددي المطلوب ، أما إذا احتوى الحل على بعض القيم في حالة الكسور فنقوم باختيار أكبر تلك الكسور ويُضاف إلى نهاية آخر جدول توصلنا إليه بطريقة السيمبلكس و يتم إكمال خطوات الحل باستخدام أسلوب السيمبلكس المقابل وهكذا تستمر خطوات الحل إلى أن يتم الحصول على الحل العددي الأمثل.

المبحث الثالث :الجانب التطبيقي

ان العراق عانى خلال الفترة الماضية ولازال حالة من الركود في جميع المجالات بسبب ما تعرض له من حروب في العقود الماضية ادت الى خلق فجوة كبيرة بينه وبين الدول في العديد من المجالات وخاصة مجال البناء والاعمار , ومدنه اليوم بحاجة الى مستوى حديث من التخطيط العمراني يرتقى بها لكي تكون مدن ذات طابع حضاري مشيدة على اسس علمية وتقنية تحقق الرفاهية للمجتمع في الجانب ( التقني والاجتماعي والبيئي ) وستشتمل دراستنا في هذا البحث على احدى المدن في وسط العراق (محافظة ديالى) لكي يتم دراسة الوضع الجغرافي للمدينة ومحاولة تحديد مراكز يمكن ان تستخدم لدعم الخدمات البنينة ولوجستية او مراكز الطوارئ او اعادة تدوير النفايات بما يحقق اهداف التنمية المستدامة من خلال خلق نظام عمراني للمدينة بحيث يمكن ادارتها باستخدام التقنيات الحديثة والذكاء الصناعي لتوفير خدمات لوجستية وتحقيق الامن بما يساهم في تخفيف الاثار على البيئة والمجتمع وباقل التكاليف باستخدام البرمجة الخطية الثنائية .

تقع محافظة ديالى في وسط شرق العراق وتتكون من ( 21 ) ناحية او مدينة تنتشر على مساحات مختلفة وكما موضح بالخريطة التالية :-



|     |         |    |
|-----|---------|----|
| X16 | كنعان   | 16 |
| X17 | ههب     | 17 |
| X18 | بعقوية  | 18 |
| X19 | العبارة | 19 |
| X20 | بهرز    | 20 |
| X21 | بني سعد | 21 |

واعتمادا على مبدأ التقارب بين المدن حيث ان لكل مدينة مدن قريبة ومتجاورة معها ومن باب تخفيض مسافة ووقت وعدد المراكز التي يتم انشاءها لكي تكون مراكز لوجستية مستدامة بحيث تكون الكلفة اقل ما يمكن تم صياغة الانموذج الرياضي باستخدام البرمجة الثنائية الخطية وكما يلي :

$$\text{Min } Z = X_1 + X_2 + X_3 + X_4 + X_5 + X_6 + X_7 + X_8 + X_9 + X_{10} + X_{11} + X_{12} + X_{13} + X_{14} + X_{15} + X_{16} + X_{17} + X_{18} + X_{19} + X_{20} + X_{21}$$

S.TO:

$$X_1 + X_2 + X_3 + X_4 \geq 1$$

$$X_1 + X_3 + X_4 + X_5 + X_7 \geq 1$$

$$X_1 + X_2 + X_3 + X_5 + X_9 \geq 1$$

$$X_1 + X_2 + X_3 + X_4 + X_6 + X_7 \geq 1$$

$$X_4 + X_5 + X_7 + X_{14} \geq 1$$

$$X_2 + X_3 + X_6 + X_7 + X_8 + X_9 + X_{12} \geq 1$$

$$X_3 + X_4 + X_5 + X_6 + X_7 + X_8 + X_{14} \geq 1$$

$$X_6 + X_7 + X_8 + X_{10} + X_{12} + X_{13} \geq 1$$

$$X_2 + X_6 + X_9 + X_{11} + X_{12} \geq 1$$

$$X_8 + X_{10} + X_{13} + X_{15} + X_{19} \geq 1$$

$$X_9 + X_{11} + X_{12} \geq 1$$

$$X_8 + X_9 + X_{11} + X_{12} + X_{13} + X_{16} \geq 1$$

$$X_8 + X_{10} + X_{12} + X_{13} + X_{16} + X_{19} \geq 1$$

$$X_5 + X_7 + X_{14} + X_{15} + X_{17} + X_{18} + X_{19} \geq 1$$

$$X_7 + X_8 + X_{10} + X_{14} + X_{15} + X_{19} \geq 1$$

$$X_{10} + X_{12} + X_{13} + X_{16} + X_{20} \geq 1$$

$$X_{14} + X_{17} + X_{18} + X_{21} \geq 1$$

$$X_{14} + X_{17} + X_{18} + X_{19} + X_{20} + X_{21} \geq 1$$

$$X_{10} + X_{13} + X_{14} + X_{15} + X_{16} + X_{18} + X_{19} + X_{20} \geq 1$$

$$X_{16} + X_{18} + X_{19} + X_{20} + X_{21} \geq 1$$

$$X_{17} + X_{18} + X_{20} + X_{21} \geq 1$$

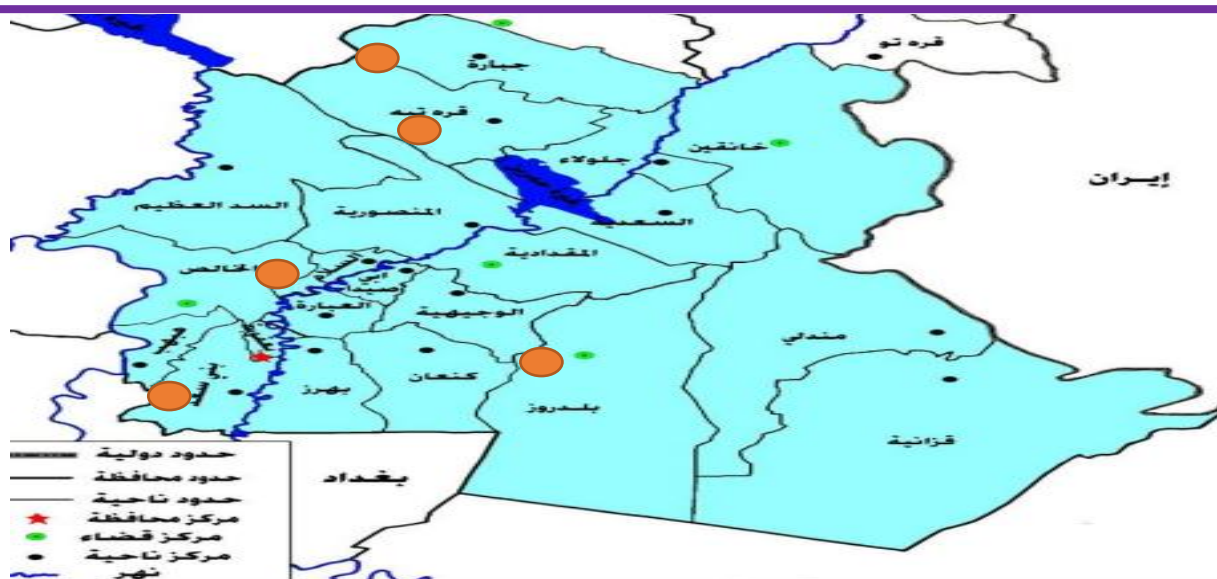
$$X_i = 0, 1 \quad i = 1, 2, \dots, 21$$

وبعد حل الامتداد الرياضي باستخدام برنامج التحليل الكمي QSB تم الحصول على النتائج المبينة في واجهة الحل ادناه المبينة في الشكل رقم (2) :

|    | 10:13:14           |                | Sunday                   | March              | 02           | 2025         |
|----|--------------------|----------------|--------------------------|--------------------|--------------|--------------|
|    | Decision Variable  | Solution Value | Unit Cost or Profit c(j) | Total Contribution | Reduced Cost | Basis Status |
| 1  | X1                 | 1.0000         | 1.0000                   | 1.0000             | 1.0000       | at bound     |
| 2  | X2                 | 0              | 1.0000                   | 0                  | 0            | at bound     |
| 3  | X3                 | 0              | 1.0000                   | 0                  | 1.0000       | at bound     |
| 4  | X4                 | 1.0000         | 1.0000                   | 1.0000             | 1.0000       | at bound     |
| 5  | X5                 | 0              | 1.0000                   | 0                  | 1.0000       | at bound     |
| 6  | X6                 | 0              | 1.0000                   | 0                  | 0            | basic        |
| 7  | X7                 | 0              | 1.0000                   | 0                  | 1.0000       | at bound     |
| 8  | X8                 | 0              | 1.0000                   | 0                  | 0            | basic        |
| 9  | X9                 | 0              | 1.0000                   | 0                  | 0            | basic        |
| 10 | X10                | 0              | 1.0000                   | 0                  | 0            | basic        |
| 11 | X11                | 0              | 1.0000                   | 0                  | 0            | at bound     |
| 12 | X12                | 1.0000         | 1.0000                   | 1.0000             | 0            | basic        |
| 13 | X13                | 0              | 1.0000                   | 0                  | 0            | basic        |
| 14 | X14                | 0              | 1.0000                   | 0                  | 0            | basic        |
| 15 | X15                | 1.0000         | 1.0000                   | 1.0000             | 0            | basic        |
| 16 | X16                | 0              | 1.0000                   | 0                  | 1.0000       | at bound     |
| 17 | X17                | 0              | 1.0000                   | 0                  | 0            | basic        |
| 18 | X18                | 0              | 1.0000                   | 0                  | 0            | at bound     |
| 19 | X19                | 0              | 1.0000                   | 0                  | 0            | basic        |
| 20 | X20                | 0              | 1.0000                   | 0                  | 1.0000       | at bound     |
| 21 | X21                | 1.0000         | 1.0000                   | 1.0000             | 0            | basic        |
|    | Objective Function |                | (Min.) =                 | 5.0000             |              |              |

الشكل رقم (2) واجهة النتائج بعد حل الامتداد باستخدام تطبيق QSB

تبين من الحل انه هنالك خمسة مناطق مرشحة لتضم المراكز وهي (X1 او جبارة) و (X4 او قرة تبة) و (X12 او بلدروز) و (X15 او السلام) و (X21 او بني سعد) والجدول رقم (1) يبين المناطق المترابطة مع المناطق المرشحة والمسافات بينها حيث ان كل منطقة تم ربطها بالمركز الاقرب لها .



الشكل رقم (3) يبين توزيع المراكز اللوجستية المستدامة بين مدن محافظة ديالى

ويمكن توضيح عملية الترابط بين المراكز اللوجستية المستدامة والمدن من خلال الجدول التالي رقم (2)

جدول رقم (2) يبين المدن المرشحة لإنشاء مراكز مستدامة للخدمات اللوجستية وارتباطها بالمدن

| مدن المحافظة  | مراكز الخدمة المستدامة |              |             |             |              |
|---------------|------------------------|--------------|-------------|-------------|--------------|
|               | مركز الجبارة           | مركز قرة تبة | مركز بلدروز | مركز السلام | مركز بني سعد |
| 1 الجبارة     | 1                      | 0            | 0           | 0           | 0            |
| 2 خاتقين      | 1                      | 0            | 0           | 0           | 0            |
| 3 جلولاء      | 0                      | 1            | 0           | 0           | 0            |
| 4 قرة تبة     | 0                      | 1            | 0           | 0           | 0            |
| 5 السد العظيم | 0                      | 1            | 0           | 0           | 0            |
| 6 السعدية     | 0                      | 0            | 1           | 0           | 0            |
| 7 المنصورية   | 0                      | 1            | 0           | 1           | 0            |
| 8 المقدادية   | 0                      | 0            | 1           | 1           | 0            |
| 9 مندلي       | 0                      | 0            | 1           | 0           | 0            |
| 10 ابي صيدا   | 0                      | 0            | 0           | 1           | 0            |
| 11 قرانية     | 0                      | 0            | 1           | 0           | 0            |
| 12 بلد روز    | 0                      | 0            | 1           | 0           | 0            |
| 13 الوجيهية   | 0                      | 0            | 1           | 0           | 0            |
| 14 الخالص     | 0                      | 0            | 0           | 1           | 0            |

|                       |         |   |   |   |   |   |
|-----------------------|---------|---|---|---|---|---|
| 15                    | السلام  | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| 16                    | كنعان   | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| 17                    | ههب     | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| 18                    | بعقوبة  | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 |
| 19                    | العبارة | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| 20                    | بهرز    | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| 21                    | بني سعد | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| مجموع المدن المستفيدة |         | 2 | 4 | 7 | 7 | 4 |

تم اعداد الجدول من قبل الباحثين

من خلال الجدول نلاحظ ان الرقم ( 1 ) يبين وجود ارتباط ( تقارب ) بين المركز اللوجستي المستدام والمدينة المقابلة له في الجدول فنلاحظ ان مركز الخدمة المقام في مدينة ( الجبارة ) يمكنه تقديم الخدمات اللوجستية لمدينتي ( الجبارة و خانقين ) وهكذا لبقية المراكز ونلاحظ ايضا من الجدول ان المركزين في ( السلام و بلدروز ) يمكنهما تقديم خدمة لأكثر عدد من المدن ( سبعة مدن ) .

الاستنتاجات :-

- 1- يعد التخطيط العمراني الجيد من اهم الادوات والمركزات التي تحقق الاستدامة العمرانية والبيئية .
- 2- من خلال النتائج نلاحظ بانه يمكن اختزال عدد مراكز الخدمة بما يحقق الامثلية ويقلل من التكاليف المادية والبيئية بدلا من انشاء عدد كبير من المراكز الخدمية .
- 3- تم تحديد خمسة مواقع داخل المحافظة يمكن ان تستثمر في انشاء مراكز خدمية او اي مركز اخرى يمكن ان توفر سرعة استجابة لبقية المناطق المجاور .
- 4- الموقع المناسب للمركز الخدمي يقلل من حركة المرور والازدحام المروري بما يحقق الاستقرار والرفاهية داخل المدن .
- 5- توفير مراكز خدمية مستدامة بمواقع مناسبة يدعم التنمية المستدامة ويوفر خدمات للأجيال القادمة .
- 6- اتباع اساليب عمرانية حديثة يسهل عملية تطبيق الادارة الحديثة وتطبيق نظم الذكاء الصناعي في ادارة المدن والخدمات .

التوصيات :-

- 1- ضرورة اتباع الاساليب العلمية الحديثة في التخطيط العمراني للمدن .
- 2- استخدام تقنيات الاتصال السريع والرامج الحديثة في تخطيط وادارة المدن لأنها تساهم بشك كبير في بناء مدن متطورة وحديثة يمكن ان تدار باستخدام برمجيات الذكاء الصناعي .
- 3- الحفاظ على البيئة داخل وخارج المدن من اجل تامين حياة افضل للأجيال القادمة .

المصادر

المراجع العربية :-

- 1-باللو ، رونالد اتش " ادارة اللوجستيات , تخطيط وتنظيم ورقابة سلاسل التوريد " تعريب ( د . اسامة محمد بدير قشوع ) , الجزء الاول , دار المريخ للنشر المملكة العربية السعودية - الرياض , ص :ب: 10720 الرمز البريدي 11443 , 2016
- 2- حسن ، اسراء هادي , " تطوير وبرمجة طريقة مولد قطع المستوي لحل مسائل البرمجة العددية الصحيحة " رسالة مقدمة لنيل درجة الماجستير , علوم في الرياضيات التطبيقية الجامعة التكنولوجية , 2004.

3-عباس , زينب راضي , " تطوير مصفوفة تقييم المواقع الحضرية لتحقيق الاستدامة البيئية الحضرية " , العراق مجلة المخطط والتنمية , العدد ( 31 )  
2015, ص 35 - 52

4-كاريلو فرانثيسكو خافيير " مدن المعرفة " ترجمة خالد عل يوسف 2011

5-مدحت ابو النصر , ياسمين مدحت محمد . "التنمية المستدامة مفهومها -ابعاها -مؤشراتها " المجموعة العربية للتدريب والنشر , القاهرة - مصر  
. 2017

6-هاشم , هاشم نايف " استخدام برمجة الأعداد الصحيحة لاختيار موقع للخدمات الطارئة دراسة تطبيقية في مستشفى أبي الخصيب , جامعة البصرة,  
2008.

المراجع الاجنبية :

7-A. Azamat, "A Smart World: A Development Model for Intelligent Cities- The Trinity World of Trinity Cities", The 11th IEEE International Conference on Computer and Information Technology (eCIT-2011), The 11th IEEE International Conference on Scalable Computing and Communications (ScalCom2011).<http://cs.ucy.ac.cy/CIT2011>

8-GUBTA , ER.PREM KUMAR “ PROBLEMES IN OPERATION RESEARCH “ S.CHAND ,NEW DELHI - 110055, 2019.

9-Hasija .Sameer ,Zuo Max Shen ,Chung –Piaw , Teo ” Smart City Operation :Modeling Challenges and opportunities “ Journal of Manufacturing and service Operation management , <https://doi.org/10.1287mosom.2019.0823>

10-K. Nicos, Intelligent Cities: Innovation, knowledge systems and digital spaces, Routledge, London and New York, 2002. <http://www.urenio.org>.

11-Razavi . Niloufar ,Hadi Gholizadeh ,Sina Nayeria &Tannaz Alizadeh Ashrafi ,Jornnal of operation research society ,Del :10.1080/0105682.2020.182.1586

12-Taha·Hamdy A."Operation Research an introduction' eighth Edition .2007 prentice- Hall· INC.