سمات شبكة الفراغات العمرانية الحيوية في المدينة ودورها في دعم تحقيق الاستدامة العمرانية

م. عبير عبد العال* د. أحمد ياسر ضاشوالي** د. هبة السقا***

(الإيداع: 10 تشرين الأول 2024، القبول: 14 كانون الثاني 2025)

الملخص:

تعتبر شبكة الفراغات العمرانية في المدينة بمكوناتها العقدية (ساحات، تقاطعات، مساحات خضراء...) والترابطية (شوارع، ممرات مشاة، ممرات مائية...) وعمليات الحركة فيما بينها (النقل والحركة)، من أهم الأدوات العمرانية التي تقدم من خلالها المدن لسكانها وزوارها مختلف الخدمات وتعزز الأداء الاجتماعي والاقتصادي والثقافي فيها. ومع تسارع درجة التحضر وتطور الوعي وازدياد التحديات على المستويات العالمية والمحلية على حد سواء تبدو الاستدامة هي الهدف الأهم الذي يسعى التخطيط العمراني لتحقيقه. تحقق مجموعة الفراغات العمرانية بالمدينة أفضل أداء مستدام عندما تتوفر فيها الخصائص العمرانية التي تؤهلها لاحتضان نشاط بشري كثيف، متنوع، ممتد زمنيا ومتاح للجميع. ولذلك يسعى البحث لتحديد أهم سمات شبكة الفراغات العمرانية الحيوية وخصائصها العمرانية على الصعيدين الوظيفي والفراغي في المدينة.

يقدم البحث عرضا نظريا موجزا لتطور الوعي بدور الفراغات العمرانية كشبكة متكاملة الأداء، يليه تحليلا لعدة دراسات من مدن مختلفة من العالم تشترك فيما بينها بتناول دور شبكة الفراغات العمرانية وكيفية تقييم وتحسين أدائها. ليخلص البحث إلى استنتاج مجموعة السمات التي تميز شبكة الفراغات العمرانية المستدامة في المدينة والتي يمكن من خلالها تقييم وتحسين أداء هذه الشبكة بشكل مستمر.

الكلمات المفتاحية: شبكة الفراغات العمرانية، الاستدامة العمرانية، الحيوية العمرانية، سمات عمرانية، حمص

* مهندسة، طالبة دراسات عليا (دكتوراه)، قسم التخطيط والبيئة، كلية الهندسة المعمارية، جامعة حلب

** أستاذ مساعد في قسم التخطيط والبيئة، كلية الهندية المعمارية، جامعة حلب

*** مدرسة في قسم التخطيط والبيئة، كلية الهندية المعمارية، جامعة حلب

Vital urban spaces network characteristics of the city and its role in supporting the achievement of urban sustainability

Abeer Abdelal* Dr. Ahmed Yasser Dachwali** Dr. Hiba Al Saja***

(Received: 10 October 2024, Accepted: 14 January 2025)

Abstract:

The network of urban spaces in the city with its nodal components (squares, intersections, green spaces...) and interconnected components (streets, pedestrian paths, waterways...) and movement processes between them (transportation and movement), is considered one of the most important urban tools through which cities provide various services to their residents and visitors and enhance their social, economic and cultural performance. With the acceleration of urbanization and the increase in challenges at both the global and local levels, sustainability appears to be the most important goal that urban planning seeks to achieve. The group of urban spaces in the city achieves the best sustainable performance when it has the urban characteristics that qualify it to host dense, diverse, time-extended and available human activity for all. Therefore, the research seeks to identify the most important features of the vital urban spaces network and their urban characteristics at the functional and spatial levels in the city. The research provides a brief theoretical presentation of the developed acknowledgment of the role of urban spaces as an integrated performance network, followed by an analysis of several studies from different cities around the world that share analyzing the role of the network of urban spaces and how to evaluate and improve its performance. The research concludes with a set of features that distinguish the sustainable urban spaces network in the city, through which the performance of this network can be evaluated and improved continuously.

Key words: Urban spaces network, urban sustainability, urban vitality, urban features, Homs

*Ph.D. student, Urban Planning & Environment Department, Faculty of Architectural Engineering, Aleppo University

** Assistant professor, Urban Planning & Environment Department, Faculty of Architectural Engineering, Aleppo University

*** Lecturer, Urban Planning & Environment Department, Faculty of Architectural Engineering, Aleppo University

المقدمة:

يقوم المخططون والجهات الرسمية المعنية بالتنمية العمرانية في المدينة بإنجاز دراسات تحدد موقع وشكل شبكة الفراغات المخصصة لطيف واسع من الأنشطة البشرية المتاحة لجميع سكان المدينة وزوارها وتقرر وظائفها وتحدد تدرجها الهرمي ضمن الشبكة الكلية للفراغات العمرانية. لكن واقع تدفق المرتادين وكثافة الأنشطة البشرية وامتداد زمنها اليومي قد لا ينطبق على هذه الدراسات الرسمية. وهناك دائما الفجوة مابين ماهو قائم وماهو مخطط له.

يركز البحث على **مشكلة** صعوبة تحديد السمات التي تجعل من شبكة الفراغ العمراني في المدينة تقوم بدورها لدعم متطلبات تحقيق الاستدامة العمرانية. **ويطرح البحث سؤالا مفاده:** إذا كانت شبكة الفراغات العمرانية التي تشهد نشاط بشري متنوع وممتد زمنيا هي الأكثر دعما للاستدامة الاعمرانية فماهي السمات البشرية والعمرانية لهذه الشبكة؟

1. **هدف البحث:**

يهدف البحث لرصد السمات العامة الواجب توفرها في شبكة الفراغات العمرانية الحيوية باعتبارها الأقدر على دعم تحقيق الاستدامة العمرانية على المدى الاستراتيجي على مستوى المدينة.

2. **مواد وطرق البحث:**

يستخدم البحث طرق بحثية متعددة تتكامل فيما بينها لتغطي مختلف الأطر النظرية والتحليلية:

- المنهج الاستقصائي: يتضمن جمع وعرض لأهم المفاهيم التي يحتاجها البحث لفهم تشكل وتطور شبكة الفراغات العمرانية في المدينة للتوصل لصورة متكاملة عن كيفية دعم الشبكة لمختلف محاور الاستدامة العمرانية.
- المنهج التحليلي الاستنتاجي: عرض تجارب متنوعة لمدن قامت بتحليل وتقييم وتحسين أداء شبكة الفراغات العمرانية فيها ومناقشة نتائج هذه التجارب وربطها مع الهدف الرئيس للبحث.

أما **حدود البحث** فهي مجموعة الفراغات العمرانية النشطة بشريا ضمن الحدود الإدارية المأهولة للمدينة، حيث تتنوع الأنشطة وتستمر حركة الناس لأطول زمن خلال اليوم.

3. **الدراسة النظرية:**

تعد المدن هي الوعاء البشري الأهم والأكثر تأثيرا في مجال تحقيق محاور الاستدامة الثلاث الرئيسية (الاجتماعي، الاقتصادي، البيئي). وتبدو شبكة الفراغات العمرانية العامة من أهم وأقوى هذه الأدوات حيث يدعم الارتقاء بأدائها تحقيق مختلف محاور الاستدامة بالمدينة.

تعرف شبكة الفراغات العمرانية بأنها مجموعة المساحات المفتوحة للجمهور، المتاحة للأنشطة الحياتية والاجتماعية اليومية لسكان المدينة، بما في ذلك الساحات والشوارع والحدائق العامة وغيرها من الأماكن الخارجية [24]. كما تعرف بأنها جميع الأماكن المملوكة ملكية عامة أو ذات الاستخدام العام، والتي يمكن للجميع الوصول إليها والاستمتاع بقضاء الوقت فيها، مجانًا وبدون دافع للربح. هي أماكن التجمع الموجودة خارج المنزل ومكان العمل، لذلك تدعى في بعض الدراسات بالمكان الثالث، والتي يمكن الوصول إليها بشكل عام من قبل أفراد الجمهور، والتي تعزز تفاعل السكان وفرص الاتصال والعمل والمشاركة العامة [38]. ولقد أكد الموئل الثالث للأمم المتحدة الذي عقد عام 2016 البند 11.7 من أهداف التنمية المستدامة: أنه وبحلول عام 2030 ، لا بد من توفير الوصول إلى مختلف الفراغات العامة والخضراء الآمنة والمتاحة للجميع والتي يسهل الوصول إليها ، ولا سيما للفئات الأضعف من المجتمع. سيهتم البحث بمجموعة الفراغات الحيوية بالمدينة التي تحتضن نشاط بشري كثيف، متنوع، ممتد لساعات طويلة خلال اليوم، لأن تحقيق ذلك يعني أن الفراغ يقوم بدور اجتماعي واقتصادي بشكل مباشر أو غير مباشر إضافة لوظيفته الأساسية كعنصر ربط أو توزيع للحركة.

تتضمن **مكونات شبكة الفراغات العمرانية** عنصرين رئيسيين هما: العقد والروابط، تمثل العقد الفراغات الفاعلة أو مناطق التركيز في الحياة اليومية، و تمثل عناصر الربط بين العقد وتعمل علاقة النقل كاتصال للعنصرين المشكلين للشبكة [10]. وبالتالي فالشبكة العمرانية يمكن فهمها من بعدين [27]:

(1) بعد مادي، والذي يأخذ في الاعتبار العناصر العمرانية المختلفة (مباني، استعمالات، طرق، ساحات...)، وكذلك الروابط والعلاقات بينها،

(2) بعد بشري يمثل السكان، كمستخدم للوظائف العمرانية والتفاعلات والنشاط البشري الذي يجمعها معا.

4-1: تطور شبكة الفراغات العمرانية وأهميتها وتصنيفها:

4-1-1: التطور التاريخي لشبكة الفراغات العمرانية في المدن:

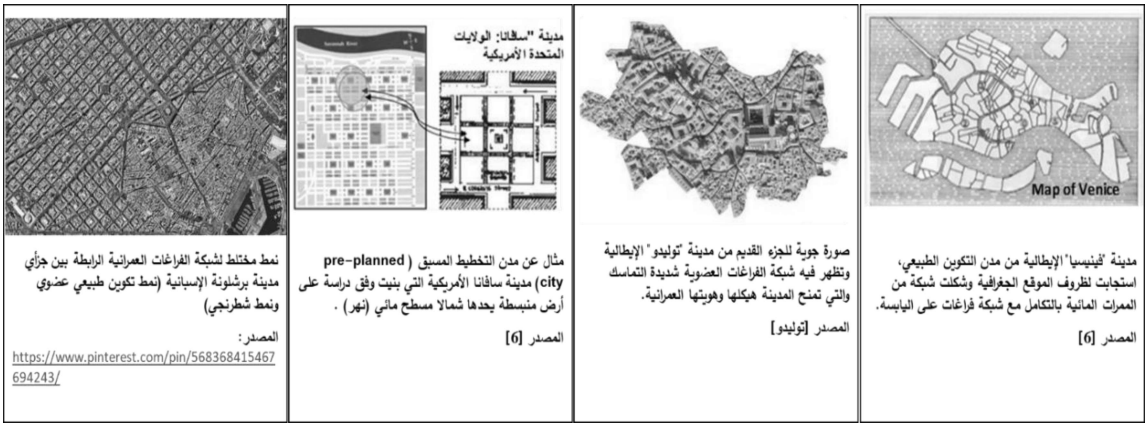
- تميزت معظم المدن قديما بشبكة بسيطة (طبيعية التكوين أو شطرنجية) مركزية وكانت الساحات فيها هي رمز المدينة المادي والمعنوي. في أوروبا تطورت هذه الساحات المركزية من خلال ثلاث مراحل رئيسية: الأغورا اليونانية (Agora) والتي مثلت سوق المدينة ومكان الاجتماع والاتصالات اليومية والتجمع الرسمي وغير الرسمي. و"الفوروم" الروماني (Forum) الذي شكل منطقة متكاملة الوظائف، تضم مساحات مغلقة وشبه مغلقة ومفتوحة للتجارة والتجمع الديني والسياسي وألعاب القوى والاجتماعات غير الرسمية [11].
- في القرون الوسطى (حوالي القرن العاشر) تم إحياء السوق في موقع استراتيجي يسيطر عليه المبنى الديني والإداري المركزي، بالإضافة إلى ساحات مجاورة لها وظائف خدمة محلية. لقد استوعبت معظم ساحات العصور الوسطى مجموعة متنوعة من الأنشطة والمناسبات الخاصة والاحتفالات الدينية الكبرى [11].
- في عصر النهضة برزت الساحات العظيمة، المخططة بعناية، بعضها كانت عبارة عن شعارات للفخر المدني والديني [23]. وفي العصر الباروكي: شهدت المدن تجديدا لساحات عصر النهضة، للتعبير عن السلطة والثراء للطبقة النافذة بالمدينة. وتم ربط هذه الساحات بشبكة شوارع رئيسية جذابة، وازداد تصور الساحات كعقد، ونقاط مرجعية جاذبة لمختلف فئات سكان المدينة وزوارها [15].
- في منطقة انتشار الثقافة الإسلامية سيطر فناء المسجد الجامع على تكوين الفراغات العمرانية، وبرز التدرج الهرمي للفراغات العمرانية لخدمة الخصوصية التي حرص الفكر الإسلامي على صيانتها. كما طغت أولوية العامل الوظيفي والروحي على العامل الجمالي فتطورت الفراغات العامة لتكون أكثر ديناميكية وأقل انتظاما. أتاح الترتيب الهرمي آنذاك للحي تقوية الروابط الاجتماعية من خلال الأزقة التي تتعرج وتضيق حتى تصل لنهاية مسدودة تعزز الإحساس بالأمان والانتماء للمكان وتعكس الهوية المجتمعية [4].
- مع بداية القرن التاسع عشر، وبدء الثورة الصناعية، حدثت تغيرات متسارعة في المجتمع الغربي بقيادة الطبقات الوسطى. قامت المدن بتوسيع الطرق وتحويل الساحات المتصلة بها إلى تقاطعات مرورية مما غير مقياس المدينة ونوع الحياة فيها [15]. ومع توسع الثورة الصناعية واختراع المحرك البخاري، حدثت زيادة سريعة في عدد سكان المدن، مما أدى إلى اكتظاظ شديد. وبدأ السعي لتوفير النقل العام الجماعي [14].
- خلال القرن العشرين وسنوات الحرب الباردة، رصدت بعض الفروق حول تطور الشبكة بين المعسكر الشرقي والغربي. اعتبرت دول المعسكر الغربي القطاع الخاص مشاركًا مهمًا في تشكيل سياسة التنمية العمرانية وتعد عوامل السوق واحدة من القوى الدافعة الرئيسية، بينما سيطر نظام التخطيط المركزي في مدن المعسكر الشرقي ليعم في جميع أنحاء البلاد وتلعب الحكومة دائمًا أدوارًا حاسمة في وضع السياسات وتنفيذها ومراقبتها وتعديلها.

4-1-2: العوامل المتعلقة بتشكل شبكة الفراغات العمرانية في المدينة وأهم أنماط الشبكة:

تتشكل شبكة الفراغات العمرانية تبعا لعمليات صنع القرار على مدى زمني يعادل سنوات الحياة بالمدينة. وهي تعتبر انعكاس مباشر لاستجابة الناس للظروف الإدارية والجغرافية والطبوغرافية والمناخية لموقع المدينة [20]. وتتأثر شبكة الفراغات العمرانية بتوزع الاستعمالات بالمدينة، وشكل ونوع شبكات المرور، وسلوك الإنسان.

ولقد حدد لوكوربوزييه نوعين من شبكات الشوارع: النمط الأول وهو "الشبكة العفوية" المتأثرة بالقيود الطبيعية مثل التضاريس والمسطحات المائية. والنمط الثاني هو النمط الهندسي مسبق التخطيط، وهي سهلة ومريحة ومباشرة. تتضمن نمطًا هندسيًا وأشكالًا هندسية مفروضة على المشهد الطبيعي السياقي للمستوطنة [21]. إذا يمكن تصنيف أنماط الشبكات ضمن ثلاثة أنماط رئيسية الشكل (1) [23]:

- شبكة الفراغات العمرانية ذات التطور الطبيعي، وتتكون من شبكات جزئية هرمية التدرج، متداخلة معًا على مستويات مادية وزمنية مختلفة. وهي الشبكات السائدة في مدن القرون الوسطى والمدن التي تأثرت بالثقافة الإسلامية [30].
- الفراغات العمرانية المخطط لها، يقوم بتصميمها مخططي المدن والمهندسين المعماريين ومهندسي المناظر الطبيعية، مفوضين من قبل عملاء من القطاعين العام أو الخاص. قد تكون شطرنجية التكوين، شعاعية، حلقية... [23]
- وهناك النمط الأكثر انتشارا وهو الذي تختلط فيه الشبكات العفوية والمنظمة تبعا لمراحل تطور المدينة زمنيا. وغالبا ما يكون لكل مرحلة تاريخية نمط التشكل الخاص بها الذي يعكس الظروف الاجتماعية والسياسية والاقتصادية.



الشكل رقم (1) : أمثلة عن أهم أنماط شبكة الفراغات العمرانية السائدة في المدن، المصدر [6]

4-1-3: أهمية شبكة الفراغات العمرانية ووظائفها:

تساهم مجموعة الفراغات العمرانية بالمدينة في تعزيز فرص العمل والدخل والاستثمار، وزيادة كفاءة النقل، وتعزيز السلامة والصحة العامة، ودعم المشاركة والاندماج والمساواة بين فئات المجتمع، وتعزيز الاستدامة البيئية [36].

وتشكل مكانًا لمجموعة من الأنشطة الثقافية، التجارية الرسمية وغير الرسمية حيث تتيح فرصا متنوعة لكسب عيش فقراء الحضر–كالباعة الجائلين، وتعمل شبكة الفراغات العمرانية على تحسين نوعية الحياة بما تقدمه من متنزهات وحدائق ومرافق رياضية عامة، وممرات تنزه مشجرة. ويمكن أن تتحكم بتوسع المدينة وتمنع امتداد الأحياء غير المنظمة [37].

4-1-4: تصنيف شبكة الفراغات العمرانية:

يعتبر تصنيف شبكة الفراغات العمرانية كمكونات وحيدة أو كمجموعة من المكونات نقطة انطلاق أساسية لفهم أداء الشبكة وكشف نقاط القوة والضعف فيها. ويمكن تلخيص منطلقات تصنيف أجزاء شبكة الفراغات العمرانية بالمدينة كما يلي:

- التصنيف الفراغي: المرتبط بالمكونات المادية للشبكة من جهة ولتدرجها الهرمي تخطيطيا من جهة أخرى: حسب العقد (عقد مركزية، ثانوية، محلية). الروابط (محاور حركة رئيسية، ثانوية، محلية).

- التصنيف الوظيفي: ربط أو توزيع حركة، شبكات إنتاج غذائي أو تبادل تجاري أو حرفي، فراغات لعب أو ترفيه، فراغات نقل، فراغات عرضية أو مهملة، فراغات العناصر الخضراء.
- التصنيف الجغرافي: حسب الموقع (ترتبط بالجغرافيا العمرانية للمدينة): مركز المدينة، جوار المركز، محاور بط مع إقليم المدينة، مناطق بينية.
- التصنيف تبعا لشبكات الخدمات بالمدينة: شبكة العمل، شبكة التعليم، شبكة الغذاء، شبكة الترفيه، شبكة الإنتاج والتصنيع، بحيث تتم قراءة الشبكة وفق العقد والروابط الأكثر حيوية (زمنيا ومكانيا).
- التصنيف حسب التسلسل الزمني: لكل مرحلة زمنية ظروفها التي تؤثر على الشبكة الكلية من خلال التبدلات التي تطرأ على الأجزاء (الشبكات الجزئية) مما يشكل تصنيفا حسب التشكل والتكيف عبر الزمن.

4-1-5: تطور الوعي بشبكة الفراغات العمرانية:

كان لأهمية الدور الذي تقوم به مختلف مكونات شبكة الفراغات العمرانية في المدينة انعكاس مباشر على اهتمام مختلف المخططين والمنظرين بتحليلها واقتراح سبل تطويرها. وفيما يلي سرد لأهم هذه الدراسات حسب تسلسلها الزمني:

- عام 1870، كان لمشروع "هوسمان" حول تحديث شبكة البنية التحتية وشبكة الفراغات العمرانية في باريس أثر هام على تحديث مفهوم الشبكة مع الحرص الشديد على محاور بصرية واضحة تعكس الغنى والأناقة [26].
- عام 1892، اقترح "سوريا ماتا، مشروع "المدينة الخطية" Linear City الذي بدء بتنفيذه عام 1892، لتكوين أقصى اتصال بين المباني في محور واحد [3]. كما أكد "سيردا" أن كل فراغ عمراني هو جزء من هرمية الشبكة الكلية [3].
- عام 1898، أسس ابنزر هوارد لحركة "المدينة الحدائقية" كوسيلة لدمج إيجابيات العيش بين المدينة والريف [3].
- مع دخول عصر المركبات الآلية واستخدام المركبات الخاصة، تبدل شكل الشبكة وأبعادها ووظائفها. هذا التبدل استدعى وضع العديد من الأفكار لمواجهة تغير هيكل شبكة الفراغات بالمدينة لخدمة السيارة بدل المشاة [23].
- على المستوى العالمي، ومع نهاية القرن الماضي وبروز فكر الاستدامة من خلال تعزيز حيوية شبكة الفراغات العمرانية واعتبار أن الإنسان هو هدف الشبكة (مدينة صديقة للمشاة). على عكس ما يحدث في مدن المنطقة العربية التي تعاني شبكة الفراغات العمرانية فيها حاليا من سوء التوزع ونقص بالكم وانخفاض بالجودة، مما أضعف قدرتها على تقديم دور اجتماعي اقتصادي بيئي يخدم سكان المدينة وزوارها.

4-1-6: سمات الضعف في شبكة الفراغات العمرانية بالمدينة: إن أهم أسباب ضعف كفاءة الفراغات العمرانية بمختلف مكوناتها هو عدم فهم متطلبات السكان الحقيقية ودراسة سلوكهم واحتياجاتهم [23]. صنفت إحدى الدراسات **نوع الفراغ العمراني ذو الأداء الاجتماعي الضعيف** كالتالي [28]:

- فراغ مهمل مادياً وأمام قوى السوق، بسبب نقص الصيانة أو ضعف حيوية واجهاته.
- فراغ يساء استخدامه أو تمت خصخصته: كتحويله لموقف للسيارات أو التعدي عليه من قبل المحلات التجارية.
- فراغ معزول: بسبب وجود حواجز فراغية أو وظيفية تخفض ارتباطه بمحيطه، مما يجعله عرضة لسيطرة فئات ذات سلوك غير مقبول ويصبح مكانا ملائما للجريمة.

4-2: الاستدامة العمرانية وعلاقتها بشبكة الفراغات العمرانية في المدينة:

يعرّف ويلر، في كتابه الصادر عام 2004، التنمية العمرانية المستدامة على أنها "التنمية التي تعمل على تحسين الصحة الاجتماعية والبيئية للمدن والبلدات على المدى الطويل" [32]. وفي تعريف آخر، تعني الاستدامة العمرانية تنظيم عمليات تنمية المدينة دون الاعتماد المفرط على الموارد الطبيعية، واستخدام أكثر كفاءة للأرض [1]. من أهم أبعاد الاستدامة

العمرانية: البعد الاجتماعي والثقافي، الاقتصادي، البيئي، والبعد المادي المتمثل بالبعد العمراني والتكنولوجي. ولقد اهتمت المنظمات العالمية الرسمية بمنهجيات الاستدامة العمرانية ودعمتها، كما أسست للعديد من البرامج التي أسست لها وأشرفت عليها أو واكبتها برامج الأمم المتحدة، منها لجنة الأمم المتحدة للمستوطنات البشرية التي يشار إليها عادة باسم "الموئل– UN HABITAT" والتي كان لها الفضل في وضع أهداف التنمية المستدامة (SDGs) عام 2015.

4-2-1: دور شبكة الفراغات العمرانية في المدينة في تحقيق مبادئ الاستدامة العمرانية:

تطور الفكر المرتبط بإنتاج شبكة فراغات عمرانية جاذبة لطيف متنوع من الأنشطة البشرية بهدف حل المشاكل الاجتماعية والاقتصادية والبيئية التي أفرزها التحضر السريع بعد الثورة الصناعية. وفيما يلي أهم مراحل تطور هذا الفكر:

- في 1929: نشر "كلارنس بيري" مذكرة بعنوان "الوحدة المجاورة" (neighborhood unit)، كمفهوم تخطيطي أدى لإعادة النظر بواقع شبكة فراغات المدينة الصديقة للسيارات [30].
- في 1932:أعتبر "فرانك لويد رايت" أن شبكة الفراغات العمرانية هي العنصر الأساسي في هيكل المدينة الجديدة. ورأى ضرورة تحقيق مراكز موزعة تخدم مرتاديها بمسافة مشي لا تتجاوز 10 دقائق [21].
- في 1954 قدم "ماسلو" نظريته حول ترتيب حاجات الإنسان، ووصف الدوافع التي تُحرّكه في شكل هرمي، يتكون بالترتيب من: الاحتياجات الفيزيولوجية، احتياجات الأمان، الاحتياجات الاجتماعية، الحاجة للتقدير، الحاجة لتحقيق الذات. وهي احتياجات يتم تحقيقها من خلال ماتوفره مختلف فراغات المدينة العامة لسكانها وزوارها [2].
- في 1961: اعتبرت جين جاكوبس في كتابها "حياة وموت المدن الأمريكية" مفهوم حيوية المكان كأساس لدعم الاستدامة العمرانية: وهي تتحقق من خلال عدة مولدات وهي: استخدامات مختلطة للمباني ، كتل عمرانية صغيرة (الواجهات النشطة)، الحفاظ على المباني القديمة، تركيز الأشخاص والمباني من خلال شوارع قابلة للمشي وآمنة للجميع مع تنوع عالي للاستخدامات [15].
- في 1971: نشر "يان جيل" كتابه "الحياة بين المباني" والذي تضمن تحليل أداء الفراغات العمرانية في مختلف المدن، وصنف سلوك مرتادي الفراغ العمراني كتجوال، إلى تجوال اضطراري، وتجوال اختياري، وتجوال اجتماعي يختلط فيه المضطرون لزيارة الفراغ مع الذين اختاروا زيارته. أكد على المقياس الإنساني لتحسين وتطوير شبكة الفراغات العمرانية بالمدينة، وأهمية حركة المشاة. وعلى ضرورة استمرارية ووضوح مسارات الشبكة وتنوع أنماط الحركة. واعتبر أن عنصر الراحة يتحقق من خلال مراعاة العامل المناخي [17].
- في 1975: حددت منظمة "مشروع من أجل الفراغات العامة" Project for Public Spaces (PPS)، وهي منظمة تهتم بإنشاء الفراغات العامة والحفاظ عليها، عدة عوامل لاستدامة الفراغات العمرانية هي: تنوع الاستخدامات، الواجهات النشطة، تحقيق المقياس الإنساني لتمكين المشاة، الوصول الميسر والتجول الآمن للجميع، عكس للهوية المحلية، توفير المساحات الخضراء، تعزيز المشاركة الاجتماعية وتحفيز الاقتصاد المحلي [12].
- عام 1989 تضمنت مبادئ المعهد الملكي لتخطيط المدن في المملكة المتحدة فيما يتعلق بالفراغات العمرانية، الاستعمالات المختلطة، تشجيع المشاة وتحقيق الراحة والأمان لهم، تطبيق التعديلات على مقياس صغير [5].
- في 2016 أطلق مؤتمر الأمم المتحدة للإسكان والتنمية الحضرية المستدامة (الموئل الثالث) في كيتو بالإكوادور في تشرين الأول عام 2016 "الأجندة العمرانية الجديدة The New Urban Agenda" كرؤية مشتركة للتنمية العمرانية المستدامة. وتدعو هذه الأجندة إلى زيادة الأماكن العامة وتحسين وسائل النقل العام [38].
- في 2017: حددت الدراسات التي قدمتها منظمة (Metropolitan Open Space Network) أركان تخطيط الشبكة ذات بالحيوية: التوزع العادل، الوصول والاتصال، المرونة، الجودة، تنوع الفراغات وتدرجها الهرمي [31].

يعرض الجدول التالي، الجدول (1) النقاط المشتركة لسمات شبكة الفراغات العمرانية الحيوية المستدامة التي وردت ضمن الدراسات أعلاه، حيث يشير الرمز (+) لورود السمة ضمن الدراسة، بينما يشير الرمز (–) لعدم ورودها:

الجدول رقم (1): النقاط المشتركة بين الدراسات الواردة لتحديد سمات شبكة الفراغات العمرانية الحيوية المستدامة (الباحث)

			جين جاكوبس	نهج "صناعة المكان"	"بان جيل"	منظمة "مشروع من أجل الفراغات العامة" (PPS)	المعهد الملكي لتخطيط المدن، المملكة المتحدة	الأجندة العمرانية الجديدة–UN HABITAT	شبكة الفراغات العمرانية في المدن الكبرى	ميثاق "لايبزيغ" الجديد
سمات بشرية	ديموغرافي اجتماعي اقتصادي	تنوع الفئات الاجتماعية للمرتادين	+	+	+	+	+	+	+	+
		كثافة المرتادين	+	+	+	+	+	+	+	+
		امتداد زمن إشغال الفراغات	+	+	+	+	+	+	+	+
		تحفيز الاقتصاد المحلي	+	+	+	+	+	+	+	+
سمات عمرانية	سمات وظيفية	تنوع الاستعمالات	+	+	+	+	+	+	+	+
		تعدد نقاط الجذب	+	–	+	–	–	+	+	+
		الحفاظ على المباني القديمة	+	–	–	–	+	+	–	+
		تنوع أعمار المباني	–	+	+	+	–	+	+	–
		توفر عامل الراحة: عناصر خضراء، أركان جلوس، خدمات	+	+	+	+	+	+	+	+
		توفر عامل الأمان	–	+	–	–	–	+	+	+
	سمات فراغية	هرمية تدرج الشبكة	+	+	+	+	+	+	+	+
		تجزؤ الكتل العمرانية	–	+	+	–	+	+	+	+
		استمرارية الفراغات الحيوية	+	+	+	+	+	+	+	+
		سهولة الوصول	+	+	+	+	+	+	+	+
		تشجيع حركة المشاة	+	+	+	+	+	+	+	+
		تنوع وسائل التنقل	–	–	+	–	–	+	+	+
		التكيف والمرونة	–	+	+	+	+	+	+	+

يؤكد هذا الجدول على ضرورة أن تتمتع الشبكة المستدامة بحيوية ونشاط بشري يوظف مكوناتها لتحقيق مكاسب اجتماعية ويحفز نشاط اقتصادي متنوع يفيد جميع فئات المجتمع. كما يقدم هذا الجدول تصنيف لسمات الشبكة الحيوية التي تخدم أهداف الاستدامة ويضع هذه السمات ضمن فئتين رئيسيتين بشرية (اجتماعية واقتصادية) وعمرانية (وظيفية وفراغية).

4-2-2: الاستدامة والحيوية العمرانية، وشبكة الفراغات العمرانية في المدينة:

أكدت جميع الدراسات المدرجة في الفقرات السابقة أن الشبكة التي تحقق فراغاتها أفضل أداء مستدام من حيث البعد الاجتماعي– الاقتصادي في المدينة هي الشبكة التي تحتضن أكثف نشاط بشري وأكثره تنوعا وأطوله من حيث زمن الإشغال، لأنها الأكثر نجاحا في توظيف واستغلال هذه الفراغات [22]. إن اجتماع تحقق سمات النشاط البشري في مختلف مكونات الشبكة، والسمات العمرانية يخلق حالة عمرانية مكانية–زمانية تم وصفها في الدراسات العمرانية بـ"الحيوية العمرانية" [17].

عرفت الحيوية بالنسبة للفراغات العمرانية بأنها صفة مكانية "تنشأ من مجموعة متنوعة من الفرص التجارية والترفيهية، وعدد كثيف من المشاة غير المتجانسين اجتماعيًا" [19]، كما عرفت على أنها: تدفقات المشاة خلال يوم كامل، وعدد الأحداث والاحتفالات الثقافية على مدار العام، مما يعني كثافة نشاط بشري واجتماعي وتحفيز للنشاط الاقتصادي [33]. لذلك تعد الحيوية العمرانية قوة دافعة للتنمية العمرانية المستدامة وتؤثر على رفاهية سكانها [11]. وحددت الدراسات أهم

المبادئ التي يتطلب توفيرها في **شبكة الفراغات الحيوية عمرانيا** والتي تساهم في تحقيق أهم محاور الاستدامة بأنها بيئة قابلة للمشي، مخدومة، توفر الراحة والأمان والمتعة للمرتادين، متكاملة مع بنية تحتية عالية الأداء، حيث يعتبر الترابط والكثافة والحيوية العمرانية ووصول الإنسان الميسر للطبيعة واعتبرتها قيم أساسية للاستدامة العمرانية [34].

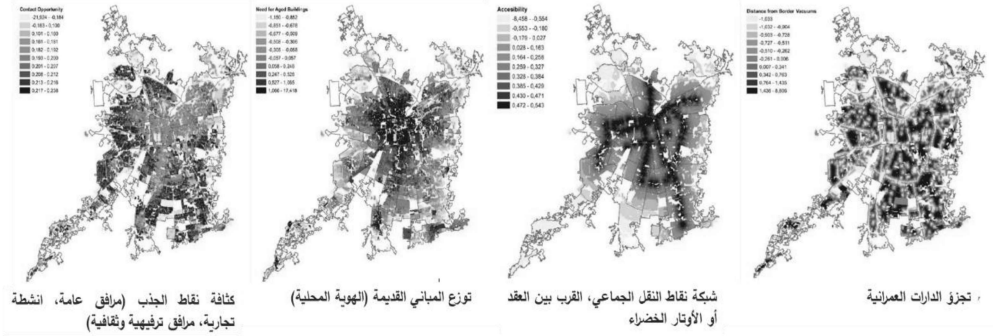
4. دراسات تطبيقية لتقييم شبكة الفراغات العمرانية الحيوية المحققة لمحاور الاستدامة العمرانية بالمدينة:

في هذا الجزء من البحث سيتم تقديم عدة دراسات من مدن مختلفة من العالم، تشترك فيما بينها بجمع وتطبيق مؤشرات تهدف لتقييم حيوية شبكة الفراغات العمرانية ضمن المدينة كمنطلق لتحقيق مختلف محاور الاستدامة العمرانية. ربطت جميع هذه الدراسات بين الاستدامة والحيوية العمرانية للمكونات المادية لشبكة الفراغات العمرانية بالمدينة.

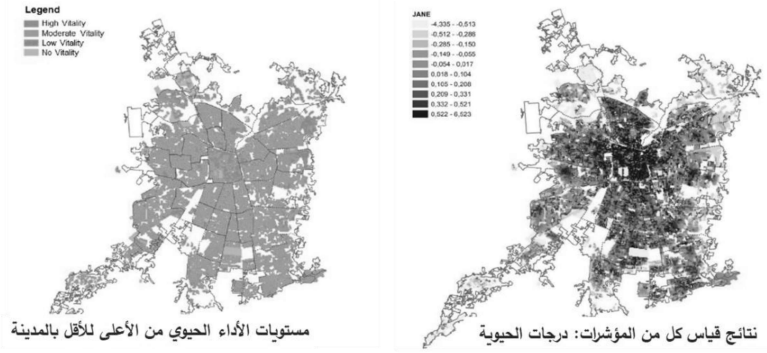
أ: الدراسة الأولى: تحليل مدينة سانتياغو دي تشيلي وفق مفهوم "جين جاكوبس" لمقومات الحيوية العمرانية في مدن أمريكا اللاتينية الكبرى [15]:

اهتمت هذه الدراسة بالعلاقة بين الشكل العمراني، والنشاط البشري بالاستناد لأفكار "جين جاكوبس" التي حددت المؤشرات التالية كدليل على حيوية شبكة الفراغات العمرانية بالمدينة: تنوع الاستعمالات، المحافظة على المباني القديمة، زيادة فرصة الاتصال (شبكة عالية التجزؤ)، سهولة الوصول، وتشجيع حركة المشاة، كشروط لتحقيق الحيوية العمرانية.

وبناء على هذه المؤشرات والمسح الميداني صنف البحث حيوية أحياء مدينة سانتياغو– تشيلي، ضمن أربع فئات تعكس التدرج الهرمي للحيوية العمرانية بالمدينة: حيوية عالية، معتدلة، منخفضة، وغير حيوية. النتائج أكدت على ارتفاع مؤشر الحيوية في المركز، بالإضافة لحيوية قطاعات الإسكان الاجتماعي الذي يتمتع بتنوع وظيفي عالي وكثافة سكانية فوق المتوسط وكثافة مكونات شبكة الفراغات، وارتباط متعدد مع شبكة النقل العام. الشكل (2) والشكل (3)

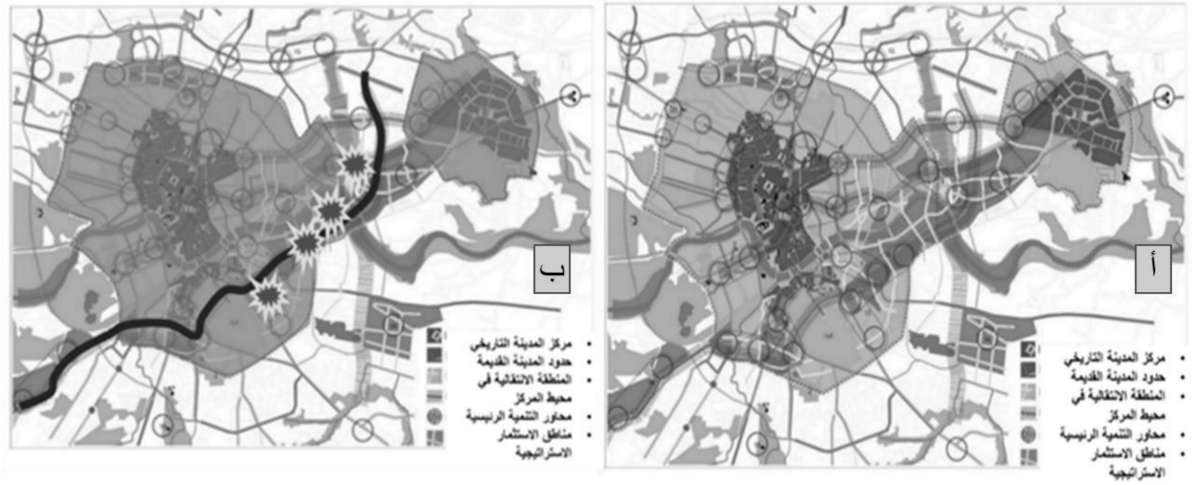


الشكل رقم (2): المؤشرات التي اعتمدت لتقييم درجات الحيوية العمرانية في مدينة "سانتياغو".المصدر [15]



الشكل رقم (3): قياس تدرج أداء الحيوية العمرانية في "سانتياغو دي تشيلي" بناء على مؤشرات جاكوبس. المصدر [15]

ب: الدراسة الثانية: عناصر تطوير الهيكل العمراني، قضايا تحديد الهوية والمعالم الحيوية– كراكوف حالة دراسية [24]:
درس هذا البحث التغيرات العمرانية التي شهدتها المنطقة المركزية في مدينة "كراكوف" البولونية، معتبرا أن تعزيز حيوية شبكة الفراغات العمرانية في مركز المدينة يتطلب خلق شبكة مترابطة ومستمرة تتوزع على كامل منطقة المركز. ولتحقيق ذلك فحص عدة مؤشرات هي: إمكانية الوصول عبر النقل الجماعي، وتنوع استخدام الأراضي، مستوى الجودة البيئية، والمحافظة المباني القديمة. وعليه تمكن البحث من تحديد شبكتين ضمن المنطقة المركزية للمدينة ترابطهما ضعيف جدا: الأولى هي الشبكة التجارية المركزية التي تحتضن أعلى نشاط بشري يومي والثانية هي شبكة المدينة القديمة التي تضم أهم نقاط الجذب مع توفر إمكانية الوصول وتنوع الاستعمالات (بالرغم من كونها لا تستقطب جميعها كثافة النشاط البشري ذاته). وكشف أن المنطقة الواقعة بين المركز التجاري والقسم القديم من المدينة لديها مكامن حيوية غير مستغلة. وخلص العمل لاقتراح أولوية دعم حيوية المحاور الرابطة بين الشبكات الجزئية النشطة مع الاهتمام بالربط بين ضفتي النهر، الشكل (4).



الشكل رقم (4): (أ) تحديد نطاقات النشاط البشري في المنطقة المركزية لمدينة "كراكوف" (المناطق المظللة باللون الرمادي)

(ب) كشف النقاط الحرجة في المحور الرئيسي الحيوي المقترح بمركز مدينة "كراكوف". المصدر [24].

هـ: الدراسة الثالثة: الأماكن العامة العمرانية الحيوية، تحليل اجتماعي– مكاني في شوارع مدينتين شمال قبرص [18]:
فحص هذا البحث محددات الحيوية العمرانية في شارعين رئيسيين في كل من مدينتي ستافاماغو وكيرينيا، شمال قبرص. ورصد أنواع المستخدمين وأنشطتهم وزمن الإشغال وامتداده. اعتمدت منهجية الدراسة النوعية على مسح الوثائق والملاحظات بالموقع وعلى المقابلات الميدانية لجمع البيانات. تم إجراء المقارنة المنهجية لشارعي "سلاميس" في مدينة "فاماغوستا" الشكل (5)، و"ضياء رزقي" في مدينة "كيرينيا" الشكل (6). نتيجة المقارنة أكدت أن وظيفة نقاط الجذب في كل من الشارعين هي حجر الأساس لاختلاف الفئات الاجتماعية التي ترتادهما، ولا سيما فئة السكان المحليين، مع التأكيد على أهمية استمرار زمن الإشغال وليس فقط عدد ساعاته لأن استمرار الإشغال يترافق مع كثافة وتنوع ارتياد أكبر.

(a) منظر عام لشارع "سالاميس"، (b) حركة طلاب الجامعة في الشارع نهارا، (c) الشارع ينبض بالحياة مساء

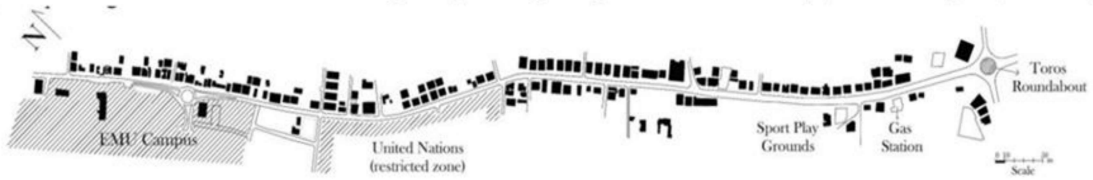


Fig. 2. Salamis Street مخطط شارع "سالاميس"

الشكل رقم (5): نمط النشاط في شارع "سالاميس" الذي تسيطر على وظائفه مباني الجامعة والمباني السكنية والخدمية المتنوعة. يرتاده مختلف فئات السكان ويستمر نشطا منذ الصباح الباكر وحتى نهاية ساعات المساء. المصدر [18]

Fig. 4. Ziya Rızkı Street, Kyrenia. مخطط شارع "ضياء رزقي"

(a)حركة نشطة بالشارع نهارا، (b) فئة العائلات هي أهم مرتادي الشارع نهارا، (c) الشارع مهجور مساء

الشكل رقم (6): نمط النشاط في شارع "ضياء رزقي" الذي يرتبط بمبنى البلدية، مما يجعله نشطا خلال النهار، وبمجموعة من النوادي الليلية التي تجعله نشطا خلال ساعات الليل من قبل السائحين فقط. المصدر [18]

الدراسة الرابعة: الدار البيضاء –المغرب: استراتيجية التطوير العمراني المستدام [35]

شمل هذا المشروع الحدود الإدارية لمدينة الدار البيضاء الكبرى في المغرب. وهدفه هو إعداد وتنفيذ استراتيجية تطوير عمراني مستدام يشمل حل المشكلات العمرانية الناجمة عن دعم تطوير الوظيفة الصناعية والمالية مقابل إهمال تطوير قطاعات السياحة وصناعة الحرف اليدوية. الأمر الذي أدى لمشكلات اجتماعية أهمها ارتفاع نسبة البطالة و مشكلات عمرانية منها انتشار المستوطنات المعزولة وغير الرسمية، وضعف أداء الفراغات العامة في جميع أنحائها. لذلك انطلقت الاستراتيجية من الجمع بين تحديث البنية التحتية للنقل العام وسهولة التنقل ضمن مختلف أجزاء الدار البيضاء الكبرى من جهة، وتعزيز حيوية وجاذبية الفراغات العامة لدعم الأداء الاجتماعي وتحسين الوظيفة السياحية والثقافية للمدينة (مثل

تطوير الواجهة البحرية المطلة على المحيط الأطلسي). تم تحديد الإطار الزمني لتنفيذ الاستراتيجية بالفترة بين 2015–2020 . وتمت صياغة استراتيجية تتكون من محورين [35] هما:

1. المحور الأول لاستراتيجية التنمية المستدامة: تحديث شبكة النقل العام لتغطي جميع أجزاء المدينة .
2. المحور الثاني للاستراتيجية: تعزيز حيوية الفراغات المفتوحة بالمدينة مثل: مناطق تسوق متنوعة، مناطق خضراء، فراغات ترفيهية، تطوير الواجهة البحرية المطلة على المحيط الأطلسي، وبحيث تتوزع هرميا ضمن منطقة المركز والمنطقة الصناعية والمناطق السكنية.

يقدم الجدول التالي، الجدول (2)، مقارنة بين المؤشرات التي اعتمدتها الدراسات المدرجة أعلاه كأمثلة عن حالات درسية تسعى لفحص الحيوية العمرانية ضمن مدن محددة للارتقاء بأداء شبكة الفراغات العمرانية باتجاه تحقيق الاستدامة العمرانية.

الجدول رقم (2): المؤشرات المعتمدة لفحص حيوية شبكة الفراغات العمرانية في الدراسات التطبيقية الواردة أعلاه (الباحث)

اسم وموقع الدراسة	حدود الدراسة	هدف الدراسة	المؤشرات التي خضعت مجموعة الفراغات العمرانية لها في الدراسة												
			مؤشرات بشرية للشبكة الحيوية					مؤشرات مادية للشبكة الحيوية							
			توزع الكثافة السكانية	تنوع فئات المرتادين	امتداد زمن الإشغال	الحفاظ على المباني القديمة	تحفيز الاقتصاد المحلي	تنوع الاستعمالات	تعدد نقاط الجذب	هرمية تدرج حيوية الفراغات	استمرار الفراغات الحيوية (الترابط والاستمرارية)	توفر العنصر الأخضر (الراحة والجذب)	تشجيع المشاة (المقياس الإنساني)	تنوع وسهولة الوصول (شمولية الفراغات)
استراتيجية التطوير العمراني المستدام للدار البيضاء الكبرى–المغرب	الحدود الإدارية للمدينة مع توسعها العمراني	تطوير عمراني مستدام بالاعتماد على تحديث النقل وتعزيز حيزية الفراغات المفتوحة	✓	•	•	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
شبكة الفراغات العمرانية في مدينة "ساتياغو- تشيلي"	الحدود المأهولة للمدينة	رصد حيوية شبكة الفراغات العمرانية بالمدينة وتوزعها الجغرافي	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
شبكة الفراغات العمرانية في مدينة "كراكوف-بولونيا"	منطقة مركز المدينة والمدينة القديمة	رصد حيوية شبكة الفراغات العمرانية بالمدينة وتوزعها الجغرافي	•	✓	✓	✓	✓	✓	✓	•	✓	✓	✓	✓
المحاور الحيوية الرئيسية لمدينتي ستافاماغو وكيرينيا- شمال قبرص	المحور الحيوي الرئيسي لكل من المدينتين	رصد حيوية شبكة الفراغات العمرانية بالمدينة وتوزعها الجغرافي	✓	✓	✓	•	✓	✓	✓	•	✓	✓	✓	✓

يوضح الجدول السابق اشتراك جميع الدراسات التي عرضت بتبني 7 مؤشرات وهي: مؤشر القدرة على تحفيز الاقتصاد المحلي واستمرار الفراغات الحيوية مكانيا، وتنوع الاستعمالات المرتبطة بها وتعدد نقاط الجذب وتوفر عامل الراحة والمقياس الإنساني (كالعنصر الأخضر) وسهولة الوصول وتنوع وسائله (مشاة، دراجات، نقل عام)

كما أنه يؤكد على أن النطاق الذي تستهدفه الدراسة وهدف الدراسة يؤثر بشكل كبير على المؤشرات التي يخضع لها فحص مجموعة الفراغات العمرانية فيها. مثلا في الدراسة التي تنولت الدار البيضاء الكبرى لم يتم التركيز على مؤشر الكثافة السكانية لأن الدراسة شملت مناطق توسع لم يتم بناؤها بعد، وفي دراسة مركز مدينة كراكوف لم يتم التركيز على الكثافة السكانية، وفي الدراسة التي تناولت المحاور الحيوية في مدينتين في قبرص الشمالية لم يتم التركيز على الحفاظ على المباني القديمة وكانت الأولوية لرصد كثافة وتنوع المرتادين وامتداد واستمرار ساعات الإشغال اليومي.

1. **نتائج الدراسة النظرية والتطبيقية:**

سعى البحث لتحديد سمات شبكة الفراغات العمرانية الحيوية كأساس داعم لتحقيق الاستدامة العمرانية، كما قدم لأهم المؤشرات المعتمدة لفحص استدامة شبكة الفراغات العمرانية انطلاقا من أدائها الحيوي.

1. شبكة الفراغات العمرانية المحققة لأهداف الاستدامة العمرانية هي الشبكة التي تؤدي دورها الاجتماعي كأماكن للقاء والتفاعل ودورها الاقتصادي كمحفز للأعمال وخلق فرص عمل وتعزيز لقيمة الأراضي. ويتم ذلك من خلال حيوية

الشبكة عمرانيا والتي تتسم فراغاتها بسمات بشرية محددة للمرتادين وسمات مادية أي وظيفية وفراغية وحركية للعقد والروابط. . تتلخص هذه السمات بالنقاط التالية:

- السمات البشرية لمرتادي الشبكة: وهي سمات اجتماعية واقتصادية أهمها: تنوع الفئات العمرية، توازن بين وجود الإناث والذكور، وتنوع مستويات الدخل للمرتادين وكثافة تدفقهم، وامتداد زمن إشغال الفراغ واستمرارية هذا الإشغال، وتنوع الأعمال واستقرار قيمة الممتلكات بالسوق.
- السمات المادية لمكونات الشبكة: أهمها وضوح مكونات الشبكة واستمرارها فراغيا، وتوزعها المتوازن ضمن أجزاء الجغرافيا العمرانية للمدينة، وكثافة هذه المكونات من عقد وروابط، وتنوع الاستعمالات والأنشطة ضمنها، وتحقيقها لعامل الراحة بما في ذلك توفر العنصر الأخضر، وتوفر عامل الأمان، بالإضافة لتوفر عامل سهولة الوصول وتنوع وسائله (مشاة، دراجات، نقل عام).

2. ينطلق تقييم أداء الشبكة الحيوي من رصد توزع النشاط البشري في الشبكة ويتم تحديد أهم مؤشرات الفحص تبعا لمشكلة وهدف الدراسة.
3. يمكن تلخيص مؤشرات فحص الحيوية العمرانية لشبكة الفراغات العمرانية في المدينة بالمؤشرات التالية:

- فراغيا: مؤشر ترابط واستمرار الفراغات الحيوية بالشبكة، مؤشر تعدد نقاط الدخول وتقاربها، مؤشر ارتفاع التجزؤ العمراني الذي يسمح بأطول واجهات عمرانية نشطة، مؤشر متوسط طول الرابط بحيث يتناسب مع المقياس الإنساني للحركة (حوالي 400 متر طولي)
- وظيفيا: تحقق مؤشر التنوع والتكامل الوظيفي، مؤشر ارتفاع كثافة نقاط الجذب، مؤشر تنوع أعمار المباني والحفاظ على الهياكل التراثية، مدى توفر أركان استراحة والخدمات المجانية للمرتادين، تحقق عوامل الحماية من عوامل المناخ، توفر عامل الأمان من خلال السيطرة على معدلات الحوادث المزعجة والخطيرة.
- الوصول والتنقل: تحقق عدد مناسب من نقاط توقف النقل العام ومتوسط البعد بينها والتأكد من تواتر كافي للرحلات، وتحقق تنوع وسائل الوصول (مشاة، دراجات، نقل عام).

4. الخاتمة:

تعتبر شبكة الفراغات العمرانية من أهم الأدوات التي يمكن للمدينة من خلالها تحقيق إنجازات هامة على صعيد الاستدامة بمحاورها الاجتماعية والاقتصادية والبيئية. قدم هذا البحث طيف متنوع من الدراسات النظرية والتطبيقية التي انطلقت من ربط المكونات المختلفة لشبكة الفراغات العمرانية مع تحقيق الاستدامة العمرانية. تطرقت هذه الدراسات لأبحاث متنوعة متعلقة بمواضيع الشكل العمراني والتبدلات والخصائص العمرانية لشبكة الفراغات العمرانية بالمدينة وعلاقتها بتحقيق "الحيوية العمرانية، وكيفية تحليل شبكة الفراغات العمرانية انطلاقا من تحقيقها لسمات النشاط البشري. وذلك بهدف تحقيق الاستدامة العمرانية بالمدينة من خلال الدور الاجتماعي–الاقتصادي الذي تقدمه هذه الشبكة. وتم استخلاص النتائج المرتبطة مباشرة بهدف البحث ومشكلته.

لاحظ البحث قلة الأبحاث التي ركزت على مدن المنطقة العربية والتي تناولت دور الفراغات العمرانية بالمدينة كشبكة وليس كمكونات مستقلة. وبالرغم من توصل البحث لتحديد أهم المؤشرات التي يمكن من خلالها تقييم أداء شبكة الفراغات العمرانية بالمدينة إلا أن هناك إضافات أخرى لا بد من ملاحظتها تتعلق بالعامل المحلي (الموقع، الثقافة، التراث، الاقتصاد)، مما يدفع بضرورة العمل على دراسات تتناول مدن عربية وتفحص فراغاتها العمرانية كشبكة وتحدد مواقع الضعف والقوة في هذه الشبكة وسبل معالجتها.

المراجع العربية:

1. الكرعاوي، فؤاد عبد الهلال الجبوري السيد حيدر، عمر، مضر خليل، "الاستدامة العمرانية والاستدامة الاجتماعية: وجهي عملة واحدة" https://www.muthar-alomar.com/
2. عواد، أحمد عواد جمعة، 2011 "منظومة الفراغات العمرانية داخل المناطق السكنية بالمدن الجديدة في إطار الحقوق الخمسة للإنسان" رسالة مقدمة لنيل درجة دكتوراه الفلسفة في الهندسة المعمارية، جامعة بنها، كلية الهندسة-شبرا، قسم الهندسة المعمارية. Author: عواد، أحمد عواد جمعة Title: /.منظومة الفراغات العمرانية في المدينة المصرية / (eulc.edu.eg)
3. جبور، زهير/ بركات، حسام/ الجندلي، بهجت/ العساف، صفوان: كتاب نظريات تخطيط المدن، منشورات جامعة البعث، عام 2000
4. عبد الهادي، سحر إسماعيل محمد، 2018 ""الابعاد الاجتماعية والتكنولوجية وتأثيرها على تشكيل الفراغات العمرانية بالمدن (دراسة حالة الفراغات العمرانية بالإسكان الحكومي)".
Journal of Urban Research Article 3, Volume 28, Issue 1, April 2018, Page 34-51
DOI:10.21608/jur.2018.87925
5. يوسف عبد الحكيم السيد محمد يوسف، "نمط منظومة الفراغات العمرانية ومسارات المشاة كأحد عناصر التصميم العمراني في ضوء اتجاهات العمران الحديث". مجلة "باحث" العدد 1(1): 1-12، ابريل 2018
DOI:10.21625/baheth.v1i1.212.g105

English references:

6. Aga, E., 2010 “Networks of public open spaces in the urban fabric”, School of Rural and Surveying Engineering, National Technical University of Athens, Greece. (PDF) Networks of public open spaces in the urban fabric (researchgate.net)
7. Aydin Ozdemir, 2007 “Urban Sustainability and Open Space Networks”. Journal of Applied Sciences, 7: 3713-3720. DOI: 10.3923/jas.2007.3713.3720
8. Bansard, Jennifer, 2022 “STILL ONLY ONE EARTH: Lessons from 50 years of UN sustainable development policy: Pathways to Sustainable Cities”, International Institute for Sustainable Development, POLICY BRIEF #37, April 2022. Still Only One Earth: Lessons from 50 years of UN sustainable development policy | International Institute for Sustainable Development (iisd.org)
9. Carmona, Matthew & Heath, Tim & Tiesdell, Steven, 2003 “public places urban spaces”, Gillingham, Kent, UK Printed and bound in Great Britain Public Places Urban Spaces | The Dimensions of Urban Design | Matthew (taylorfrancis.com)
10. Crawford, J. H., 2005 "A Brief History of Urban Form Street Layout Through the Ages”, First published on Carfree.com December 2005. via Carfree Cities. Carfree Cities: Articles: A Brief History of Urban Form: J.H. Crawford
11. Crawford, K.A. (2019). Rethinking Approaches for the Study of Urban Movement at Ostia. In: Verhagen, P., Joyce, J., Groenhuijzen, M.R. (eds) Finding the Limits of

the *Limes*. Computational Social Sciences. Springer, Cham. Rethinking Approaches for the Study of Urban Movement at Ostia | SpringerLink

12. Delconte, John D., *"Place Vibrancy and its Measurement: Construct Development, Scale Development, and Field Study of its Relationship to Planning Interventions for Three Villages in the Town of Montague, Massachusetts"* (2020). Doctoral Dissertations. 2005. https://scholarworks.umass.edu/dissertations_2/2005

13. Elewa, Ahmed Khaled Ahmed, "*Flexible Public Spaces through Spatial Urban Interventions, Towards Resilient Cities*". European Journal of Sustainable Development 2019, Flexible Public Spaces through Spatial Urban Interventions, Towards Resilient Cities | Request PDF (researchgate.net)

14. Francini, M., Chimirri, R., Palermo, A., & Viapiana, M. F. (2017). Between Community Spaces: Squares of Minor Centers of Calabria. Tema. Journal of Land Use, Mobility and Environment, 10 (2), 157-178. Doi: http://dx.doi.org/10.6092/1970-9870/5087

15. Flores, Monica. "Santiago de Chile through the Eyes of Jane Jacobs. Analysis of the Conditions for Urban Vitality in a Latin American Metropolis" Land 2020, 9, 498; (PDF) Santiago de Chile through the Eyes of Jane Jacobs. Analysis of the Conditions for Urban Vitality in a Latin American Metropolis (researchgate.net)

16. Gaete, Constanza Martínez, 2016 " Jan Gehl's 5 Rules for Designing Great Cities" | Arch Daily, Published on December 16, 2016. Arch-Daily. Jan Gehl's 5 Rules for Designing Great Cities | ArchDaily

17. Ghel, Jan, 2011 "LIFE BETWEEN BUILDINGS, Using Public Space", Washington | Covelo | London, 2011. Life Between Buildings: Using Public Space | Urban Design Library | Urban Design Group (udg.org.uk)

18. *Jalaladdini, Siavash & Oktay, Derya, 2012, Urban Public Spaces and Vitality: A Socio-Spatial Analysis in the Streets of Cypriot Towns, Procedia - Social and Behavioral Sciences Volume 35, 2012, Pages 664-674. Full article: Making post-war urban neighbourhoods healthier: involving residents' perspectives in selecting locations for health promoting urban redesign interventions (tandfonline.com)*

19. Kostas Mouratidisa,* , Wouter Poortinga, Built environment, urban vitality and social cohesion: Do vibrant neighborhoods foster strong communities? Landscape and Urban Planning journal 204 (2020) 103951, www.elsevier.com/locate/landurbplan

20. Laurence Pattacini (2021) Defining public open spaces: an investigation framework to inform planning and design decision-making processes, Landscape Research, 46:5, 653-672, https://doi.org/10.1080/01426397.2021.1881947
21. Levine, Neil, "The Urbanism of Frank Lloyd Wright"- Academia.edu. (PDF) The Urbanism of Frank Lloyd Wright | neil levine - Academia.edu
22. Li, Mimi, "Urban Regeneration Through Public Space: A Case Study in Squares in Dalian, China". A thesis presented to the University of Waterloo, in fulfillment of the thesis requirement for the degree of Master of Arts in Geography, Waterloo, Ontario, 3Canada, 2003. Urban Regeneration through Public Space: A Case Study in Squares in Dalian, China | Semantic Scholar
23. Ning Xu, Jianguo Wang, and Wei Wang,2019 Revealing Urban Public Space Patterns trough Quantitative Comparison between the Old City of Nanjing and Zurich. (PDF) Revealing Urban Public Space Patterns through Quantitative Comparison between the Old City of Nanjing and Zurich (researchgate.net)
24. Ogrodnik, Daniel, "Nodes and Corridors of Metropolitan Structure Development. Identification and Parametrization, Issues on Example of Krakow", IOP Conf. Ser.: Mater. Sci. Eng. 471 112045. 2019. http://dx.doi.org/10.1088/1757-899X/471/11/112045
25. Oyon, Jose Luis, 2019, "El espacio como variable explicativa: una nueva historia urbana del París obrero pre-haussmanniano", https://www.academia.edu/72883857/El_espacio_como_variable_explicativa_una_nueva_historia_urbana_del_Par%C3%ADs_obrero_pre_haussmanniano
26. Pinto, Ana Júlia & Antoni Remesar,2015 " URBAN COHESION: A PUBLIC SPACE NETWORK ASSESSMENT", vol.39.nr2, 20th July 2015 ISBN 1139-7365. (PDF) URBAN COHESION: A PUBLIC SPACE NETWORK ASSESSMENT (researchgate.net)
27. Russo, Alessio and Cirella, Giuseppe T., 2018 "Modern Compact Cities: How Much Greenery Do We Need? International Journal of Environmental Research and Public Health (IJRPH) 15(2180) DOI:10.3390/ijerph15102180 License CC BY 4.0
28. Salat, S., 2010, The Art of Medieval Sustainable Design: The case of Toledo. SB10mad: Sustainable Building Conference, pp. 1-14, 2010. The Art of Medieval Sustainable Urban Design: The case of Toledo - Medievalists.net
29. Salingaros, Nikos A., 2008, "Connecting the Fractal Coast". Università degli Studi Mediterranea di Reggio Calabria, Italy, 22 September 2008. (PDF) Connecting the Fractal City (researchgate.net)

30. Singhal, Meenakshi ,"Neighborhood Unit and its Conceptualization in the Contemporary Urban Context" in the ITPI Journal. Vol 8, No 3, July–Sept 2011. pp 81–87. (PDF) "Neighborhood Unit and its Conceptualization in the Contemporary Urban Context" in the ITPI Journal. Vol 8, No 3, July–Sept 2011. pp 81–87. (researchgate.net)
31. Victorian Planning Authority, 2017 "Metropolitan Open Space Network", Provision and Distribution, June 2017, vpa.vic.gov.au/wp–content/uploads/2018/02/Open–Space–Network–Provision–and–Distribution–Reduced–Size.pdf
32. Wheeler, Stephan M., 2004 – "Planning for Sustainability Creating livable, equitable, and ecological communities" (page 34 of 289). This edition published in the Taylor & Francis e–Library, 2004– 270 Madison Ave, New York NY 10016. (6) Planning for Sustainability Creating livable, equitable, and ecological communities | ALI ALSHAHIBI – Academia.edu
33. Yue, Wenze, Yang Chen, Qun Zhang, and Yong Liu. 2019. "Spatial Explicit Assessment of Urban Vitality Using Multi–Source Data: A Case of Shanghai, China" Sustainability 11, no. 3: 638. https://doi.org/10.3390/su11030638
International Org. Reports references
34. تقرير UN HABITAT (أهداف الاستدامة الهدف 11 الفقرة 7) المدن والمستوطنات البشرية المستدامة | Department of Economic and Social Affairs (un.org)
35. CITY–WIDE PUBLIC SPACE STRATEGIES A COMPENDIUM OF INSPIRING PRACTICES 2019. United Nations Human Settlements Programme (UN–Habitat) PO Box 20020, Nairobi 00100, +254 20 762 3120. www.unhabitat.org
36. Global Public Space Toolkit :From Global Principles to Local Policies and Practice 2015 Global Public Space Toolkit: From Global Principles to Local Policies and Practice | UN–Habitat (unhabitat.org)
37. PUBLIC SPACE, Module 6, UN–Habitat, March 2018. archive.unescwa.org/sites/www.unescwa.org/files/u593/module_6_public_space_edited_23–03–2018.pdf
38. SDG indicator metadata, UN–Habitat, March 2021, (Harmonized metadata template – format version 1.0). unhabitat.org/sites/default/files/2022/08/sdg_indicator_metadata–1.4.1.pdf

تأثير الرش الورقي بالبوتاسيوم والبورون في بعض الصفات النوعية للشوندر السكري (*Beta vulgaris* L.) تحت ظروف الإجهاد الجفافي في منطقة الغاب

مروه حسن* أ.د.نزيه رقيه** د. منال عثمان***

(الإيداع: 20 كانون الأول 2024، القبول: 20 كانون الثاني 2025)

الملخص:

نفذ البحث في مركز بحوث الغاب التابع للهيئة العامة للبحوث العلمية الزراعية خلال الموسم الزراعي 2023، لدراسة تأثير الرش الورقي بالبورون والبوتاسيوم في إنتاجية وبعض الصفات النوعية للشوندر السكري (*Beta vulgaris* L.) المعرض للإجهاد الجفافي خلال مرحلة النمو الخضري النشط إضافة إلى شاهد مروي طيلة موسم النمو. صممت التجربة وفق تصميم القطع المنشقة لمرة واحدة وبثلاثة مكررات، حيث شغلت معاملات الاجهاد الجفافي والشاهد المروي القطع الرئيسة ومعاملات الرش بالبورون والبوتاسيوم (شاهد بدون رش، B، K وBK) القطع المنشقة. تم رش النباتات ثلاث مرات بعد 40، 60 و90 يوماً من الزراعة. شملت التجربة بالإضافة إلى دراسة مردود السكر النظري والفعلي بعض الصفات النوعية (النقاوة، استقطاب العجينة %، استقطاب العصير%، نسبة المادة الجافة في العصير %). أظهرت نتائج التحليل الإحصائي تفوق معاملة الرش بمزيج من البوتاسيوم والبورون في معاملات الري الكامل أو في معاملات الإجهاد الجفافي على باقي المعاملات الرش بكل من البوتاسيوم والبورون على انفراد وعلى الشاهد في مردود السكر النظري والفعلي واستقطاب العجينة ونقاوة العصير ومحتوى المادة الجافة في العصير، كما لاحظنا تفوق الرش الورقي بالبوتاسيوم على الرش الورقي بالبورون في غالبية الصفات في حين كان واضحا تفوق الرش الورقي بالبورون أو البوتاسيوم أو بمزيج منهما على الشاهد. خلصت الدراسة إلى إبراز أهمية الرش الورقي بالبوتاسيوم والبورون في التخفيف من الأثار السلبية للإجهاد الجفافي على إنتاجية والصفات النوعية للشوندر السكري.

الكلمات المفتاحية: الشوندر السكري، الرش الورقي، الإجهاد الجفافي، البوتاسيوم، البورون.

*طالبة ماجستير – مهندسة زراعية – مركز البحوث العلمية الزراعية – الغاب

**كلية الهندسة الزراعية – جامعة تشرين

***باحثة في الهيئة العامة للبحوث العلمية الزراعية – دمشق

Effect of Foliar Application of Boron and Potassium on productivity Traits of Sugar Beet (*Beta Vulgaris* L.) Under Drought Stress in Al Ghab Region

Marwa Hassan* **Nazih Rkieh**** **Manal Othman*****

(Received: 20 December 2024, Accepted: 20 January 2025)

Abstract:

The research was carried out during 2023growing season at Agricultural Research Center of AlGhab, GCSAR, Syrian, in order to study the effect of foliar application of boron and potassium on productivity and some quality traits of sugar beet (*Beta vulgaris* L.) under drought stress during active vegetative growth phase compare to an irrigated control. The experiment designed according to the split plot design with three replicates, the main plots were allocated to drought stress and irrigated control treatments, while subplot were occupied with foliar spraying treatments (control, B, K and BK). Plants were sprayed three times at 40,60,90 days from sowing. The study included in addition to studying theoretical and extractable sugar yield per hectare many qualitative traits (theoretical sugar yield per hectare, extractable sugar yield per hectare, purity %, dough polarity %, juice polarity %, total soluble solids (Brix%). The results of statistical analysis showed that the foliar spraying of BK under both drought and full irrigation conditions was superior to all other treatments in (theoretical and extractable sugar yield, dough polarity, juice purity, and dry matter content in the juice), The obtained results also showed that the spraying of K surpassed spraying of B in most studied characteristics, while the spraying of K, B, BK was superior to control. The study concluded by highlighting the importance of foliar application of boron and potassium in reducing the negative effects of drought stress on the productivity and quality traits of sugar beet.

Keywords: Sugar beet, Foliar spraying, Drought stress, Potassium, Boron.

*Master's Student - Agricultural Engineer - Agricultural Scientific Research Center – Al-Ghab

**Faculty of Agricultural Engineering - Tishreen University

***Researcher at GCSAR, Damascus, Syria. (co-supervisor).

المقدمة والدراسة المرجعية:

ينتمي الشوندر السكري (*Beta vulgaris* L.) إلى العائلة السرمقية Chenopodiaceae التي تضم حوالي 1400 نوع و105 أجناس موزعة على أنحاء العالم Brar وأخرون (2015) ويُعد ثاني أهم المحاصيل السكرية بعد قصب السكر (*Saccharum officinarum* L.)، حيث يؤمن حوالي 20% من كمية السكر المنتجة عالمياً ويأتي الباقي من قصب السكر Monteiroوأخرون (2018) يحتوي جذر الشوندر السكري على نسبة عالية من السكروز (14–20%) Paul وأخرون (2018) يوفر المادة الخام الأساسية لإنتاج السكر، حيث ان هذه النسبة تعتمد على عدة عوامل كالصنف المزروع والظروف البيئية ونضج المحصول ، كما يُسهم الشوندر السكري في تأمين المولاس اللازم لصناعة الخميرة والكحول والكثير من المنتجات الثانوية الأخرى Senecal,. and Leach,. (2019)كذلك يُستخدم الشوندر السكري في إنتاج مادة علفية جيدة للحيوانات وفي إنتاج الوقود الحيوي Cosynوأخرون (2011) بلغت المساحة المزروعة بمحصول الشوندر السكري عالمياً 4.63 مليون هكتار، والإنتاج نحو 264.56 مليون طن/هكتار (FAO, 2020).

التغذية الورقية Foliar application هي عملية رش المحاليل المغذية على المجموع الخضري بتركيز يؤمن أقصى إفادة مع عدم حدوث ضرر في النبات ويتطلب توخي الدقة في تحديد التركيز المناسب ولاسيما لبعض العناصر المغذية الصغرى إذ قد يكون المدى ضيقاً بين حدي الاكتفاء والسمية (جاسم وآخرون، 2014). أشارت الأبحاث إلى دور التغذية الورقية في ضمان دخول العنصر المغذي إلى النبات ومن ثم في أيض الانسجة النباتية مباشرةً مما يقلل من استهلاك الطاقة اللازمة لانتقال الأيونات ضمن النبات فضلاً عن توفيرها الكثير من الجهد والوقت لتميزها بإمكانية خلط الأسمدة مع المبيدات ومنظمات النمو Raziyeh وأخرون (2013).

يُزرع الشوندر السكري في المناطق الجافة والمناطق متوسطية المناخ بشكل مروي، حيث يحتاج إلى عدد من الريات حتى يكمل نموه بصورةٍ طبيعية حتى النضج، ويؤثر الإجهاد المائي بشكل كبير في نمو وإنتاجية الشوندر السكري، حيث يُعدَّ أحد العوامل الرئيسية المسببة لتراجع غلته حتى تحت ظروف الزراعة المروية Abu-Ellail and El-Mansoub(2020)

يؤثر البورون بشكل كبير على الصفات النوعية للشوندر السكري وقد وجد Bithy وآخرون (2020) أنّ الرش ثلاث مرات بعد 40 و65 و90 يوماً من الزراعة بتركيز 150 ppm هو الأكثر فاعلية لزيادة محصول الشوندر السكري وتحسين نوعية العصير. كما وجد Shritinnahar آخرون (2020) أنّ الرش الورقي بالبورون حتى مستوى 150 ppm أدى إلى زيادة معنوية في صفات النمو لنباتات الشوندر السكري ونسبة السكروز ونقاوة العصير والمردود الجذري.

يعد البوتاسيوم واحداً من العناصر الغذائية الكبرى المهمة لنمو النبات إلى جانب النتروجين والفوسفور (Fageria, 2016) يلعب البوتاسيوم دورا مهما في تنظيم العمليات الفسيولوجية من حيث تنشيط الإنزيمات وتنظيم فتح وغلق الثغور ويتحكم في حركة الماء داخل وخارج خلايا الثغور، مما يساعد في تقليل فقد الماء (التبخر) وتعزيز كفاءة استخدام الماء. وتحسين جودة المحصول وزيادة الإنتاجية. و زيادة مقاومة الإجهاد بأشكاله المائي والحراري والمرضي. كما له دور كبير في دعم النمو والتطور وتحسين كفاءة التمثيل الضوئي. (Marschner, 2012). وجد Ali وآخرون (2019) أنّ رش نباتات الشوندر السكري بسيليكات البوتاسيوم أدى إلى تخفيف الآثار السلبية لإجهاد الجفاف وزيادة كفاءة استعمال السماد، وبالتالي يمكن أن يوفر في كمية السماد المضافة للنبات. أدى الرش الورقي بـ B و K إلى تحسين الخصائص المورفولوجية والفيزيولوجية والكمية والنوعية للشوندر السكري وتقليل الآثار الضارة لإجهاد الجفاف Yadollahiوأخرون (2021).

مبررات البحث Research Justifications يعتبر الإجهاد الجفافي أحد العوامل التي تحدّ من نمو وإنتاجية المحاصيل الحقلية، ومع تزايد انخفاض موارد المياه عام بعد أخر في الجمهورية العربية السورية أو في غيرها من البلدان فإنه يتوجب بذل جهود كبيرة لتحسين إدارة المياه في النظم الزراعية المختلفة، ومن هنا يأتي دور العناصر الغذائية في مساعدة النبات لمقاومة الإجهاد الجفافي، فالبوتاسيوم يلعب دوراً هاماً في تنظيم الضغط الأسموزي للخلية النباتية من خلال الحفاظ على القدرة العالية للخلية على الاحتفاظ بالماء، وإنّ نقص البوتاسيوم في ظروف الري الجيد قد يشجع فتح الثغور ويعزز النتح. ويتحكم البورون في سرعة امتصاص النبات للماء، كما وأنه يزيد من مقاومة النبات للجفاف.

وقد انتشرت في السنوات الأخيرة إضافة الأسمدة رشاً على المجموع الخضري لمزاياها العديدة لعدم تأثيرها سلباً على البيئة ولا تتأثر بقلوية التربة أو درجة حموضتها، وتتمتع هذه الطريقة بقدرتها السريعة لمعالجة النقص في العناصر المغذية وهي أقل كلفة مقارنة بالتسميد الأرضي ولذلك تم تصميم هذا البحث.

أهداف البحث Research Objectives

1– دراسة تأثير الرش الورقي بمستويات مختلفة من البوتاسيوم والبورون ومزيجهما على تحسين النمو وبعض الصفات الكمية والنوعية تحت ظروف الإجهاد الجفافي.

2– تقييم كفاءة البوتاسيوم والبورون في تخفيف تأثيرات الجفاف وتحديد التراكيز المثلى لتحسين جودة وإنتاجية محصول الشوندر السكري.

مواد البحث وطرائقه Material and methods

2_1_موقع تنفيذ التجربة Site of experimentation: نفذ البحث في مركز بحوث الغاب التابع للهيئة العامة للبحوث العلمية الزراعية، خلال الموسم الزراعي2023. يقع المركز في منتصف سهل الغاب على خط عرض 35.23 وخط طول36.19، يرتفع عن سطح البحر 174 م، يبلغ معدل الهطول المطري فيه (674) مم ويبين الجدول (1) بعض المعطيات المناخية خلال موسم الزراعة لعام 2023.

الجدول رقم (1): المعطيات المناخية خلال موسم زراعة الشوندر السكري 2023.

الشهر	الحرارة العظمى	الحرارة الصغرى	معدل الحرارة اليومي	الأمطار/ملم
أذار	19.5	10.8	15.15	2.3
نيسان	21.3	14.4	17.85	1.1
أيار	26.3	10.9	18.6	0
حزيران	29.3	17.8	23.55	0
تموز	35.3	24.2	29.75	0
أب	35.9	20.6	28.25	0

المصدر: المديرية العامة للأرصاد الجوية.

المادة النباتية Plant material: أجريت التجربة على صنف الشوندر السكري المتعدد الأجنة Milkos (مصدره الهيئة العامة البحوث العلمية الزراعية) المستورد من هولندا متوسط إنتاجه الجذري 60 طن/هـ ومتوسط ناتج السكر الفعلي 8,05 طن/هـ.

طريقة الزراعةPlanting method : تمّت فلاحة التربة فلاحة أولى خريفية عميقة (بعمق 25 سم) باستعمال المحراث المطرحي، تلتها فلاحة على عمق 20 سم باستعمال المحراث القرصي، ثمُّ تمّ تنعيم التربة باستعمال الكالتفاتور، تم إضافة الأسمدة المعدنية بناءً على نتائج تحليل التربة وحسب توصيات وزارة الزراعة والإصلاح الزراعي حيث تمّ إضافة السماد المعدني (يوريا 46%) على دفعتين متساويتين نصف الكمية أضيفت قبل الزراعة والنصف الثاني أضيف بعد التفريد مع مراعاة الري مباشرة بعد الإضافة (يضاف السماد تكبيشاً بجانب كل نبات)، وبالنسبة للأسمدة الفوسفورية (سوبر فوسفات ثلاثي 46%) تضاف دفعة واحدة عند الزراعة. التوصية السمادية لمحصول الشوندر السكري للعروة الربيعية (20 وحدة آزوت نقي/دونم، 16 وحدة فوسفور نقي/دونم). تمت الزراعة يدوياً في عروة ربيعية بتاريخ 2023/3/23 وذلك بواقع أربعة خطوط لكل قطعة تجريبية، طول الخط 7 م، المسافة بين الخط والآخر 50 سم، وبين النبات والآخر على نفس الخط 20 سم، وطمرت البذور على عمق 3_4سم. ويبين الجدول (2) التحليل الكيميائي والميكانيكي لتربة الموقع

الجدول رقم (2): التحليل الكيميائي والميكانيكي لتربة موقع الزراعة.

العمق (سم)	المادة العضوية %	N	P	K	B	التحليل الميكانيكي للتربة			EC mS/cm	pH	CaCO3 %
		Ppm				رمل%	سلت%	طين%			
30-0	3.2	12.6	31.3	270	0.21	41	10	48	0.3	7.3	29.02
60-30	3.02	12.3	27	250	0.19	34	8	48	0.4	7.3	22.8

المرجع: إدارة بحوث الموارد الطبيعية في GCSAR.

المعاملات المدروسة Investigated treatments

1- **معاملة الإجهاد الجفافي Drought Stress (DS)**

تمّ تعريض النباتات للإجهاد الجفافي، وذلك بإيقاف عملية الري عن القطع التجريبية المخصصة لدراسة الإجهاد الجفافي عند وصول النبات لمرحلة النمو الخضري النشط 6-8 أوراق لمدّة ثلاثين يوماً، في حين تمّ ري المعاملات الأخرى بشكل دوري بالراحة خلال كامل مراحل النمو من الإنبات وحتى اكتمال النضج حسب احتياجات المحصول المائية. وتم ترك مسافة 3 م بين الري الدوري وباقي المعاملات لمنع رشح المياه إلى معاملات الإجهاد الجفافي.

2- معاملات الرش الورقي Foliar application

تمُّ الرش ثلاث مرات بعد 40 و60 و90 يوماً من الزراعة. وتتضمن معاملات الرش ما يلي:

- معاملة الشاهد تمّ رش الشاهد بالماء المستخدم في المعاملات الأخرى للتقليل من قيمة الخطأ التجريبي وتمّ الرش بالماء فقط في حالتي الاجهاد الجفافي وفي حالة الري الدوري (المعاملتين 1 و5).

-الرش الورقي بالبوتاسيوم K تركيز 2.5غ/ ل عند الاجهاد الجفافي وعند الري الدوري (المعاملتين 2 و6).

-الرش الورقي بالبورون B تركيز 0.05غ/ ل عند الاجهاد الجفافي وعند الري الدوري (المعاملتين 3 و7).

- معاملة الرش الورقي بمزيج من البوتاسيوم والبورون0.05 غ B/ ل + 2.5 غ K/ ل عند الاجهاد الجفافي وعند الري الدوري (المعاملتين 4 و8).

تصميم التجربة والتحليل الإحصائي Experimental design and statistical analysis

صممت التجربة وفق تصميم القطع المنشقة لمرة واحدة وبثلاثة مكررات، حيث شغلت معاملات الاجهاد الجفافي والشاهد المروي القطع الرئيسة ومعاملات الرش بالبورون والبوتاسيوم (شاهد بدون رش، B، K وBK) القطع المنشقة، وتمَ تبويب

البيانات وتحليلها باستخدام برنامج التحليل الإحصائي (Genestst .12) لحساب قيم أقل فرق معنوي (LSD) عند مستوى المعنوية 5% بين المتغيرات المدروسة، وحساب قيم معامل التباين (CV%). نبين فيما يلي معاملات التجربة:

رقم المعاملة	طبيعة الري	معاملات الرش
1	إجهاد جفافي	شاهد
2	إجهاد جفافي	رش ورقي بالبوتاسيوم K
3	إجهاد جفافي	رش ورقي بالبورون B
4	إجهاد جفافي	رش ورقي بالبوتاسيوم والبورون k+B
5	ري دوري	شاهد
6	ري دوري	رش ورقي بالبوتاسيوم K
7	ري دوري	رش ورقي بالبورون B
8	ري دوري	رش ورقي بالبوتاسيوم والبورون k+B

المؤشرات المدروسة Investigated traits :

- **ناتج السكر النظري:** ويحسب ناتج السكر النظري (طن/ هكتار) من المعادلة:

$$\text{ناتج السكر النظري (طن/هكتار)} = \frac{\text{المردود الجذري طن/هـ} \times \text{نسبة السكر\% في العجينة}}{100}$$

- **ناتج السكر الفعلي (طن/هـ):** تمّ حساب ناتج السكر الفعلي بتطبيق المعادلة التالية:

$$\text{ناتج السكر الفعلي (طن/هكتار)} = \frac{\text{ناتج السكر النظري طن/هـ} \times \text{نسبة النقاوة\%}}{100}$$

- **نسبة المواد الصلبة الذائبة في العصير % (TSS):** تمّ تقديرها باستعمال جهاز الرفراكتوميتر (AOAC, 2000) Refractomet.

نسبة السكروز في الجذور (%): تمّ تقدير نسبة السكروز في عجينة الجذور باستعمال جهاز السكاريميتر (Sacharimeter) وذلك تبعاً لطريقة Le–Docte. 1927.

- **نسبة النقاوة (%):** تم حسابها تبعاً لطريقة Carruthers and Oldfield 1961 كالآتي

$$\text{نسبة النقاوة \%} = \frac{\text{نسبة السكر في العصير} * 100}{\text{TSS}}$$

- **نسبة السكر في العصير (%):** تم تحديد نسبة السكر في العصير باستعمال جهاز السكاريمتر.

النتائج والمناقشة Results and discussion :

تأثير معاملات التجربة على إنتاجية السكر النظري (طن/هـ): حقق الرش بمزيج من البوتاسيوم والبورون فاعلية وتأثير إيجابي على كمية السكر النظري في الهكتار سواء في معاملات الاجهاد الجفافي أو في معاملات الري الدوري. ويلاحظ وجود فروق معنوية في معاملات هذا المزيج مقارنة مع معاملات الرش بالبوتاسيوم أو البورون كل على انفراد (جدول 3). تحقق أعلى انتاجية من السكر النظري (12.24طن/هـ) في معاملة الرش بمزيج من البوتاسيوم والبورون مع الري الدوري (معاملة8) مقابل 10.47 طن/هـ في معاملة رش المزيج في حالة الإجهاد الجفافي معاملة (4) مع وجود فروق معنوية بين المعاملتين المذكورتين. تفوق الرش بعنصر البوتاسيوم 11.51 طن/هـ عند الري الدوري على معاملة الرش الورقي بذات العنصر عند الاجهاد الجفافي (معاملة 6 و2 على التوالي) يلاحظ تفوق جميع المعاملات المدروسة على معاملة الشاهد (1)، حيث حققت هذه المعاملة أدنى قيمة (8.27طن/هـ)، بسبب الاجهاد الجفافي الذي عانت منه هذه المعاملة وبدون الرش بالبوتاسيوم أو البورون أو بمزيج منهما. حقق الري الدوري في متوسط المعاملات 11.13 طن/هـ مقابل 9.69 طن/هـ عند الاجهاد الجفافي. تتفق نتائج البحث مع نتائج بحث(2020)Hamit,and Gizem, وكذلك مع نتائج أبحاث Shritinnahar واخرون (2020) حول التأثير الإيجابي لكل من البوتاسيوم والبورون على الصفات النوعية للشوندر السكري تحت ظروف الاجهاد الجفافي. نستخلص ضرورة عدم تعريض نبات الشوندر السكري إلى الإجهاد الجفافي في أي مرحلة من مراحل نموه وخاصة مرحلة النمو الأعظمي.

الجدول رقم (3): تأثير معاملات التجربة في إنتاجية السكر النظري (طن/هـ) .

رقم المعاملة	طبيعة الري	معاملات الرش	السكر النظري
1	إجهاد جفافي	شاهد من دون رش	g8.27
2	إجهاد جفافي	الرش الورقي بالبوتاسيوم K	10.14 **e**
3	إجهاد جفافي	الرش الورقي بالبورون B	ef9.88
4	إجهاد جفافي	الرش الورقي بالبوتاسيوم والبورون K+B	d10.47
	متوسط معاملات الاجهاد الجفافي		**9.69**
5	ري دوري	شاهد من دون رش	f9.78
6	ري دوري	الرش الورقي بالبوتاسيوم K	b11.51
7	ري دوري	الرش الورقي بالبورون	c10.98
8	ري دوري	الرش الورقي بالبوتاسيوم والبورون B+K	a12.24
	متوسط معاملات الري الدوري		**11.13**
–	–	**$LSD_{(0.05)}$**	0.31
–	–	**CV%**	3.6

تشير الأحرف المتماثلة إلى عدم وجود فروقات معنوية عند مستوى معنوية 0.05.

تأثير معاملات التجربة في انتاجية السكر الفعلي(طن/هـ)

تعتبر صفة مردود السكر الأبيض في الشوندر السكري من أهم الصفات التكنولوجيا المدروسة وهي تعبر عن إنتاج وحدة المساحة من السكر الأبيض، وتتأثر كمية السكر في وحدة المساحة المزروعة بالشوندر السكري بعدة عوامل أهمها العوامل الوراثية (الصنف) والظروف البيئية التي سادت في فترة النمو وخصائص التربة من خصوبة ودرجة pH والتسميد والري وموعد الجني وسرعة النقل إلى المعمل وترتبط أيضاً بشكل مباشر بنسبة السكر في العصير ونسبة النقاوة وغيرها من المؤشرات النوعية إضافة إلى عامل هام هو كمية الجذور في وحدة المساحة، ونلاحظ من الجدول (4) أن الرش بمزيج من البوتاسيوم والبورون يحقق فاعلية وتأثير إيجابي على محتوى السكر الفعلي في الهكتار، سواء في معاملات الاجهاد الجفافي أو في معاملات الري الدوري.

وكانت الفروق معنوية في معاملات هذا المزيج، وبالتالي تفوق على معاملات الرش بعنصر البوتاسيوم أو عنصر البورون كل على انفراد (جدول 4). وقد تحققت أعلى إنتاجية من السكر الفعلي11,24طن /هـ في معاملة الرش بمزيج من البوتاسيوم والبورون مع الري الدوري معاملة (8) مقابل 9,24طن/هـ في معاملة رش المزيج عند الإجهاد الجفافي مع وجود فروق معنوية، تلتها معاملة الرش الورقي بعنصر البوتاسيوم 9.68طن/هـ عند الري الدوري (معاملة 6) متفوقة على معاملة الرش الورقي بعنصر البورون (معاملة 7). كما نلاحظ تفوق معاملة الرش الورقي بعنصر البورون على معاملات الشاهد بدون رش سواء في حالة الري الدوري أو عند الاجهاد الجفافي معاملة7و 3 متفوقة على معاملات الشاهد بدون رش معاملة 1 و5 عند الإجهاد الجفافي وعند الري الدوري على التتالي.

الجدول رقم (4): تأثير معاملات التجربة في إنتاجية السكر الفعلي (طن/هـ) .

رقم المعاملة	طبيعة الري	معاملات الرش	السكر الفعلي
1	إجهاد جفافي	شاهد من دون رش	6.56ef
2	إجهاد جفافي	الرش الورقي بالبوتاسيوم K	7.86 d
3	إجهاد جفافي	الرش الورقي بالبورون B	7.18 e
4	إجهاد جفافي	الرش الورقي بالبوتاسيوم والبورون K+B	9.24 bc
متوسط معاملات الاجهاد الجفافي			**7.71**
5	ري دوري	شاهد من دون رش	8.82 cd
6	ري دوري	الرش الورقي بالبوتاسيوم K	9.68 b
7	ري دوري	الرش الورقي بالبورون	8.84 c
8	ري دوري	الرش الورقي بالبوتاسيوم والبورون B+K	11,24 a
متوسط معاملات الري الدوري			**9.645**
–	–	**$LSD_{(0.05)}$**	64.0
–	–	**CV%**	4.6

تشير الأحرف المتماثلة إلى عدم وجود فروقات معنوية عند مستوى معنوية 0.05.

تأثير معاملات التجربة في استقطاب العجينة (نسبة السكر في الجذور%)

تعتبر هذه الصفة من الصفات التكنولوجية الهامة وهي تعبر عن نسبة السكر في عجينة الجذور المعدة لاستخلاص العصير منها وكلما زادت هذه النسبة ارتفعت درجة حلاوة العصير وبالتالي ارتفعت نسبة استخلاص السكر ونلاحظ من الجدول(5) أن الرش بمزيج من البوتاسيوم والبورون أعطى أكبرتأثير إيجابي على محتوى السكر في الجذور، سواء في معاملات الاجهاد الجفافي أو في معاملات الري الدوري ، وكانت الفروق معنوية في معاملات هذا المزيج، وقد تفوق الرش بهذا المزيج على معاملات الرش بعنصرالبورون منفرداً (جدول5). وقد تحقق أعلى استقطاب للعجينة (17.87) % في معاملة الرش بمزيج من البوتاسيوم والبورون مع الري الدوري (معاملة 8) مقابل 17.00% في معاملة رش المزيج مع الإجهاد الجفافي (معاملة 4) بدون فروق معنوية، تلتها معاملة الرش الورقي بعنصر البوتاسيوم 17.23% عند الري الدوري (معاملة 6) متفوقة على معاملة الرش الورقي بعنصر البورون (معاملة 7). كما نلاحظ تفوق جميع معاملات الرش بالعناصر المستخدمة على معاملتي الشاهد بدون رش (المعاملتين 1 و5) الجدول (5)، ومن جهة أخرى فإن الرش بمزيج من البوتاسيوم والبورون أو كل منهما على انفراد يخفف من التأثير السلبي لإجهاد الجفاف على الصفة المدروسة (جدول 5).

الجدول رقم (5): تأثير معاملات التجربة في استقطاب العجينة (نسبة السكر في الجذور %).

رقم المعاملة	طبيعة الري	معاملات الرش	استقطاب العجينة
1	إجهاد جفافي	شاهد من دون رش	f0015.
2	إجهاد جفافي	الرش الورقي بالبوتاسيوم K	16.82 c
3	إجهاد جفافي	الرش الورقي بالبورون B	16.04 de
4	إجهاد جفافي	الرش الورقي بالبوتاسيوم والبورون K+B	17.00 bc
	متوسط معاملات الاجهاد الجفافي		**16.215**
5	ري دوري	شاهد من دون رش	15.61 e
6	ري دوري	الرش الورقي بالبوتاسيوم K	17.23 b
7	ري دوري	الرش الورقي بالبورون	16.32 d
8	ري دوري	الرش الورقي بالبوتاسيوم والبورون B+K	a817.
	متوسط معاملات الري الدوري		**16.74**
–	–	**$LSD_{(0.05)}$**	0.39
–	–	**CV%**	2.3

تشير الأحرف المتماثلة إلى عدم وجود فروقات معنوية عند مستوى معنوية 0.05.

تأثير معاملات التجربة في استقطاب العصير (%): الهدف الأساسي من زراعة الشوندر السكري هو زيادة إنتاج السكر ويتحقق هذا الهدف عبر زيادة وزن الجذر ونسبة السكر فيه وزيادة إنتاج الجذور في وحدة المساحة. وتعتبر نسبة السكر في العصير من الصفات الدالة على الجودة وهي أحد عناصر الانتاج الهامة والمحددة لكمية السكر في وحدة المساحة. نلاحظ من الجدول رقم (6) أن الرش بمزيج من البوتاسيوم والبورون حقق أكبر نسبة من السكر في العصير، سواء في معاملات الاجهاد الجفافي أو في معاملات الري الدوري، وكانت هذه النسبة 18.67% عند الري الدوري (معاملة 8)، و17% عند الإجهاد الجفافي (معاملة

4) مع وجود فروق معنوية بين المعاملتين المذكورتين. يلاحظ أفضلية الرش بالبوتاسيوم على الرش بالبورون سواء عند الإجهاد الجفافي أو عند الري الدوري. ويمكن الاستخلاص من نتائج الجدول رقم (6) أن الرش بالبوتاسيوم أو البورون أو بمزيج منهما يحقق نسبة أعلى من السكر في العصير بالمقارنة مع معاملتي الشاهد (بدون رش) معاملة (1 و 5) (إجهاد جفافي وري دوري على التتالي).

الجدول رقم (6): تأثير معاملات التجربة في استقطاب العصير (%)

رقم المعاملة	طبيعة الري	معاملات الرش	استقطاب العصير
1	إجهاد جفافي	شاهد من دون رش	15.33 e
2	إجهاد جفافي	الرش الورقي بالبوتاسيوم K	16.00 cd
3	إجهاد جفافي	الرش الورقي بالبورون B	15.83 d
4	إجهاد جفافي	الرش الورقي بالبوتاسيوم والبورون K+B	17.00 b
	متوسط معاملات الاجهاد الجفافي		**16.04**
5	ري دوري	شاهد من دون رش	15.17 ef
6	ري دوري	الرش الورقي بالبوتاسيوم K	18.5 ab
7	ري دوري	الرش الورقي بالبورون	16.33 c
8	ري دوري	الرش الورقي بالبوتاسيوم والبورون B+K	18.67 **a**
	متوسط معاملات الري الدوري		**17.16**
–	–	**$LSD_{(0.05)}$**	0.49
–	–	**CV%**	3.8

تشير الأحرف المتماثلة إلى عدم وجود فروقات معنوية عند مستوى معنوية 0.05.

تأثير معاملات التجربة في نسبة المواد الصلبة الذائبة في العصير (Brix%):

تعتبر قراءة البريكس من الصفات التصنيعية والتكنولوجية الهامة وهي عبارة عن نسبة المواد الصلبة الذائبة في العصير (المواد السكرية وغير السكرية) أظهر الرش بمزيج من البوتاسيوم والبورون تأثير إيجابي على نسبة المادة الجافة الذائبة في العصير، سواء في معاملات الاجهاد الجفافي أو في معاملات الري الدوري وكانت الفروق معنوية في معاملات هذا المزيج، بالمقارنة مع المعاملات الأخرى، وبالتالي تفوق على جميع معاملات الرش بعنصر البوتاسيوم أو عنصر البورون كل على انفراد (جدول7)

تلي ذلك معاملة الرش الورقي بعنصر البوتاسيوم 18.5 %عند الري الدوري (معاملة 6) متفوقة على معاملة الرش الورقي بعنصر البورون (معاملة 7). وقد تحقق أعلى نسبة (20.45%) Brix في معاملة الرش بمزيج من البوتاسيوم والبورون مع الري الدوري معاملة (8) مقابل (19.54%) في معاملة رش المزيج مع الإجهاد الجفافي (معاملة 4). كما نلاحظ تفوق جميع معاملات الرش الورقي على معاملات الشاهد (بدون رش) معاملة (1) عند الاجهاد الجفافي ومعاملة (5) عند الري الدوري. ويمكن الاستنتاج

بأن الرش الورقي بالبورون أو البوتاسيوم أو بمزيج منهما يحسن الصفات النوعية للشوندر السكري ويقلل الآثار الضارة لإجهاد الجفاف وهذا يتفق مع نتائج بحث Yadollahi et al. (2021).

الجدول رقم (7): تأثير معاملات التجربة في نسبة المواد الصلبة الذائبة في العصير (Brix%)			
رقم المعاملة	طبيعة الري	معاملات الرش	Brix
1	إجهاد جفافي	شاهد من دون رش	17.7 f
2	إجهاد جفافي	الرش الورقي بالبوتاسيوم K	18.52 e
3	إجهاد جفافي	الرش الورقي بالبورون B	ef 18.39
4	إجهاد جفافي	الرش الورقي بالبوتاسيوم والبورون K+B	c 19.54
	متوسط معاملات الاجهاد الجفافي		**18.53**
5	ري دوري	شاهد من دون رش	19.13 d
6	ري دوري	الرش الورقي بالبوتاسيوم K	b 20.82
7	ري دوري	الرش الورقي بالبورون	19.45 cd
8	ري دوري	الرش الورقي بالبوتاسيوم والبورون B+K	21.45 **a**
	متوسط معاملات الري الدوري		**20.21**
–	–	**$LSD_{(0.05)}$**	0.39
–	–	**CV%**	2.1
تشير الأحرف المتماثلة إلى عدم وجود فروقات معنوية عند مستوى معنوية 0.05.			

تأثير معاملات التجربة في نقاوة العصير %:

تعتبر نسبة السكر في الجذور ونسبة نقاوة العصير من أهم الخواص التكنولوجية للشوندر السكري ويجب العمل على تحسينها بشكل دائم ونتائج الجدول (8) توضح تأثير معاملات التجربة على هذا المؤشر. نلاحظ من الجدول(8) أن الرش بمزيج من البوتاسيوم والبورون يحقق أعلى نسبة من نقاوة العصير، سواء في معاملات الاجهاد الجفافي أو في معاملات الري الدوري، وكانت نسبة النقاوة 91.86% عند تطبيق الرش بهذا المزيج في حالة الري الدوري (معاملة 8)، و82.11% في حالة الإجهاد الجفافي مع وجود فروق بين الحالتين لصالح الري الدوري. ومن ناحية أخرى تفوق الرش بهذا المزيج على معاملات الرش بعنصر البوتاسيوم أو البورون كل على انفراد (جدول 8).

يلاحظ أيضاً تفوق الرش بعنصر البوتاسيوم على الرش بعنصر البورون في صفة نقاوة العصير سواء عند الري الدوري (معاملة 6) أو عند الإجهاد الجفافي (معاملة 2). وفي كل الأحوال فإن الرش بالعناصر المذكورة كل على انفراد أو على هيئة مزيج يحسن نسبة النقاوة في عصير الشوندر السكري مقارنة مع معاملتي الشاهد (1 و 5). ومن جهة أخرى فإن الرش بهذه العناصر يخفف الآثار السلبية لإجهاد الجفاف وهذا يتضح من مقارنة المعاملة رقم (1) مع نتائج المعاملات (2 و3 و4) جدول (8). وهذا يتفق مع نتائج أبحاث Ali وآخرون (2019).

الجدول رقم (8): تأثير معاملات التجربة في نقاوة العصير (%)			
رقم المعاملة	طبيعة الري	معاملات الرش	النقاوة
1	إجهاد جفافي	شاهد من دون رش	75.08 e
2	إجهاد جفافي	الرش الورقي بالبوتاسيوم K	80.81 cd
3	إجهاد جفافي	الرش الورقي بالبورون B	79.03 d
4	إجهاد جفافي	الرش الورقي بالبوتاسيوم والبورون K+B	82.11 c
	متوسط معاملات الاجهاد الجفافي		**79.25**
5	ري دوري	شاهد من دون رش	87.91 bc
6	ري دوري	الرش الورقي بالبوتاسيوم K	90.05 ab
7	ري دوري	الرش الورقي بالبورون	88.21 b
8	ري دوري	الرش الورقي بالبوتاسيوم والبورون B+K	91.86 a
	متوسط معاملات الري الدوري		**89.5**
–	–	**$LSD_{(0.05)}$**	2.3
–	–	**CV%**	6.5
تشير الأحرف المتماثلة إلى عدم وجود فروقات معنوية عند مستوى معنوية 0.05.			

الاستنتاجات:

1. أدى الرش الورقي بمزيج من البوتاسيوم والبورون عند الري الدوري إلى تفوق معنوي في غالبية الصفات المدروسة وهذا يشير إلى أهمية الرش الورقي بهذا المزيج على الشوندر السكر.
2. تفوق الرش الورقي بمزيج من البوتاسيوم والبورون (عند الإجهاد الجفافي) على باقي المعاملات الأخرى المعرضة للاجهاد وهذا يوضح دور الرش بهذا المزيج في التخفيف من الأثار السلبية للإجهاد الجفافي.
3. كان هناك تأثير إيجابي واضح للرش الورقي بالبوتاسيوم او البورون كلاً على انفراد مقارنة مع الشاهد سواء عند الري الدوري أو عند الاجهاد الجفافي.

المقترحات:

1. نقترح على مزارعي الشوندر في منطقة الدراسة (الغاب)، والمناطق المشابهة الرش الورقي بالبوتاسيوم والبورون كمزيج (050.غ B/ ل + 2.5 غ K/ ل) وخاصة عند احتمالية التعرض لنقص مياه الري.
2. من المفضل متابعة البحث لتحديد تراكيز أخرى من هذه العناصر والذي يحقق أكبر قدرة على تحمل الجفاف.

المراجعReferences

- **جاسم، أحمد عبد الجبار؛ حسين عرنوص فرج؛ ونبيل جواد كاظم (2014). إنتاجية الطماطة تحت نظام الزراعة المتكاملة وتأثير التسميد الفوسفاتي والعضوي والحيوي في الصفات النوعية للثمار .247 –236:(2) وتركيز الفسفور لنبات الطماطة. مجلة ديالى للعلوم الزراعية**

- Abu-Ellail, F. F.B. and El-Mansoub, M. M. A. (2020). Impact of water stress on growth, productivity and powdery Mildew disease of ten sugar beet varieties. Alexandria Science Exchange J., 41:(2)165-179.
- Ali, A.M., Ibrahim, S.M. & Abou-Amer, I.A. (2019). Water deficit stress mitigation by foliar application of potassium silicate for sugar beet grown in a saline calcareous soil. Egypt. J. Soil. Sci., 59(1), 15-23.
- AOAC (2000).Association of Official Analytical Chemistry Officinal methods of analysis. 17th ED,Washington,DC USA, 2(44), 1-43.
- Bithy, S.; Paul, S.; Abdul Kader, M.d.; Sarkar, K.; Mahapatra, K.; Islam, R. and Sarkar, A.R.) 2020), Foliar Application of Boron Boosts the Performance of Tropical Sugar Beet, J Bangladesh Agril Univ 18(3): 000–000,2020
- Brar, N. S.; Dhillon, B. S.; Saini, K. S.and Sharma, P. K. (2018). Agronomy of sugar beet cultivation – A review. Agricultural Reviews 36:184–197. doi: 10.5958/0976-0741.2015.00022.7.
- Carruthers, A. and Oldfield, J.F.T. (1961). Methods for the assessment of beet quality. Int. Sug. J. 63: 103-5, 137-9.
- Cosyn, S.; der Woude, K. V.; Sauvenier, X. and Evrard, J. N. (2011). Sugar beet: A complement to sugar cane for sugar and ethanol production in tropical and subtropical areas, International Sugar Journal, 113(1346):120-123.
- Fageria, N. K. (2016). The use of nutrients in crop plants. CRC Press: Boca Raton, FL, USA.
- FAO (2020). FAOSTAT. Online statistical database: Food balance available at http:// faostat3.fao.org/download/FB/*/E).://doi.org/10.1007/s00217-021-03861-4
- Gizem, A. and Hamit, A. (2020) The effect of potassium application on drought stress in sugar beet: part I. sugar beet quality component. Journal of Scientific Perspectives Volume 4, Issue 2, Year 2020, pp. 157-168.
- Le- Docte, A. (1927). Commercial determination of sugar in beet root using the ShacksLe Docte process, Int. Sug. J., 29: 488-92.[C.F. Sugar Beet Nutrition, April 1972 Applied Science Publishers LTD, London. A.P. Draycott.
- Marschner, P. (2012). Mineral nutrition of higher plants, 3rd ed. Academic Press, London, UK. 10: 178–189.
- Monteiro, F.; Frese, L.; Castro, S.; Duarte, M.C.; Paulo, O.S.; Loureiro, J.; Romeiras, M. M.(2018) Genetic and genomic tools to asssist sugar beet improvement: the value of the crop wild relatives, Front. Plant Sci. 9 :74–85.

- Raziyeh, M.; Sedaghathoor, S. and Khomami, A. M. (2013). Effect of application of iron fertilizers in two methods foliar and soil application on growth characteristics of (Spathyphyllum illusion) European Journal of Experimental Biology, 3(1):232-240.
- Senecal, P. and Leach, F. (2019) Diversity in transportation: why a mix of propulsion technologies is the way forward for the future fleet, Results in Engineering 4, 100060.
- Shritinnahar, B.; Swapan, K. P.; Abdul Kader, M.d.; Shubroto, K. S.; Chandan, K.M. and Islam, A. K. M. (2020). Foliar Application of Boron Boosts the Performance of Tropical Sugar Beet. J Bangladesh Agril Univ. 18(3): 537–544.
- Yadollahi,F, N.; Tadayon, M. R. and Karimi, M. (2021). The Effect of Potassium (K) and Boron (B) Foliar Application on Quantitative and Qualitative Traits of Sugar Beet (Beta vulgaris L.) under Drought Stress Conditions. Journal of Crop Production and Processing ,Vol. 11, No. 1,

تحليل العوامل التي تحفز المزارعين باتجاه أنشطة زراعية رائدة في محافظة حماة

د. سامر طعمة * د. إبراهيم عبد الله **

(الإيداع: 24 كانون الأول 2024، القبول: 20 كانون الأول 2025)

الملخص:

هدف البحث إلى تحليل العوامل التي تحفز المزارعين نحو أنشطة زراعية رائدة في محافظة حماة، وتم الاعتماد على استمارة استبيان تقليدية جمعت البيانات الأولية فيها عن طريق المقابلة الشخصية لعينة عشوائية قوامها (222) مزارعاً، حيث وزعت الاستمارات بالتساوي تقريباً على قرى ربعو وبعرين وجب رملة وعين الكروم وسلحب وتل الدرة وتيزين وخطاب في المنطقة المدروسة، وحللت البيانات باستخدام أسلوب التحليل الوصفي من خلال حساب المتوسطات والنسب المئوية، كذلك التحليل الكمي باستخدام أسلوب التحليل العاملي الاستكشافي بطريقة المكونات الأساسية والتدوير المتعامد.

وبينت نتائج الدراسة وجود سبعة عوامل فسرت حوالي 81.9% من إجمالي العوامل المحفزة لاتباع أنشطة زراعية رائدة، وكان العامل الاقتصادي من أهم تلك العوامل المستخلصة، حيث فسّر 17.26% من التباين الكلي، وضم المتغيرات الخمسة الآتية: الربحية من الأنشطة الزراعية الرائدة، ومدى توافر القروض والتسهيلات الائتمانية لتطوير الأنشطة الزراعية الرائدة، والدعم المالي من الدولة اللازم لتطوير الانشطة، ومدى توفر الاحتياجات المالية الأولية للأنشطة، ووجود المنظمات الداعمة والمانحة لتطوير الأنشطة الزراعية الرائدة.

وأوصت الدراسة بمجموعة من التوصيات التي تهدف إلى تعزيز تحفيز المزارعين نحو الأنشطة الزراعية الرائدة ومعالجة المشكلات والصعوبات التي تم تحديدها، ويمكن إيجازها بتعزيز الدعم الاقتصادي للمزارعين وتطوير الأسواق الزراعية، وتحسين بيئة ريادة الأعمال الزراعية، ومواجهة المشكلات المحلية، وتعزيز التعليم والإرشاد الزراعي.

الكلمات المفتاحية: تحليل العوامل، الأنشطة الزراعية الرائدة، التحليل الوصفي والكمي، محافظة حماة.

* مدرس في قسم الاقتصاد الزراعي – كلية الهندسة الزراعية – جامعة حماة .

** مدرس في قسم الاقتصاد الزراعي – كلية الهندسة الزراعية – جامعة حماة .

Analysis of the factors that motivate farmers towards pioneering agricultural activities in Hama Governorate

*** Dr.Samer Tomeh **Dr.Ibrahim Abdullah**

(Received: 24 December 2024, Accepted: 20 January 2025)

Abstract:

The research aimed to analyze the factors that motivate farmers towards pioneering agricultural activities in Hama Governorate. A traditional questionnaire was used to collect primary data through personal interviews with a random sample of (222) farmers. The questionnaires were distributed almost equally among the villages of Raboo, Ba'rin, Jab Ramla, Ain Al-Krum, Salhab, Tal Al-Durra, Tizin, and Khattab in the studied area. The data were analyzed using the descriptive analysis method by calculating averages and percentages, as well as quantitative analysis using the exploratory factor analysis method using the basic components method and orthogonal rotation.

The results of the study showed the presence of seven factors that explained about 81.9% of the total factors motivating the adoption of pioneering agricultural activities. The economic factor was the most important of those extracted factors, as it explained 17.26% of the total variance. It included the following five variables: profitability from pioneering agricultural activities, the availability of loans and credit facilities to develop pioneering agricultural activities, the financial support from the state necessary to develop activities, the availability of initial financial needs for activities, and the presence of supporting and donor organizations to develop pioneering agricultural activities.

The study recommended a set of recommendations aimed at enhancing farmers' motivation towards pioneering agricultural activities and addressing the identified problems and difficulties. These can be summarized as enhancing economic support for farmers, developing agricultural markets, improving the agricultural entrepreneurship environment, addressing local problems, and enhancing agricultural education and guidance.

Keywords: Factor analysis, leading agricultural activities, descriptive and quantitative analysis, Hama Governorate.

*Lecturer in the Department of Agricultural Economics - Faculty of Agricultural Engineering - Hama University.

**Lecturer in the Department of Agricultural Economics - Faculty of Agricultural Engineering - Hama University.

1- المقدمة

تعرف ريادة الأعمال بأنها القدرة على خلق وبناء الأشياء من لا شيء، علاوةً على كونها الملاحظة والتحليل وهي موهبة الإحساس بالفرصة التي لا يراها الآخرون (Sarasvathy, 2001)، كما تُعرف بأنها عملية إيجاد شيء مختلف وذي قيمة، وذلك من خلال إنفاق الوقت والجهد وتحمل المخاطر النفسية والاجتماعية، وبالمقابل يحصل الفرد على العوائد المالية ويحقق الرضا النفسي (Shane & Venkataraman, 2000)، كذلك يمكن تعريفها باختصار بأنها إنشاء مشروع اقتصادي حر يتسم بالإبداع ويتصف بالمخاطرة (الشميمري والمبيريك، 2019) .

أما ريادة الأعمال الزراعية فتُعرّف بأنها العملية التي تشمل إنشاء وتطوير وتنفيذ مشاريع زراعية مبتكرة تهدف إلى تحسين الإنتاجية الزراعية وزيادة الربحية وتعزيز الاستدامة البيئية والاجتماعية، ويتضمن ذلك تبني أساليب وتقنيات جديدة واستغلال الفرص المتاحة في السوق، وتحسين استخدام الموارد الطبيعية، مع التركيز على الابتكار والتكيف مع المتغيرات البيئية والاقتصادية، كما تهدف ريادة الأعمال الزراعية إلى تحسين سبل العيش للمزارعين من خلال تطوير سلاسل القيمة الزراعية وتحقيق التنمية الاقتصادية في المناطق الريفية (Alsos *et al.*, 2011).

وتعد ريادة الأعمال في الوقت الراهن من أهم القضايا الملحة التي تحظى باهتمام عالمي واسع، كما تعد من أهم المؤشرات المجتمعية في سياسات وبرامج التنمية، حيث أصبحت ريادة الأعمال محط أنظار الحكومات لما يمكن أن توفره من فرص عمل، وبالتالي إيجاد حل جذري لمشكلة البطالة والفقر، مما يجعلها بيئة مناسبة لاستثمار الطاقات البشرية بالإضافة إلى أنها تساهم بالكشف عن الإبداع والابتكار خاصة بين فئة الشباب، وتعمل على تحفيزهم إيجابياً بما يعود بالنفع عليهم مادياً ومعنوياً، مما يساعد على تقديم الأفضل دائماً للمجتمعات (أبو سليم، 2019).

كذلك تعد الريادة في القطاع الزراعي من التوجهات المهمة التي تساعد على استدامة التنمية في المناطق الريفية ويرجع التوجه إلى ريادة الأعمال الزراعية لأهمية الزراعة ولمكانتها الاقتصادية، وما يمكن أن تدره من دخل، وما توفره من فرص عمل لقطاع عريض من الشباب، إضافةً إلى أن من بين الأمور التي تؤكد حتمية الاستثمار الزراعي والتوجه إلى الريادة الزراعية هو أن مثل هذه المشروعات تتطلب تقنيات محدودة خاصةً إذا تم استخدام التكنولوجيا، وبالتالي من الممكن أن تتحقق الكثير من المزايا، فهي مشروعات قليلة التكلفة، بالإضافة إلى أنها تأخذ طابعاً عائلياً في أغلب الأحيان، الأمر الذي يضمن توفير فرص عمل لأفراد الأسرة (علواني، 2020).

ويُعد القطاع الزراعي في سورية ذا أهمية قصوى في البنيان الاقتصادي كقطاع رائد في مجال التنمية الاقتصادية حيث يُعد مستودع الأمن الغذائي ومصدر رزق لنسبة كبيرة من السكان، وهو يزود القطاع الصناعي بالمواد الأولية اللازمة للتنمية الاقتصادية، لكن يعاني في الوقت نفسه من معوقات ومشاكل تحد من قدرته على النمو وأداء دوره المطلوب، حيث لم يأخذ تسويق المنتجات الزراعية دوره كشركات مستقلة تعتمد على تسويق ثابت للمنتجات بكميات كبيرة ونوعية مقبولة وأسعار معقولة خاصةً في ظل صغر حجم الحيازات الزراعية، وبالتالي استعمال التقنيات في المستوى الأدنى، وبالتالي إنتاجية وكفاءة منخفضة، وبالتالي فشل في اختراق الأسواق.

وفي الوقت نفسه يحصل المزارعون على أسعار منخفضة نتيجة حجم النطاق الضيق من العمليات التسويقية وضعف المعرفة والتجربة في إدارة العمل التسويقي والتخطيط، وهنا لابد من اشتراك المزارعين بشكل نشيط في التسويق لإيجاد رجال أعمال يعتمدون على العمل التسويقي بشكل تنافسي وقادرون على النهوض به نحو مستوى أعلى في المستقبل، حيث تأخذ ريادة الاعمال الزراعية على عاتقها تحويل قطاع الزراعة ليصبح أكثر ديناميكية، وذلك من خلال تقليل الاعتماد على الوسطاء للتأكد أن المزارعين يحصلون على العائد الذي يتناسب مع الجهود المبذولة، وهذه العوائد تسهم في تحفيز العديد من المزارعين للدخول في مجال ريادة الأعمال الزراعية، وتشجيع المشاركات الفردية باتجاه أنشطة زراعية رائدة.

وتتمتع محافظة حماة بموقع جغرافي واستراتيجي يجعلها منطقة زراعية مهمة نظراً لتنوع محاصيلها الزراعية، لكن يواجه المزارعون فيها وعلى مستوى سورية بشكل عام العديد من التحديات التي تعيق تطور أنشطتهم الزراعية، وتشمل هذه التحديات نقص التمويل وصعوبة الوصول إلى الأسواق والتغيرات المناخية، وهذه التحديات تؤثر على قدرة المزارعين على التوسع في مشاريعهم الزراعية أو تبني أنشطة زراعية رائدة، حيث تمثل هذه الأنشطة الزراعية الرائدة بدائل مستدامة للممارسات التقليدية، وتوفر طرائقاً جديدة تزيد من الإنتاجية وتحقق عوائد أفضل، مما يسهم في زيادة الكفاءة الإنتاجية والتسويقية واستدامة الموارد الطبيعية.

قام خضيرات (2011) بدراسة بعنوان الريادة الاقتصادية والمشروعات الصغيرة في الأردن، حيث توصل إلى عدد من النتائج أهمها ضرورة سنّ التشريعات الحكومية اللازمة لتسهيل التوسع بالمشروعات الريادية والمشروعات الصغيرة وتشجيعها، وضرورة التشجيع على الندوات والدورات التي تجمع بين الباحثين والمهتمين في مجال الريادة والمشروعات الصغيرة.

ووجد Dies *et al.* (2019) أن هنالك فرقاً كبيراً ما بين المهارات المطلوبة لإدارة مشروع زراعي تقليدي، وما بين مشروع زراعي ريادي، كذلك للحصول على مشروع مستدام وناجح لا بد من إعادة إدارة المشروع بطريقة تدمج الموارد المستخدمة بالأساليب والوسائل التكنولوجية الحديثة، كما وأن المشروعات الزراعية الريادية تؤدي دوراً مهماً في تطوير السوق البرتغالي، وفي وزيادة الدخل القومي.

وأوصى الوليدات وطميم (2022) في دراستهما التي تحمل عنوان : المشاريع الزراعية الريادية في محافظة مادبا بعدد من التوصيات أهمها: ضرورة تشكيل حاضنات أعمال زراعية لأصحاب المشاريع الزراعية، وضرورة العمل على تدريب مالكي المشاريع وتأهيلهم على كافة النواحي الإدارية والمالية، والعمل بشكل دوري على إجراء دراسات ميدانية ومعالجة المشاكل خاصةً فيما يتعلق بتدريب الأيدي العاملة على التكنولوجيا الحديثة.

2- أهمية ومبررات البحث

تكمن أهمية هذا البحث في تسليط الضوء على العوامل التي تحفز المزارعين على تبني الأنشطة الزراعية الرائدة التي تسهم في تحسين الإنتاجية الزراعية والكفاءة التسويقية واستدامة الموارد، ويتزامن ذلك مع التوجهات العالمية نحو تحسين الكفاءة الإنتاجية الزراعية، وتبني أساليب زراعية متطورة لمواجهة التحديات المتعلقة بالأمن الغذائي والتغير المناخي وتفتح الأنشطة الزراعية الرائدة المجال للمزارعين لاعتماد ممارسات زراعية محسنة ترفع من الإنتاجية وطرائق ترفع من الكفاءة التسويقية.

إن فهم العوامل المحفزة يمكن أن يساعد في زيادة الإقبال على هذه الأنشطة، وبالتالي تحقيق عوائد أكبر وتخفيف العبء الاقتصادي على المزارعين، كما تسهم الأنشطة الرائدة في تحسين استغلال الموارد الطبيعية بشكل مستدام، والتقليل من الاعتماد على الزراعة التقليدية المرتبطة بمخاطر التغيرات المناخية والأسواق، وبالتالي يشجع هذا البحث على تبني تقنيات زراعية حديثة تُقلل من المخاطر وتحسن من فرص النجاح في الوصول إلى الأسواق، كما يساهم في تعزيز الوعي البيئي والتسويق المستدام لدى المزارعين في محافظة حماة، كذلك يُمكن أن تساعد نتائج هذا البحث صانعي القرار في تحسين وتطوير السياسات الزراعية من خلال تقديم توصيات مبنية على فهم أعمق للعوامل التي تؤثر في سلوكيات المزارعين. ويُمكن أن تكون هذه التوصيات أساسية في تعزيز الأنشطة الزراعية الرائدة.

أما مبررات البحث فتتجلى بالنقاط الآتية:

– نقص في الدراسات التي تتناول بالتفصيل العوامل التي تؤثر في رغبة المزارعين في سورية بشكل عام وفي محافظة حماة بشكل خاص في تبني أنشطة زراعية رائدة، ويهدف هذا البحث إلى سد هذه الفجوة المعرفية.

– يتزايد الطلب على الأنشطة الزراعية المتطورة لمواجهة التحديات الزراعية الحالية، ودراسة العوامل المحفزة تسهم في فهم الحوافز التي تشجع المزارعين على اعتماد هذه الأنشطة وتوجيههم بالشكل الأمثل.

– بتحفيز المزارعين على اعتماد أنشطة زراعية رائدة يمكن للبحث أن يساهم في تحقيق التنمية الاقتصادية المحلية من خلال تحسين دخل المزارعين ودعم الاقتصاد الزراعي في محافظة حماة.

3– هدف البحث

يهدف البحث بشكل عام إلى تحديد أهم العوامل التي تشجع وتحفز المزارعين نحو أنشطة زراعية رائدة في محافظة حماة، وذلك بغرض الوصول الى بعض التوصيات والمقترحات التي تسهم في تعزيز ريادة الاعمال الزراعية وتشجيع المبادرات الفردية والمشاركة الجماعية نحو أنشطة زراعية رائدة، ويمكن تحقيق هذا الهدف العام من خلال الأهداف الفرعية الآتية :

1– تحديد أهم العوامل التي تشجع وتحفز المزارعين نحو أنشطة زراعية رائدة في محافظة حماة.

2– تحديد درجة مساهمة وتأثير كل عامل من العوامل المحفزة نحو ريادة الاعمال الزراعية.

3– تحديد أهم التحديات والصعوبات التي تعيق ريادة الأعمال الزراعية.

4– تقديم توصيات تسهم في تعزيز ريادة الاعمال الزراعية وتشجيع المبادرات الفردية والمشاركة الجماعية نحو أنشطة زراعية رائدة.

4– مواد وطرائق البحث

أولاً– الحيز المكاني والزماني للبحث : تم اعتماد محافظة حماة لتكون منطقة الدراسة للعام 2024، وبالتحديد قرى ربعو وبعرين (المنطقة الغربية)، وجب رملة وعين الكروم وسلحب (المنطقة الشمالية)، وتل الدرة (المنطقة الشرقية)، وتيزين وخطاب (ريف حماة).

ثانياً– نوع وحجم العينة : تم استخدام أسلوب العينة العشوائية البسيطة في جمع بيانات البحث من القرى المدروسة، حيث تم تحديد الحد الأدنى اللازم لحجم العينة عن طريق السحب العشوائي لعينة أولية تتكون من (30) مزارعاً مسجلاً لدى مديرية الزراعة في حماة، وتم تبويب البيانات في جدول توزيع تكراري قُسّمت فئاته حسب حجم الحيازة الزراعية (هكتار) لهؤلاء المزارعين، ثم حُسبت قيمة الانحراف القياسي للعينة الأولية وكانت (0.45)، كذلك حُسبت قيمة الخطأ القياسي فكانت (0.08)، وبالتالي يكون الحد الأدنى اللازم لحجم العينة (n) وفقاً لعلاقة كوكران (مشعل، 2018) على النحو الآتي:

$$n = \frac{Z^2 \ S^2}{E^2}$$

حيث :

n : الحد الأدنى اللازم لحجم العينة، حيث يساوي بعد التعويض (222) مزارعاً.

Z : الدرجة المعيارية المقابلة لمستوى ثقة (99%) وتساوي (2.58).

S: الانحراف القياسي أو المعياري ويساوي (0.45) .

E : الخطأ القياسي أو المعياري ويساوي (0.08) .

ثالثاً– مصادر البيانات : تم الاعتماد على استمارة بحث تقليدية جُمعت البيانات الأولية فيها عن طريق المقابلة الشخصية لعينة البحث في المنطقة المدروسة، حيث شملت على مجموعة من الأسئلة التي تم إعدادها بأسلوب علمي وتسلسل منطقي بما يخدم هدف البحث، وشملت هذه الأسئلة على العوامل التي تشجع وتحفز المزارعين نحو أنشطة زراعية رائدة، ووزعت الاستمارات تقريباً بالتساوي على القرى المدروسة، وتم اختبار صحة معلومات الاستبانة بتجربتها على 10 مزارعين من غير المشاركين في البحث، كما تم استخدام مقياس ليكرت الخماسي (موافق جداً، موافق، محايد، غير موافق، غير موافق على الإطلاق) عند الحصول على استجابات المزارعين، ولم يكن هناك بيانات ثانوية، إنما تم أخذ بعض الدراسات المرجعية من المقالات العلمية والدراسات والبحوث المنشورة ذات الصلة بموضوع الدراسة.

رابعاً– الأسلوب البحثي (التحليل الإحصائي): تم الاعتماد في تحليل البيانات الأولية للبحث على أسلوب التحليل الوصفي من خلال حساب المتوسطات والنسب المئوية، كذلك على أسلوب التحليل الكمي باستخدام أسلوب التحليل العاملي الاستكشافي بطريقة المكونات الأساسية والتدوير المتعامد، وذلك لمعرفة أهم العوامل التي تشجع وتحفز المزارعين نحو أنشطة زراعية رائدة.

5– النتائج والمناقشة

5–1– تحليل مصفوفة الارتباطات البسيطة للمتغيرات

لقد أظهرت مصفوفة الارتباط Correlation Matrix أن جميع معاملات الارتباط تتعدى (0.3)، وأن أعلى قيمة ارتباط كانت أقل من (0.8)، مما يشير إلى أنه لا توجد مشكلة تداخل خطي في البيانات، كذلك وجِد أن محدد المصفوفة لا يساوي الصفر.

5–2– كفاية حجم العينة واختبار مصفوفة الوحدة

تم إجراء اختبار (KMO) (Kaiser Meyer–Olkin) لحساب كفاية العينة واختبار ما إذا كانت الارتباطات الجزئية بين المتغيرات صغيرة، حيث بلغت قيمة هذا المقياس (0.938)، وهي أكبر من 0.5، وهذا يدل على إمكانية الاعتمادية على العوامل التي يتم الحصول عليها من التحليل العاملي لكفاية حجم العينة المستخدمة في الدراسة، كما وجِد أن قيمة الاحتمال المعنوية لاختبار بارتلت تساوي (Sig=0.000)، وهي أقل من(0.05)، وهذا يدل على ن مصفوفة الارتباط للمتغيرات لا تساوي مصفوفة الوحدة؛ أي أن هناك ارتباط بين المتغيرات الذي يدل على إمكانية إجراء التحليل العاملي على البيانات، وذلك كما هو موضح في الجدول رقم (1).

الجدول رقم(1): اختبار KMO and Bartlett's Test

KMO and Bartlett's Test		
Kaiser–Meyer–Olkin Measure of Sampling Adequacy.		.938
Bartlett's Test of Sphericity	Approx. Chi–Square	3225.741
	Df	171
	Sig.	.000

المصدر: عينة البحث، 2024 (مخرجات تحليل برنامج spss)

5–3– توصيف عينة الدراسة وفقاً لمتغيرات الدراسة

يتضح من الجدول رقم (2) أن المتوسط العام للمتغيرات الداخلة في الدراسة بلغ نحو(4.3)، كما بلغت النسبة المئوية نحو (86%)، وهذا يعني أن اتجاهات مفردات العينة نحو العوامل المحفزة باتجاه أنشطة زراعية رائدة إيجابية وفقاً لردود عينة الدراسة، وهذا يتوافق مع جميع متغيرات الدراسة، كما كانت قيم متوسط درجة الاستجابة لمفردات الدراسة مرتفعة إذ تراوحت بين حد أدنى (3.79) وحد أعلى (4.49)، كذلك كانت النسب المئوية للاستجابة جميعها فوق (75%)، وذلك كما هو موضح في الجدول رقم (2).

الجدول رقم (2): المقاييس الوصفية لأبعاد الدراسة.

رقم المفردة	المتغيرات	المتوسط	الانحراف المعياري	النسبة المئوية
1	الربحية من الأنشطة الزراعية الرائدة	4.41	0.89	88.3
2	مدى توافر القروض والتسهيلات الائتمانية لتطوير الأنشطة الزراعية الرائدة	4.48	0.75	89.5
3	الدعم المالي من الدولة اللازم لتطوير الانشطة	4.37	0.85	87.4
4	مدى توفر الاحتياجات المالية الأولية للأنشطة	4.40	0.91	87.9
5	وجود المنظمات الداعمة والمانحة لتطوير الأنشطة الزراعية الرائدة	4.46	0.86	89.3
6	السهولة في الوصول إلى أسواق جديدة خارج المنطقة	4.42	0.78	88.5
7	ارتفاع القيمة المضافة للمنتج	4.19	0.90	83.9
8	توفر المعرفة بتسويق الحاصلات الزراعية والمهارات التسويقية	4.39	0.92	87.7
9	أهمية وجود مرشدين أو مستشارين للمساعدة في هذا المجال	4.38	0.92	87.7
10	مدى توفير برامج تدريبية مخصصة للأنشطة الزراعية الرائدة	4.37	0.89	87.4
11	أثر مستوى التعليم والمعرفة الفنية في تبني الأنشطة الزراعية الرائدة	4.49	0.79	89.8
12	الرغبة في الابتكار والتغيير في ممارسات المزارع الزراعية	4.29	0.90	85.9
13	إن الدعم العاطفي والتحفيز من العائلة والأصدقاء يؤثر في قرارات المزارع	4.22	0.95	84.4
14	مدى توفر التكنولوجيا الحديثة وسهولة الحصول عليها	4.24	0.94	84.9
15	توفر البنية التحتية المساعدة	4.46	0.85	89.2
16	توفر الموارد المائية والتربة المناسبة	3.91	1.08	78.1
17	تأثير التغير المناخي يعد حافزاً إلى تعزيز تبني ممارسات زراعية جديدة	3.79	1.08	75.9
18	سهولة الحصول على التراخيص المتعلقة بالأنشطة الزراعية الرائدة	4.08	1.14	81.5
19	تعديل السياسات الاقتصادية بما يوفر بيئة اقتصادية حاضنة للأنشطة الرائدة	4.37	0.93	87.5
	المتوسط العام	4.3	–	0.86

المصدر: عينة البحث، 2024 (مخرجات تحليل برنامج spss)

5-4- تحديد التباين الكلي المفسر وعدد العوامل

تم استخدام طريقة المكونات الرئيسية Extraction Method Principal Component لاستخلاص العوامل المؤثرة في تحفيز المزارعين باتجاه أنشطة زراعية رائدة، وذلك كما هو موضح في الجدول (3) :

الجدول رقم (3): مصفوفة المكونات (العوامل) بعد التدوير والتباين الكلي المفسر.

رقم المتغير	1	2	3	4	5	6	7
1	.739						
2	.726						
3	.677						
4	.581						
5	.534						
6		.800					
7		.774					
8		.533					
9			.680				
10			.667				
11			.538				
12				.759			
13				.719			
14					.815		
15					.597		
16						.720	
17						.610	
18							.737
19							.451
التباين المفسر	17.26	13.79	12.81	11.89	10.14	8.35	7.65

المصدر: عينة البحث، 2024 (مخرجات تحليل برنامج spss)

يبين الجدول (3) التباين المفسر للعوامل المؤثرة، إذ تم استخلاص سبعة عوامل التي فسرت حوالي (81.9%) من إجمالي العوامل المحفزة لاتباع أنشطة زراعية رائدة، وفيما يأتي هذه العوامل والتباين المفسر لكل عامل:

– العامل الأول: وهو العامل الاقتصادي الذي يعد من أهم العوامل المستخلصة، ويفسر (17.26%) من التباين الكلي ويضم المتغيرات الخمسة الآتية: الربحية من الأنشطة الزراعية الرائدة، ومدى توافر القروض والتسهيلات الائتمانية لتطوير الأنشطة الزراعية الرائدة، والدعم المالي من الدولة اللازم لتطوير الانشطة، ومدى توفر الاحتياجات المالية الأولية للأنشطة، ووجود المنظمات الداعمة والمانحة لتطوير الأنشطة الزراعية الرائدة .

– العامل الثاني: وهو العامل التسويقي الذي يأتي في المرتبة الثانية، ويفسر (13.79%) من التباين الكلي، ويضم المتغيرات الآتية: السهولة في الوصول إلى أسواق جديدة خارج المنطقة، وارتفاع القيمة المضافة للمنتج، وتوفر المعرفة بتسويق الحاصلات الزراعية والمهارات التسويقية.

– العامل الثالث: وهو العامل التدريبي الذي يأتي في المرتبة الثالثة، ويفسر (12.81%) من التباين الكلي، ويضم المتغيرات الآتية: أهمية وجود مرشدين أو مستشارين لمساعدة المزارع في هذا المجال، ومدى توفير برامج تدريبية مخصصة للأنشطة الزراعية الرائدة، وأثر مستوى التعليم والمعرفة الفنية في تبني الأنشطة الزراعية الرائدة.

– العامل الرابع: وهو العامل الاجتماعي الذي يأتي في المرتبة الرابعة، ويفسر (11.89%) من التباين الكلي، ويضم المتغيرات الآتية: الرغبة في الابتكار والتغيير في الممارسات الزراعية، والدعم العاطفي والتحفيز من العائلة والأصدقاء الذي يؤثر في قرارات المزارع المهنية.

– العامل الخامس: وهو العامل التكنولوجي الذي يأتي في المرتبة الخامسة، ويفسر (10.14%) من التباين الكلي، ويضم المتغيرات الآتية: مدى توفر التكنولوجيا الحديثة وسهولة الحصول عليها، وتوفر البنية التحتية المساعدة.

– العامل السادس: وهو العامل البيئي الذي يأتي في المرتبة السادسة، ويفسر (8.35%) من التباين الكلي، ويضم المتغيرات الآتية: توفر الموارد المائية والتربة المناسبة، وتأثير التغير المناخي الذي يعد حافزاً إلى تعزيز تبني ممارسات زراعية جديدة.

– العامل السابع والأخير: وهو العامل القانوني والتنظيمي الذي يأتي في المرتبة السابعة، ويفسر (7.65%) من التباين الكلي ويضم المتغيرات الآتية: سهولة الحصول على التراخيص المتعلقة بالأنشطة الزراعية الرائدة، وتعديل السياسات الاقتصادية بما يوفر بيئة اقتصادية حاضنة للأنشطة الرائدة.

5-5- التحديات والصعوبات التي تعيق ريادة الأعمال الزراعية

تم حصر أهم التحديات والصعوبات التي تواجه المزارعين في التوجه نحو أنشطة زراعية رائدة، حيث تبين من خلال توصيف العينة وتحليلها أن أهم المشاكل حسب ترتيبها وفقاً لرأي أفراد العينة التقلبات السعرية الشديدة وانعكاساتها على الربحية، إذ شكلت الأهمية النسبية لوجود هذه المشكلة نحو (85.8%) وبمتوسط قدره (4.3)، ثم انخفاض القدرة الشرائية لدى غالبية أفراد المجتمع المحلي، حيث شكلت الأهمية النسبية لوجود هذه المشكلة نحو (83.9%) وبمتوسط قدره (4.2)، وفي المرتبة الثالثة جاءت مشكلة الوضع الاقتصادي العام الذي لا يشجع على ريادة الأعمال، حيث شكلت الأهمية النسبية لوجود هذه المشكلة نحو (83.6%) وبمتوسط قدره (4.2).

وفي المرتبة الرابعة جاءت مشكلة الاعتماد على أسواق محلية ضعيفة وصعوبة استهداف أسواق واسعة وجديدة، إذ شكلت الأهمية النسبية لوجود هذه المشكلة نحو (80.5%) وبمتوسط قدره (4) وفقاً لردود عينة الدراسة، وفي المرتبة الخامسة جاءت مشكلة ارتفاع تكاليف المواد الأولية الإنتاجية والتكاليف التسويقية، حيث شكلت الأهمية النسبية لوجود هذه المشكلة نحو (79.5%) وبمتوسط قدره (3.98) وفقاً لردود عينة الدراسة، وهكذا بالنسبة لباقي التحديات، وكما هو موضح في الجدول رقم (4).

الجدول رقم (4): أهم التحديات والصعوبات التي تعيق ريادة الأعمال الزراعية.

المشكلة	المتوسط	الانحراف المعياري	الأهمية النسبية	الترتيب
التقلبات السعرية الشديدة وانعكاساتها على الربحية	4.3	1.0	85.8	1
انخفاض القدرة الشرائية لدى غالبية أفراد المجتمع المحلي	4.2	1.1	83.9	2
الوضع الاقتصادي العام لا يشجع على ريادة الأعمال	4.2	1.0	83.6	3
الاعتماد على أسواق محلية ضعيفة وصعوبة استهداف أسواق واسعة وجديدة	4.02	1.1	80.5	4
ارتفاع تكاليف المواد الأولية الإنتاجية والتكاليف التسويقية	3.98	1.1	79.5	5
المجتمع المحلي لا يتقبل أو يشجع الأفكار الجديدة للمشاريع	3.93	1.1	78.6	6
الخوف من الالتزامات المالية التي تترتب على تأسيس المشاريع الخاصة	3.89	1.1	77.7	7
نقص الوعي بأهمية الأنشطة الزراعية الرائدة وغياب الحملات الإعلامية الداعمة.	3.7	1.2	73.2	8
ضعف الاطلاع على تجارب ناجحة للمزارعين الآخرين	3.3	1.2	66.6	9

المصدر: عينة البحث، 2024 (مخرجات تحليل برنامج spss)

6- الاستنتاجات

1- بلغ المتوسط العام للمتغيرات الداخلة في الدراسة نحو(4.3)، كما بلغت النسبة المئوية نحو (86%)، وهذا يعني أن اتجاهات مفردات العينة نحو العوامل المحفزة باتجاه أنشطة زراعية رائدة إيجابية وفقاً لردود عينة الدراسة.

2- تم استخلاص سبعة عوامل محفزة باتجاه أنشطة زراعية رائدة التي فسرت حوالي (81.9%) من إجمالي العوامل المحفزة لاتباع أنشطة زراعية رائدة .

3- يعد العامل الاقتصادي من أهم العوامل المستخلصة التي تؤثر في تحفيز المزارعين باتجاه أنشطة زراعية رائدة ويفسر (17.26%) من التباين الكلي، ويضم المتغيرات الخمسة الآتية: الربحية من الأنشطة الزراعية الرائدة، ومدى توافر القروض والتسهيلات الائتمانية لتطوير الأنشطة الزراعية الرائدة، والدعم المالي من الدولة اللازم لتطوير الأنشطة، ومدى توفر الاحتياجات المالية الأولية للأنشطة، ووجود المنظمات الداعمة والمانحة لتطوير الأنشطة الزراعية الرائدة

4- تجسدت أهم المشكلات والصعوبات حسب ترتيبها وفقاً لرأي أفراد العينة بالتقلبات السعرية الشديدة وانعكاساتها على الربحية، ثم انخفاض القدرة الشرائية لدى غالبية أفراد المجتمع المحلي، يليها في المرتبة الثالثة الوضع الاقتصادي العام الذي لا يشجع على ريادة الأعمال، وجاءت في المرتبة الرابعة مشكلة الاعتماد على أسواق محلية ضعيفة وصعوبة استهداف أسواق واسعة وجديدة .

8- **التوصيات :**

بناءً على نتائج البحث يمكن وضع مجموعة من التوصيات التي تهدف إلى تعزيز تحفيز المزارعين نحو الأنشطة الزراعية الرائدة ومعالجة المشكلات والصعوبات التي تم تحديدها، وذلك على النحو الآتي :

أولاً– تعزيز الدعم الاقتصادي للمزارعين: ويتحقق ذلك عن طريق توفير القروض والتسهيلات الائتمانية بشروط ميسرة لدعم تطوير الأنشطة الزراعية الرائدة، وزيادة الدعم المالي الحكومي وتخصيص برامج تمويل مستدامة تهدف إلى تحسين استثمارات المزارعين في الأنشطة الزراعية، وتشجيع إنشاء شراكات مع المنظمات الدولية والمحلية المانحة لتقديم الدعم الفني والمالي اللازم.

ثانياً– تطوير الأسواق الزراعية: ويتم ذلك من خلال العمل على استقرار الأسعار عن طريق إنشاء صناديق لدعم تسويق المنتجات الزراعية وضمان حد أدنى من الربحية للمزارعين، وتعزيز قدرة المزارعين على الوصول إلى أسواق جديدة من خلال تطوير البنية التحتية من شبكات النقل والتوزيع والتخزين، وتوفير بيانات وإحصاءات دقيقة عن الأسواق الزراعية المحلية والعالمية لتسهيل استهدافها بشكل أفضل، وإنشاء شركات مساهمة زراعية تستند على المشاركة بين القطاع العام والخاص التي لها قدرة أكبر على المنافسة ودخول الأسواق، وتوفير الأموال اللازمة للاستثمار والتقنيات الحديثة، وبنفس الوقت تحافظ على الجانب البيئي .

ثالثاً– تحسين بيئة ريادة الأعمال الزراعية: وذلك بوضع سياسات اقتصادية مستقرة ومشجعة للاستثمار في القطاع الزراعي تشمل الحد من التضخم وتحسين القدرة الشرائية للسكان، وتشجيع الابتكار في الأنشطة الزراعية الرائدة من خلال دعم البحث العلمي والتدريب الموجه للمزارعين، وتحسين شبكات الري والطاقة اللازمة لدعم الأنشطة الزراعية الحديثة.

رابعاً– مواجهة المشكلات المحلية: وذلك عن طريق دعم استراتيجيات تحسين القدرة الشرائية للمجتمع المحلي من خلال برامج تنموية لتحسين الدخل، وتوفير حملات توعية للمزارعين لزيادة معرفتهم بطرائق التكيف مع التقلبات السعرية، وتقليل الاعتماد على الأسواق المحلية الضعيفة من خلال تحفيز التصدير وتبني استراتيجيات تسويق دولية.

خامساً– تعزيز التعليم والإرشاد الزراعي: ويتحقق ذلك من خلال تعزيز برامج الإرشاد الزراعي لتثقيف المزارعين حول فوائد الأنشطة الرائدة وكيفية استثمار الدعم المتاح بشكل فعال، وإنشاء مراكز تدريب متخصصة تُعنى بتطوير المهارات الريادية للمزارعين وتوجيههم نحو مشاريع مربحة ومستدامة.

8– المراجع

1– أبو سليم، شذا سليم عبد العزيز (2019). تعزيز ريادة الأعمال للمساهمة في التنمية الاقتصادية في فلسطين. اليوم العلمي المعنون بـ " التعليم التقني منطلق لريادة الأعمال "، الكلية الجامعية للعلوم والتكنولوجيا، فلسطين، ورقة علمية، 18 صفحة.

2– خضيرات، عمر (2011). الريادة الاقتصادية والمشروعات الصغيرة في الأردن. المجلة العراقية للعلوم الاقتصادية، 9(30): 108–140.

3– الشميمري، أحمد عبد الرحمن ووفاء ناصر المبيريك (2019). ريادة الأعمال. العبيكان للنشر، الطبعة الأولى، الرياض، 462 صفحة.

4– علواني، محمد (2020). ريادة الأعمال الزراعية (تعريفها وأهميتها). متاح من خلال الرابط: https://www.rowadalaamal.com ، تاريخ الاطلاع 2024/4/30.

5– مشعل، أحمد عبد اللطيف (2018). دراسة تحليلية لحساب حجم العينة الأمثل في البحوث الميدانية الزراعية. المجلة المصرية للاقتصاد الزراعي، 28(2): 485–502 .

6– الوليدات، عريب عبد الرحمن وطميم، خالد عبد الله (2022). المشاريع الزراعية الريادية في محافظة مادبا– دراسة سوسيولوجية. مجلة الزرقاء للبحوث والدراسات الإنسانية، 22(3): 517–528.

1– Alsos, G. A., Carter, S., Ljunggren, E., & Welter, F. (2011).The Handbook of Research on Entrepreneurship in Agriculture and Rural Development. Edward Elgar Publishing.

2- Dies, R. R., Keogh, M., Laney, R., & Smith, P. (2019). Agricultural Entrepreneurship: Concepts and Evidence. Springer Nature, 22 P.

3- Sarasvathy, S. D. (2001). "Causation and effectuation: Toward a theoretical shift from economic inevitability to entrepreneurial contingency." Academy of Management Review, 26(2) :243-263.

4- Shane, S., & Venkataraman, S. (2000). "The promise of entrepreneurship as a field of .research." Academy of Management Review, 25(1):217-226.

دراسة تعقيد خوارزميات الأمثلة الشهيرة

نورا الحلو* أ.م.د. حبيب العلي**

(الإيداع: 21 تموز 2024 ، القبول:21 كانون الأول 2025)

الملخص:

يوجد العديد من خوارزميات الأمثلة، يعالج كل منها فرع معين من الأمثلة. تُصمم الأبحاث وبشكل دائم خوارزميات أمثلة جديدة، تملك تعقيد زمني أقل مقارنة بالخوارزميات الموجودة. تُصنف خوارزميات الأمثلة الى أنواع: المسار الأقصر، التدفق الأعظمي، البرمجة الديناميكية، الخوارزميات الجينية و الخوارزميات متعددة الأهداف.. .

تم في هذا البحث اجراء تحليل ومقارنة التعقيد الزمني لخوارزميات الأمثلة(التحسين) الشهيرة، وبفروعها العديدة، تبين من خلال النتائج أن كافة الأبحاث قد حققت نجاحات ملحوظة في تصميم أفضل الخوارزميات، وأتاحت هذه المقارنة امكانية اختيار الخوارزمية الأفضل. ونظراً للتطبيقات الهامة والعديدة لخوارزميات الأمثلة وفي مختلف نواحي الحياة، وغزارة الأبحاث في هذا المجال، تأتي أهمية هذه المقارنة في مساعدة الباحثين والمهتمين بالأمثلة والتحسين في اختيار الخوارزمية الأفضل لتطبيقها في المجال العلمي المطلوب.

الكلمات مفتاحية : المسار الأقصر _الأمثلة _التدفق الأعظمي _ البرمجة الديناميكية.

*طالبة دكتوراه – قسم الرياضيات التطبيقية– كلية العلوم جامعة حمص.

** أستاذ مساعد– قسم الرياضيات التطبيقية المعلوماتية والبرمجة – كلية العلوم – جامعة حمص.

Study Complexity Of Famous Optimization Algorithms

Nora Al-Hilu * Assist.Prof. Dr. Habib Al-Ali **

(Received: 21 July 2024, Accepted: 21 January 2025)

Abstract:

There are various optimization algorithms, every one study type of optimization. Researchers are continuously designing new optimization algorithms which have less time complexity as compared to the existing algorithms. The optimization algorithms can be categorized into various types: shortest path problem, maximal flow problem, Dynamic Programming, Genetic Algorithm … . .

In this paper, analysis and comparison between complexity famous optimization algorithms have been made, and the obtained results have shown that all researchers have got remarkable success in designing better algorithms, this comparison enables choose the better. For the famous applications of algorithms, this comparison comes to help researchers in choosing the better in the certain domain.

Keywords:optimization, short paths, maximal flow, dynamic programming, genetic algorithms , …

*PhD student - Department of Applied Mathematics - Faculty of Science, University of Homs.

** Assistant Professor - Department of Applied Mathematics, Information and Programming - Faculty of Science - University of Homs.

1- المقدمة

الأمثلة (التحسين)[2] هي معالجة مسألة ما بطريقة علمية مضبوطة بهدف الوصول لأفضل النتائج الممكنة، وانطلاقاً من أهميتها في حل المشاكل فهي من أهم الفروع، لقد تنوعت وسائل تطبيقها وتطورت عبر الزمن وصولاً الى تقنيات الخوارزميات التطورية. لقد أصبحت خوارزميات الأمثلة(خاصة المستوحاة من الطبيعة)، ذات انتشار واسع، وأهمية بالغة في العديد من التطبيقات. أهداف الأمثلة واسعة، مثل الحد من استهلاك الطاقة والكلفة، تحقيق أقصى قدر من الأرباح والمخرجات والأداء والكفاءة. وليس من المبالغة القول إن هناك حاجة إلى التحسين[3] في كل مكان، بدءاً من الهندسة إلى التخطيط، ومن الإنترنت إلى تخطيط العطلات، لأن الموارد والوقت والمال دائماً أمور محدودة في تطبيقات العالم الواقعي. حالياً تتصدر الأمثلة الحاسوبية الطليعة، هي دراسة مشاكل التصميم والتخطيط باستخدام أدوات رياضية حاسوبية. بما أن معظم تطبيقات العالم الحقيقي غير خطية، فهي تتطلب أدوات تحسين متطورة للمعالجة. خوارزميات الأمثلة إجراء تكراري، بدءاً بالتخمين، وبعد عدد محدد كبير من التكرارات، قد تقترب من حل مقبول أو مثالي. معظم خوارزميات الأمثلة الحديثة قائمة على ذكاء السرب Swarm Intelligence، مثل خوارزميات النمل والنحل، وسرب الجزئيات والخفاش، وبحث الوقواق واليراعات.. .

أجري في هذا البحث تحليل ومقارنة التعقيد الزمني لخوارزميات الأمثلة المعروفة، وتبين من النتائج، أن جميعها قد حقق نجاحات استثنائية من حيث الزمن، وفي جميع هذه الخوارزميات يزداد الزمن بزيادة حجم المسألة. تمت دراسة **خوارزميات المسار الأقصر**(ديجكسترا، بلمان_فورد، فريدمان، فلويد وارشال و جونسون)، **خوارزميات التدفق الأعظمي**(فورد_فولكرسون، ادموند_كارب و دينيك)، **خوارزميات البرمجة الديناميكية**(البرمجة الديناميكية وخوارزميات الجشع). ان مقارنة أهم أنواع خوارزميات الأمثلة زمنياً، يتيح امكانية اختيار الأفضل. ونظراً للتطبيقات الهامة والعديدة للأمثلة، وغزارة الأبحاث في هذا المجال، تأتي أهمية هذه المقارنة في مساعدة المهتمين والباحثين في اختيار الخوارزمية الأفضل زمناً لتطبيقها في المجال العلمي المطلوب.

تمت الاشارة لموضوع هام في الأمثلة، وهو تهجين الخوارزميات االجينية وذكر خوارزمية جينية هجين جديدة(تم تناول الخوارزميات الجينية والخوارزمية الهجين في بحث مستقل).

2- خوارزميات الأمثلة (التحسين) Optimization Algorithms

هي مجموعة من الأساليب الحسابية المستخدمة لحل مشكلات التحسين في مجالات مختلفة. وتهدف هذه الخوارزميات[1] [4] إلى تطوير نماذج أو ظائف وتحسين أدائها وتقليل الخطأ الناتج عنها. تتطلّب خوارزميّات الأمثلة موارد أقل وتجعل النموذج يتقارب بشكل أسرع. تقسم خوارزميات الأمثلة عموماً إلى: خوارزميات محددة وخوارزميات عشوائية، تضم الخوارزميات المحددة: الخوارزميات المستندة الى الميل(خوارزمية نيوتن_رافسون) و الغير مستندة الى الميل(نموذج بحث HookeJeeves، انحدار NelderMead، طريقة السمبلكس). وتضم الخوارزميات العشوائية: الخوارزميات الحدسية Algorithm Heuristic و الإرشادية Metaheuristic Algorithm . فيمايلي بعض أشهر خوارزميات الأمثلة:

- خوارزمية الخفض التدريجي: لتحسين النماذج الإحصائية.
- خوارزميات البحث المحلي: للعثور على حل قريب لمشكلة معينة من خلال استكشاف وتحسين الحلول المتاحة في محيط الحل الحالي.
- خوارزميات التحسين الذاتي: تحسن الأداء تلقائياً.
- خوارزميات التجميع الذكي: لتجميع البيانات المتشابهة لتحسين الأداء وتقليل التعقيد.

- خوارزميات التقليل البعدي: لتقليل عدد الأبعاد في بيانات متعددة الأبعاد بحيث يتم الحفاظ على أكبر قدر من المعلومات وتحسين الأداء.
- خوارزميات الخطة الذكية: لتحسين الأداء وتوزيع الموارد بطريقة ذكية وفعالة.
- خوارزميات الذكاء الاصطناعي: لتحسين الأداء من خلال تعلم الأنظمة الحاسوبية واتخاذ قرارات ذكية ومتقدمة.
- خوارزميات التجزئة: لتجزئة المشاكل الكبيرة إلى أصغر وأكثر قابلية للتحليل والتحسين.
- خوارزميات التكيف التلقائي: لتعديل المعلمات تلقائياً بناءً على أداء النظام وتغيرات البيئة.
- خوارزمية الشبكات العصبية: لحل مشكلات التصنيف والتنبؤ.
- خوارزمية الوقت العشوائي: للتحسين الشامل للدوال المعقدة.
- الخوارزمية الجينية: لتحسين الهياكل الجينية.
- خوارزميّة التحسين آدم ADAM: تُستخدم في التعلّم الآلي لتسريع عمليّة التعلّم واستهلاك موارد أقل، وهي الخوارزمية الأكثر استخداماً في التعلم العميق.
- الخوارزميات التحسينية المستوحاة من الطبيعية: خوارزمية الأعشاب الضارة، خوارزمية الدجاج، خوارزمية الخفاش، خوارزمية النمل، خوارزميات النحل، خوارزمية الطيور، خوارزمية الحيتان، ... . تهدف خوارزميات الأمثلة لايجاد الحل الأمثل، وسنتناول بالدراسة :

2-1 – مسألة المسار الأقصر Shortest Path Problem

تهدف هذه المسألة لإيجاد المسار ذو أقل وزن ممكن بين عقد بيان. مسألة أقصر مسار واحدة من أهم وأكثر المسائل التقليدية التي تناولتها نظرية البيان[13]، وبمختلف أنواعها: المسار الأقصر وحيد المنبع SSSP، المسار الأقصر متعدد المنابعMSSP، المسار الأقصر لجميع العقد APSP والمسار الأقصر للبيانات الموجهة والغير موجهة.

لهذه المسألة العديد من التطبيقات[17]: مسألة النقل، شبكات الطرق، السكك الحديدية، شبكات التدفق وشبكات الاتصال(هاتف، جول، نت)، كما يمكن تطبيقها لرسم خارطة طرق. وعليه يمكن تطبيق هذه المسألة على كافة المسائل التي يمكن تمثيلها كبيان.

أبحاث عديدة تناولت مسألة المسار الأقصر[15]، سعت جميعها لتصميم خوارزميات أفضل زمناً، والذي يُعتبر المقياس الوحيد لتفضيل خوارزمية على أخرى. قامBaswana.S، Kavitha.T بتصميم خوارزمية بزمن$O(mn+n^2loglogn)$ لإيجاد المسارات الأقصر. قدم Timothy M Chan خوارزمية لحل مسألة المسار الأقصر لجميع العقد بزمن $O(n^3/\log n)$، أيضاً قدمDooren. P.V خوارزمية بزمن تنفيذ($O(n\log^3 n)$ لبيان مستوي وحيد المنبع. كما صمم Takaoka Han خوارزمية بزمن تنفيذ $O(n^3loglogn/\log^2 n)$ هي تحسين لخوارزمية سابقة زمن تنفيذها$O(n^3(loglogn)^3/\log^2 n)$. قدم Wattenhofer.R&Holzer.Sخوارزمية لحساب المسار الأقصر لكافة عقد بيان بزمن خطي$O(n)$. وأيضاً قدم Qureshi خوارزمية بزمن خطي $O(E)$.

2-1-1-الدراسات المرجعية

* Ritesh Bhat, P. Krishnanda Rao, C.Raghavendra Kamath, Vipin Tandon &Prashant Vizzapu, 2024. Comparative analysis of Bellman-Ford and Dijkstra's algorithms for optimal evacuation route planning in multi-floor buildings .

تقدم هذه الدراسة تطبيقاً رائداً لخوارزمية بلمان_فورد لتحسين طرق إخلاء المباني الأكاديمية متعددة الطوابق، وتوسيع استخدامها التقليدي في مسائل أقصر مسار أحادية المنبع لمعالجة المسائل المعقدة متعددة المنابع والمصبات. تعمل هذه الدراسة على تطوير مجال تخطيط الإخلاء في حالات الطوارئ بشكل كبير.

*Melita D'souza, Dwayne Dexter D'souza, 2023. An Analysis of Bellman–Ford and Dijkstra's Algorithm.

يقدم هذا البحث تحليل ومقارنة لأشهر خوارزميتين من خوارزميات المسار الأقصر من حيث الزمن (ديجكسترا، بلمان_فورد). تبين أن حجم الرسوم البيانية ودرجة توسطها هو من يحدد أي من الخوارزميات هي الأفضل. تم استخدام نموذج اردوس_ريني لإنشاء رسوم بيانية عشوائية.

*Ali Al Zoobi, David Coudert, Nicolas Nisse, 2021. Space and time trade-off for the k shortest simple paths problem.

قدمت هذه الدراسة تحسينين لخوارزمية المسار الأقصر، الأول تسريع خوارزمية SB باستخدام التحديثات الديناميكية لأشجار المسار الأقصر. تم اقتراح خوارزمية ثانية تتيح تقليل الذاكرة بشكل كبير على حساب زيادة الزمن.

2-2- مسألة التدفق الأعظمي Maximal Flow Problem

تهدف هذه المسألة لوضع خطة تسمح بنقل أكبر كمية ممكنة من نقطة المنبع وحتى المصب. لهذه المسألة تطبيقات عديدة: جدولة الطاقة البشرية، النقل، شحن السلع، شبكات التدفق ... .

أول من اهتم بمسألة التدفق فورد_فولكرسون عام 1956 ثم تلاه ادموند_كارب الذي صمم خوارزمية هي تخصيص لخوارزمية فورد_فولكرسون عام 1970 ثم تلاه دينيك عام 1971.

قدم Rauch M & Rao.S &Klein P عام 1994 خوارزمية بزمن خطي لإيجاد التدفق الأعظمي من منبع وحيد وحتى مصب وحيد. عام 2003 قدم Seth Pettie خوارزمية جديدة لحساب التدفق الأعظمي في نموذج اضافي تقليدي زمنها $O(mn+n^2loglogn)$. وفي عام 2005 قام LIM.Y & KIM.H بتقديم خوارزمية تعمل على توليد مسارات لتدفق المعلومات عبر الشبكة. قام الباحثان باختبار الخوارزمية وتطبيقها على مجموعة شبكات ثم عمموها على الحالة الديناميكية.عام 2008 قدم Luciana S. Buriol & Mauricio G خوارزمية التدفق الأعظمي الديناميكية، عام 2012 قدم A. Kolokolova خوارزمية لحساب التدفق الأعظمي معتمداً على نموذج البرمجة الديناميكية، وفي عام 2014 قام Pant S & Khulbe P بتقديم خوارزمية لحساب التدفق الأعظمي باستخدام صف من التقنيات المختلطة، تعقيد هذه الخوارزمية O(n log n).

2-2-1-الدراسات المرجعية

*مريم جمعة عيسى، 2022. التدفق الأصغري في حوض القرداحة.

هدف البحث تحديد التدفق الأصغري في الحوض وحسابه وتقييمه. تجلت أهمية البحث في استثمار الموارد المائية المهدورة في فصل الشتاء، بإنشاء السدود في الحوض الأدنى لتخزين المياه ورفع منسوب المياه الجوفية في المناطق المجاورة للسدود.

* مريم جمعة عيسى، 2020. التدفق الأعظمي في حوض حريصون.

اعتمد هذا البحث النظرية التحليلية للتدفق الأعظمي. تجلت أهميته في تحديد هيدروغراف التدفق الأعظمي وعلاقته بشدة الهطولات المطرية، بالإضافة إلى ذروة العاصفة في المحطات المترولوجية المستخدمة.

* إلياس بن سبع، شهيناز بدراوي، 2018. تخطيط وتسيير مشاكل النقل باستخدام نظرية الشبكات.

قدم هذا البحث أسلوب رياضي لحل مسألة نقل المواد البترولية ومشتقاتها في إحدى مؤسسات الإنتاج بهدف التسيير الأمثل لهذه الوظيفة وخفض التكاليف الإجمالية بالاستعانة بنظرية الشبكات، تم اقتراح خطة نقل مثلى استناداً إلى ما هو متاح لدى شركة نفطال.

2-3- مسألة البرمجة الديناميكية Dynamic Programing Problem

تقنية منهجية للوصول الى جواب ما في مسائل يمكن فيها تجزئة قراراتنا، ومن ثم اعادة تركيب هذه القرارات الجزئية للحصول على الجواب المنشود. وعليه يمكن القول ان البرمجة الديناميكية[8] أسلوب تحليلي لوضع الخطة المثلى التي تحقق أهداف معينة تخضع لقيود معينة، هي مجموعة الاجراءات التحليلية اللازمة لإيجاد الحل الأمثل لمسألة يمكن صياغتها على هيئة مجموعة قرارات يحكمها **مبدأ بلمان** للأمثلة.

للبرمجة الديناميكية[5] تطبيقات هامة في نظرية التحكم بالمستودعات وتدفق الشبكات وجدولة عمل المشاغل والتحكم بالإنتاج والبرمجة الصحيحة. أيضاً ثبت جدواها في حل مسائل تتعلق بكافة المجالات الهندسية. ومن المسائل التي استُخدمت في حلها البرمجة الديناميكية: تقانة نقل البترول، مسألة اختيار التسهيلات، مسألة القطع الأمثل للمخزون ومسألة التحكم في المخزون.

الأب المؤسس للبرمجة الديناميكية Richard Bellman نهاية الأربعينات مطلع الخمسينات، حيث ألف ثلاثة كتب خلال الأعوام 1957,1961,1962 بالتعاون مع دريفس. في نفس الوقت الذي كان بلمان وشركاؤه ينشرون منهجيات البرمجة الديناميكية قدم باحثون آخرون اسهامات جليلة أخرى، فقد وضع أريس كتابين عام 1961,1964. في أواخر عام 1964 طور أريس ونمهاوزر ووايلد نظرية عامة للتعامل مع النظم متعددة المراحل المتشعبة والدورية والحلقية. أسهم ميتن وديناردو ودريفس بتعيين الخواص الرياضية لمقاربة البرمجة الديناميكية. عام 1966 نشر نمهاوزر كتاب يتعامل مع تطبيقات البرمجة الديناميكية، وأيضاً وضع بيتلر وفيليبس ووايلد أساسات الأمثلة، كما ألقت ورقة توماس العلمية الشاملة نظرة عامة جيدة على هذا الحقل. كذلك وفر مورين ومورين وايزوغب [22] خوارزميات حسابية فعالة للبرمجة الديناميكية. طور بوب وكري وفيليبس برامج حاسوبية ونظرية عامة للحلول المغلقة الشكل لمسائل البرمجة الديناميكية غير التسلسلية.

من أشهر خوارزميات البرمجة الديناميكية: البرمجة الديناميكية(التسلسلية وغير التسلسلية، ذات القيمة الابتدائية والبرمجة الديناميكية ذات الحالة المستمرة) وخوارزميات كريدي(الجشع) [9].

2-3-1-الدراسات المرجعية

*أحمد جلال حيدر، 2021. استخدام البرمجة الديناميكية الضبابية لإيجاد حجم الطلبية المثلى لأحد المنشئات الإنتاجية.

تم في هذا البحث استخدام البيانات المتاحة في معمل إسمنت بأدوش لبناء نموذج برمجة ديناميكية لإيجاد التشغيل الأمثل للمعمل بعد معالجة الضبابية التي تكتنف الطلب.

*حجاب عيسى، حمريط محسن، 2020. استخدام خوارزمية wagner-whitin في تحديد السياسة المثلى لتجديد المخزون في المؤسسة الاقتصادية _دراسة تطبيقية.

تناول البحث كيفية تحديد السياسة المثلى لتجديد المخزون في حالة الطلب الديناميكي، وذلك لتجنب تكدس المخزون وتعرضه للتلف والتقادم، وتفادي وقوع المؤسسة في عجز بسبب نفاده، مستخدمين خوارزمية Wagner-Whitin لإيجاد أفضل قرار لتحديد حجم الطلب الذي يدني تكاليف إعداد الطلبية وتكاليف الاحتفاظ بالمخزون.

* أ.د. مروان عبد الحميد عاشور، 2019. جدولة المشاريع باستعمال أسلوب البرمجة الديناميكية والخوارزمية الذكية.

هدف البحث الى المقارنة بين الطرائق التقليدية والحديثة للحصول على الحل الأمثل، باستعمال البرمجة الديناميكية والخوارزميات الذكية، لحل مشاكل ادارة المشاريع، تمت مقارنة نتائج البرمجة الديناميكية و الذكاء الصنعي وباستعمال الخوارزمية المهجنة، وكانت النتائج متماثلة في الطريقتين.

3- هدف البحث

يهدف هذا البحث الى اجراء تحليل ومقارنة بين التعقيد الزمني لأهم خوارزميات الأمثلة الشهيرة، بمختلف أنواعها، وتبين من خلال النتائج المستحصلة بأن جميع الأبحاث حققت نجاحات استثنائية في تصميم أفضل الخوارزميات زمناً، وفي جميع

هذه الخوارزميات يزداد زمن التنفيذ بزياة حجم المسألة. ان اجراء مقارنة بين أهم خوارزميات الأمثلة الشهيرة من حيث الزمن، يُمكن وبناءً على تلك المقارنة من تمييز هذه الخوارزميات واختيار أفضلها زمناً.

4- أهمية البحث

تكمن أهمية البحث العلمية في تقديم امكانية التمييز بين خوارزميات الأمثلة واختيار أفضلها من حيث الزمن، وهو المعيار الأفضل لترجيح خوارزمية على أخرى. ونظراً للتطبيقات الهامة والمتعددة لمسائل الأمثلة وفي مختلف نواحي الحياة(مسألة النقل، مسألة الانتاج، مسألة حقيبة الظهر، مسألة البائع الجوال،...) وغزارة الأبحاث في تصميم خوارزميات الأمثلة، تأتي أهمية هذا البحث في مساعدة الباحثين في اختيار الخوارزمية الأفضل لتطبيقها في المجال العلمي المطلوب.

5- منهجية البحث

تم اعتماد الأسلوب التحليلي لإجراء المقارنة بين خوارزميات الأمثلة، وهو الأسلوب الأفضل والمتبع في جميع الدراسات والأبحاث المتعلقة بالأمثلة والتحسين. تناولت الدراسة خوارزميات المسار الأقصر الشهيرة وزمن تنفيذها، ثم الانتقال لدراسة زمن تنفيذ خوارزميات التدفق الأعظمي، بعدها تمت دراسة خوارزميات البرمجة الديناميكية وزمن تنفيذ كل منها، في نهاية كل دراسة تم عرض أزمنة هذه الخوارزميات وتمييز الأفضل زمناً بينها.

6- الدراسة النظرية

تهدف خوارزميات الأمثلة لإيجاد الحل الأمثل، وتصنف هذه الخوارزميات الى:

6-1 – خوارزميات المسار الأقصر Short Path Algorithms [10]

تهدف هذه الخوارزميات الى إيجاد أقصر مسار بين عقد بيان ومن أشهرها: خوارزمية ديجكسترا، بلمان _فورد، فريدمان، جونسون وخوارزمية فلويد وارشال.

- **خوارزمية ديجكسترا Dijkstra [19]:** خوارزمية المسار الأقصر الأسرع المعروفة في بيان موجه ذو منبع واحد بلا أوزان وبلا دورات سالبة. تطبيق ديجكسترا باستخدام كومة فيبوناتشي، يدعى **فريدمان**[24].
- **خوارزمية بلمان_فورد Bellman_Ford [7]:** أبطأ من ديجكسترا لنفس المسألة لكنها أكثر استخداماً، كونها قادرة على معالجة بيان ذو أوزان ودورات سالبة، هي قادرة على اكتشاف الدورة السالبة والاخبار عن وجودها، وجود هذه الدورات يُنهي الخوارزمية.
- **خوارزمية فلويد وارشال Floyed Warshall [11]:** تُوجد المسارات الأقصر بين كافة عقد بيان موزون بأوزان سالبة أو موجبة لكن بدون دورات سالبة، هي خيارنا الوحيد في بيان متشابك، أما في حال كان البيان متناثر بلا أوزان سالبة، الخيار الأفضل هو **ديجكسترا**، أما في حال كان البيان متناثر بأوزان سالبة أو موجبة لكن بدون دورات سالبة، خوارزمية **جونسون** يمكن أن تُستخدم بنفس وقت خوارزمية **ديجكسترا**.
- **خوارزمية جونسون Jhnson [10]:** تسمح لبعض الأضلاع أن تكون سالبة لكنها لا تسمح بوجود دورات سالبة، هي أسرع من خوارزمية فلويد وارشال في الغراف المتناثر.

6-2 – خوارزميات التدفق الأعظمي Maximal Flow Algorithms [16]

تهدف لوضع خطة تسمح بنقل أكبر كمية ممكنة من المنبع وحتى المصب، ومن أشهرها:

- **خوارزمية فورد_فولكرسون Ford–Fulkerson [12]:** مضمونة لأن تكون منتهية اذا كانت كل الأوزان عقلانية، ماعدا ذلك من المحتمل أن لا تتقارب الى القيمة العظمى. عموماً اذا انتهت الخوارزمية فهي تضمن لنا ايجاد القيمة العظمى.

- **خوارزميـة ادمونـد_كارب Edmonds_Karp [6]:** حالـة خاصـة مـن خوارزميـة فورد_فولكرسون، تُوجـد المسـارات المتزايـدة التـدفق Augmenting Paths باسـتخدام طريقـة البحـث عـرض أولاً. هـي أفضـل مـن خوارزميـة فورد_فولكرسون.
- **خوارزمية دينيك Dinic [23]:** تتضمن تقنيات اضافية تُقلص زمن التنفيذ، باستخدام بنى معطيات أشجار ديناميكية يُسرع حساب التدفق الأعظمي في الرسم البياني ذو الطبقات .

3-6 – خوارزميات البرمجة الديناميكية Dynamic Programing Algorithms [20]

تهدف لإيجاد الحل الأمثل لمسائل يمكن فيها تجزئة قراراتنا، ومن ثم اعادة تركيب هذه القرارات لإيجاد الحل الأمثل العام، ومن أشهرها :

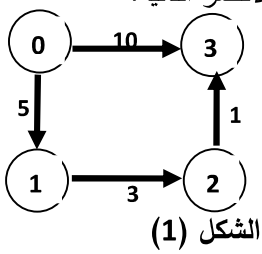
- **البرمجة الديناميكية [21]:** منهجية الحل المتعدد المراحل للمسائل التي يمكن فيها تجزئة قراراتنا، ومن ثم اعادة تركيب القرارات الجزئية للحصول على الجواب المنشود. وتُقسم مسائل البرمجة الديناميكية لأنواع: مسائل تسلسلية، مسائل غير تسلسلية، مسائل ذات قيمة ابتدائية، مسائل ذات الحالة المستمرة، مسائل متعددة الحالة ومسائل البرمجة الديناميكية العشوائية.
- **خوارزمية كريدي(الجشع)Greedy[9]** : تُعطي حلول مثلى محلية قريبة من الحل الأمثل. هي تُنتج حلول جيدة في بعض المسائل ولكن ليس في بعضها الآخر. خوارزمية كريدي تفشل في اعطاء الحل الأمثل من أجل العديد من المسائل، حتى أنها من الممكن أن تعطي أسوأ حل وحيد ممكن (مسألة البائع الجوال). لخوارزمية الجشع أنواع: خوارزمية كروسكال، بريم وخوارزمية أشجار هوفمان الأصغرية.

7- الدراسة العملية

سنجري دراسة عملية وتحليل لخوارزميات الأمثلة المذكورة، وسنلخص نتائج مقارنة أزمنة التنفيذ ضمن جداول وذلك لسهولة المقارنة.

7-1- خوارزميات المسار الأقصر Short Path Algorithms

بفرض لدينا المثال التالي وسيُحل باستخدام خوارزميات المسار الأقصر التالية:



الشكل (1)

7-1-1- خوارزمية ديجكسترا Dijkstra [19]

المدخلات: البيان والمنبع. **المخرجات:** أقصر مسافة بين المنبع و كافة عقد البيان.

1- انشاء مجموعة S تحوي العقد التي تمّ حساب أقصر مسافة بينها وبين المنبع. وتكون هذه المجموعة فارغة بدايةً.

2- إسناد قيمة مالانهاية للمسافة الصغرى بين المنبع وكافة عقد البيان، وإسناد القيمة صفر للمنبع لكي يكون أول عقدة تختارها الخوارزمية.

3- انشاء حلقة تكرارية تنتهي بدخول كافة العقد المجموعة S, وتتكون هذه الحلقة:

1- اختيار العقدة u(غير الموجودة في S), ذات أقل قيمة للمسافة الصغرى، وإضافتها لـ S

2- تحديث قيم المسافة لجميع العقد المجاورة للعقدة u، وللقيام بذلك نمرّ على كافة هذه العقد، ولكل عقدة مجاورة v، إذا كان مجموع قيمة المسافة للعقدة ووزن الضلع u→v أقل من قيمة المسافة للعقدة v ، نحدث قيمة المسافة للعقدة v .

تنفيذ الخوارزمية : نستخدم المثال السابق لتنفيذ خوارزمية ديجكسترا

```
#include <stdio.h> #include <limits.h>   #define V 4
int minDistance(int dist[], bool S []){ min = INT_MAX,
min_index;
for (int v = 0; v < V; v++) if (S[v] == false && dist[v]<=
min)
            min = dist[v], min_index = v; return min_index; }
int printSolution(int dist[], int n) {
printf("Vertex Distance from Source\n");
for (int i = 0; i < V; i++) printf("%d tt %d\n", i, dist[i]);
}
void dijkstra(int graph[V][V],int src){
int dist[V];int shortest ; bool S[V];
for (int i = 0; i < V; i++)
dist[i] = INT_MAX, S [i] = false; dist[src] = 0;
for (int count = 0; count < V-1; count++) {
int u = minDistance(dist, S);  S[u] = true;
for (int v = 0; v < V; v++)
if(!S[v]&&graph[u][v]&&dist[u]!=INT_MAX&&dist[u]+graph[u][v]<
dist[v]){dist[v]=dist[u]+graph[u][v];}      printSolution(dist,
V);}
int  main(){int  graph[V][V]={{0,5,0,10},{0,0,3,0  },{0,0,0,1
},{0, 0,0, }}; dijkstra(graph, 0);  return 0;}
```

يعطي تنفيذ الخوارزمية النتيجة التالية:

```
Vertex Distance from Source
```

	0	1	2	3
0	0	5	8	9

7-1-2-خوارزمية بلمان_ فورد Bellman Ford [18]

المدخلات : البيان والمنبع. **المخرجات:** أقصر مسافة بين المنبع وعقد البيان.

1- تهيئة المسافات بين كافة العقد والمنبع لتساوي مالانهاية، والمسافة بين المنبع ونفسه لتساوي الصفر. ننشئ المصفوفة dist بعدها n ، وجميع قيمها مالانهاية باستثناء المنبع.

2- تحسب هذه الخطوة المسافات الأقصر. وتُنفّذ الخطوة التالية n-1 مرة.

* يُنفّذ ما يلي لكل ضلع u→v : إن كان dist[v] > dist[u] + weight ، نحدّث القيمة dist[v] لتصبح: dist[v] = dist[u] + weight

3- تبلّغ هذه الخطوة عن وجود دورة سالبة في البيان، وتنفّذ ما يلي لكل ضلع u→v : إن كانت dist[v] > dist[u] + weight فهذا يعني وجود دورة سالبة في البيان.

تنفيذ الخوارزمية: نستخدم المثال السابق لتنفيذ خوارزمية بِلمان_ فورد:

```
#include <bits/stdc++.h> struct Edge ;  int src, dest, weight;
struct Graph { int V, E; struct Edge* edge; };
struct Graph* createGraph(int V, int E) {
struct Graph* graph = new Graph; graph->V = V; graph->E = E;
```

```
graph->edge = new Edge[E];  return graph; }
void printArr(int dist[],int n){
printf("Vertex Distance from Source\n");
for (int i = 0; i < n; ++i) printf("%d \t\t %d\n", i,
dist[i]); }
void BellmanFord(struct Graph* graph, int src) {
int V = graph->V; int E = graph->E; int dist[V];
for (int i = 0; i<V; i++) dist[i]=INT_MAX; dist[src] = 0;
for (int i = 1; i <= V-1; i++) { for (int j = 0; j < E; j++){
int u= graph->edge[j].src; int v = graph->edge[j].dest;
int weight = graph->edge[j].weight;
if  dist[u]!=INT_MAX&&dist[u]+weight<dist[v])  dist[v]=dist[u]+
weight;}} for (int i =0; i < E; i++){
int u = graph->edge[i].src; int v = graph->edge[i].dest;
int weight = graph->edge[i].weight;
if (dist[u]!= INT_MAX && dist[u] + weight< dist[v])
printf("Graph   contains   negative   cycle");printArr(dist,V);
return}
int main(){  int V = 4;   int E = 3;
struct Graph* graph = createGraph(V, E);
graph->edge[0].src= 0;graph->edge[0].dest =1;
graph->edge[0].weight = 5;
graph->edge[1].src = 0; graph->edge[1].dest = 3;
graph->edge[1].weight = 10;
graph->edge[2].src = 1; graph->edge[2].dest = 2;
graph->edge[2].weight = 3;
graph->edge[3].src = 2; graph->edge[3].dest = 3;
graph->edge[3].weight = 1; BellmanFord(graph, 0);  return 0; }
```

يعطي تنفيذ الخوارزمية النتيجة التالية:

```
Vertex Distance from Source
```

	0	1	2	3
0	0	5	8	9

7-1-3- خوارزمية فلويد وارشال Floyed Warshall [11]

تبدأ الخوارزمية بتهيئة مصفوفة الحل، المشابهة لمصفوفة البيان، ثم تُحدث قيم المصفوفة، وذلك باعتبار جميع العقد وسطية. تختار الخوارزمية جميع العقد واحدة تلو الأخرى وتُحدث جميع قيم المسارات الأقصر التي تتضمن العقدة المختارة كعقدة وسطية في المسار الأقصر. عند اختيار العقدة k كعقدة وسطية نكون قد عددنا العقد [0, 1, 2, k–1] ، ولكل زوج (i,j) احتمالان:

1- أن لا تكون k عقدة وسطية في المسار الأقصر (i,j)، عندها نبقي على قيمة dist[i][j] .

2-أن تكون k عقدة وسطية في المسار الأقصر (i,j) عندها نحدث قيمة dist[i][j] لتصبح:dist[i][k] + disk[k][j] اذا كانت dist[i][j] > dist[i][k] + dist[k][j]

تنفيذ الخوارزمية : نستخدم المثال السابق لتنفيذ خوارزمية فلويد وارشال

```
#include <bits/stdc++.h>
using namespace std;#define V 4  #define INF 99999
void printSolution(int dist[][V]);
void floydWarshall (int graph[][V]){ int dist[V][V], i, j, k;
for  (i  =0;  i<  V;i++)  for(j  =0;  j<  V;j++)dist[i][j]=
graph[i][j];
```

```
for (k = 0;k <V; k++){for(i =0; i< V;i++){for (j =0; j< V;j+
   if (dist[i][k] + dist[k][j] < dist[i][j])
   dist[i][j]=dist[i][k]+dist[k][j];}}}printSolution(dist); }
void printSolution(int dist[][V]){
cout<<"The following matrix shows the shortest distances"
" between every pair of vertices \n";
for (int i =0; i <V; i++){ for (int j = 0; j < V; j++) {
if (dist[i][j] == INF) cout<<"INF"<<" ";
else   cout<<dist[i][j]<<" "; } cout<<endl; } }
int main(){int graph[V][V] ={{0 ,5,INF,10},{INF,0,3 ,4 },
{INF,INF,0,1},{INF,INF,INF,0 }};floydWarshall(graph) return 0;
}
```

يعطي تنفيذ الخوارزمية النتيجة التالية:

```
following matrix shows the shortest distances between every
pair                                                    of
vertices{{0,5,8,9},{INF,0,3,4},{INF,INF,0,1},{INF,INF,INF,0}}
```

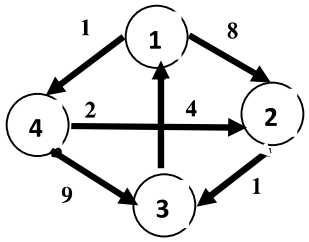
7-1-4- أمثلة تطبيقية وعملية لخوارزميات المسار الأقصر

تُستخدم خوارزميات المسار الأقصر في العديد من التطبيقات الحياتية لتحسين جودة الحياة وزيادة الكفاءة في مختلف المجالات. من أهم هذه التطبيقات:

- إدارة المرور: تُستخدم هذه الخوارزميات في أنظمة إدارة المرور لتقديم أفضل الطرق وأسرعها للسائقين، مما يقلل من الازدحام المروري ويحسن من تدفق الحركة.
- تحليل الشبكات الاجتماعية: تُستخدم هذه الخوارزميات لفهم العلاقات بين الأفراد وتحديد أكثرهم تأثيراً في الشبكة. تساعد هذه التحليلات في تطوير استراتيجيات تسويقية فعالة.
- أنظمة التوصية: تستخدم العديد من أنظمة التوصية خوارزميات المسار الأقصر لتقديم اقتراحات مخصصة للمستخدمين بناءً على تفضيلاتهم وتفاعلهم مع النظام.
- توجيه الحركة في الشبكات: تُستخدم خوارزمية Dijkstra لتحديد أقصر مسار لنقل بيانات شبكات الحاسوب والاتصالات. يساعد ذلك في تقليل تأخير الشبكة وزيادة كفاءة التوجيه، أشهر بروتوكول يستخدمها هوOSPF . كما تُستخدم خوارزمية Bellman_Ford في بروتوكولات التوجيه لحساب المسار الأمثل بين عقد شبكة الانترنت، وفي تطبيقات الشبكات الاجتماعية.
- نظم الملاحة والخرائط: تُستخدم Dijkstra لتحديد أفضل طرق الوصول للواجهات المختلفة في نظم الملاحة مثل تطبيقات الهاتف المحمول وأنظمة الـ GPS.
- التخطيط العمراني والنقل العام: تُستخدم Dijkstra لتحسين تخطيط الشوارع وتحديد أفضل الطرق النقل العام، كما تُستخدم Dijkstra لتحديد أقصر مسار لتسليم البضائع أو تنظيم الشحن. مما يساعد في تحسين كفاءة سلاسل الإمداد وتقليل تكاليف النقل.
- الرسم البياني المالي: تُستخدم Dijkstra في تحليل الشبكات المالية وتحديد أقصر مسار لنقل الأموال، مما يساعد في تحسين كفاءة العمليات المالية وتقليل التكاليف والمخاطر.
- جدولة الرسومات: تُستخدم Bellman_Ford في جدولة الرسومات، وذلك لحساب أقصر المسارات وتحديد الوقت الأمثل لإنجاز المهام في الرسم البياني.
- تُستخدم Bellman_Ford لحساب المسارات الأمنية الأكثر تكلفة بين العقد

7-1-4-1-تطبيق خوارزميات المسار الأقصر على مسألة ايجاد أقصر طريق في شبكة طرق:

بفرض لدينا شبكة طرق تربط بين 4 مدن والمطلوب: تحديد أقصر طريق يربط المدينة 1 ببقية المدن.



الشكل(2)

بتطبيق ديكسترا على هذه المسألة الحل الأمثل:

	مدينة 1	مدينة 2	مدينة 3	مدينة 4
مدينة 1	0	3	4	1

بتطبيق بلمان _فورد على هذه المسألة الحل الأمثل:

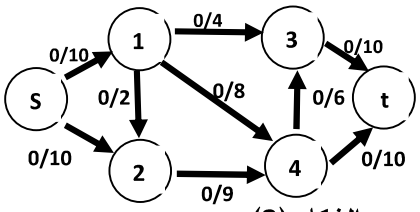
	مدينة 1	مدينة 2	مدينة 3	مدينة 4
مدينة 1	0	3	4	1

بتطبيق فلويد وارشال على هذه المسألة أقصر المسارات بين المدن:

	مدينة 1	مدينة 2	مدينة 3	مدينة 4
مدينة 1	0	3	4	1
مدينة 2	5	0	1	6
مدينة 3	4	7	0	5
مدينة 4	7	2	3	0

7-2- خوارزميات التدفق الأعظمي Maximal Flow Algorithms

بفرض لدينا البيان الموجه(V,E) G، لكل ضلع سعة(v,w) c تمثل السعة القصوى التي يمكن تمريرها من v إلى w, f (u,v) تدفق هذا الضلع. هناك عقدتان خاصتان، s المنبع و t المصب. العقدة التي ليست مصدر أو مصب يجب أن يكون إجمالي التدفق الوارد مساوي لإجمالي التدفق الصادر, تدفق أي ضلع f(v,w) ≤ c(v,w). مسألة التدفق الأعظمي هي الحد الأقصى للتدفق الذي يمكن أن يمر من s إلى t . بفرض لدينا المثال التالي وسيُحل هذا المثال بثلاث خوارزميات:



الشكل (3)

7-2-1- خوارزمية فورد_ فولكرسون Ford_Fulkerson [12]:

1- نعطي قيمة للتدفق الأعظمي المبدئي مساوية للصفر أي $F_m=0$

2- نكرر ما يلي طالما هناك مسار متزايد التدفق P في الغراف G_f

1- نوجد المسار المتزايد التدفق P

2- سعة $C_f(p)$ هي أصغر السعات على مسار التدفق $F_m = F_m + C_f(p)$

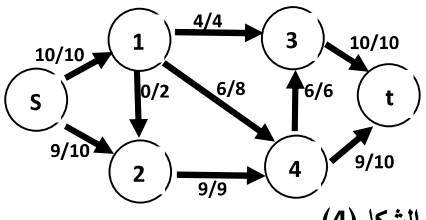
3- من أجل كل ضلع على المسار المتزايد التدفق ننفذ مايلي:

$$C_f(u,v) = C_f(u,v) - C_f(P) \ , \ C_f(v,u) = C_f(v,u) + C_f(P)$$

تنفيذ الخوارزمية: نستخدم المثال السابق لتنفيذ خوارزمية فورد_فولكرسون

```
from collections import defaultdict
class Graph: def _init_(self,graph):
self.graph = graph      self. ROW = len(graph)
def BFS(self,s, t,parent):visited=[False]*(self.ROW) queue=[]
queue.append(s)       visited[s] = True
while queue:u = queue.pop(0)
for ind, val in enumerate(self.graph[u]):
if visited[ind] == False and val > 0 :
queue.append(ind) visited[ind] = True parent[ind] = u
return True if visited[t] else False
def FordFulkerson(self, source, sink):
parent = [-1]*(self.ROW)    max_flow = 0
while self.BFS(source, sink, parent) :
path_flow = float("Inf")    s = sink
while(s !=  source):
path_flow= min (path_flow,self.graph[parent[s]][s])
s = parent[s]max_flow +=  path_flow   v = sink
while(v !=  source): u = parent[v]
self.graph[u][v] -= path_flow
self.graph[v][u] += path_flow   v = parent[v]
return max_flow
graph=[[0,10,10,0,0,0],[0,0,2,4,8,0],[0,0,0,0,9,0][0,0,0,0,0,1
0],
[0,0,0,6,0,10],[0,0,0,0,0,0]]
g = Graph(graph); source = 0; sink = 5
print("The    maximum    possible    flow    is    %d    "    %
g.FordFulkerson(source,sink)
```

تنفيذ الخوارزمية يعطي: **The maximum possible flow is 19** ويوضح ذلك المخطط التالي:



الشكل(4)

7-2-2-خوارزمية ادموند_كارب Edmonds_Karp [6]:

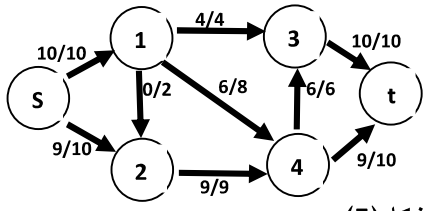
خطوات هذه الخوارزمية مطابقة تماماً لخوارزمية فورد_ فولكرسون، فيما عدا أن عملية البحث عن المسار المتزايد التدفق محددة، ويتم هذا باستخدام خوارزمية البحث عرض_أولاً، وبإعطاء أضلاع مسار التدفق المتزايد وحدة طول واحدة.

تنفيذ الخوارزمية: نستخدم المثال السابق لتنفيذ خوارزمية ادموندكارب.

```
from queue import Queue    m = 6
residual = [[0 for i in range(m)] for j in range(m)]
maxflowgraph = [[0 for i in range(m)] for j in range(m)]
flow = [0 for i in range(m)]
pre = [float('inf') for i in range(m)]  q = Queue()
residual[0][1]=10     residual[0][2]=10
residual[1][2]=2      residual[1][3]=4      residual[1][4]=8
residual[3][5]=10     residual[4][3]=6      residual[4][5]=10
def BFS(source,sink): q.empty()
for i in range(m): pre[i] = float('inf')
flow[source] = float('inf')  q.put(source)
while(not q.empty()): index = q.get()
if(index == sink):       break
for i in range(m):
if((i!=source)&(residual[index][i]>0)&  (pre[i]==float('inf'))):   pre[i]  =
index  flow[i] = min(flow[index],residual[index][i])
if(pre[sink] == float('inf')):   return -1 else:     return flow[sink] def
maxflow(source,sink):sumflow = 0  augmentflow = 0
while(True): augmentflow = BFS(source,sink)
if(augmentflow == -1):  break     k = sink
while(k!=source): prev = pre[k]
maxflowgraph[prev][k] += augmentflow
residual[prev][k] -= augmentflow
residual[k][prev] += augmentflow
k = prev    sumflow += augmentflow  return sumflow
result = maxflow(0,m-1)    print(result)   print(maxflowgraph)
```

والمخطط التالي يوضح التدفق الأعظمي:

تنفيذ الخوارزمية يعطي: Maxflow is 19



الشكل(5)

7–2–3– خوارزمية دينيك Dinic [23]:

1– نعطي القيمة صفر لتدفق جميع الأضلاع f(e) = 0

2– نبني الغراف المستوي G_L من G_F لـ G. اذا كان INF = If dist (t) عندئذ نتوقف ونعطي التدفق الأعظمي F .

3– أوجد التدفق المسدود F' blocking flow في G_L.

4– أضف قيمة التدفق المسدود F' الى F ثم عد للخطوة 2.

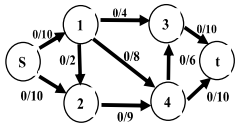
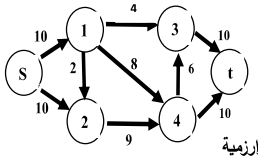
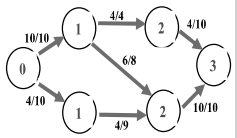
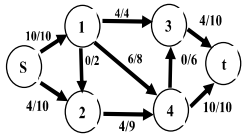
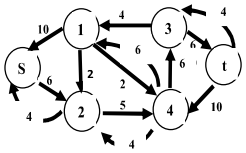
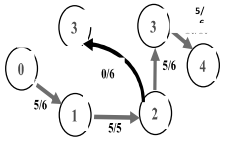
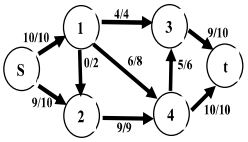
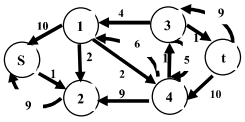
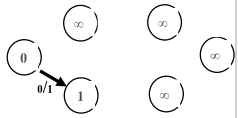
تنفيذ الخوارزمية : نستخدم المثال السابق لتنفيذ خوارزمية دينييك

```
from queue import Queue    m = 6
residual =[[0 for i in range(m)] for j in range(m)]
maxflowgraph = [0 for i in range(m)] for j in range(m)]
flow =[0 for i in range(m)]pre = [float('inf') for i in range(m)]
level =[float('inf') for i in range(m)sumflow = 0
residual[0][1]=1    residual[0][2]=10
residual[1][2]=2    residual[1][3]=4  residual[1][4]=8
residual[2][4]=9    residual[3][5]=10
residual[4][3]=6    residual[4][5]=10
def build_level(source,sink):  level[source] = 0
level_pre = [float('inf') for i in range(m)]
```

```
q = Queue()  q.put(source)
while(not q.empty()):  current = q.get()
if((i==source)|(i==current)):                                    continue
if((residual[current][i]>0)&(level_pre[i]==float('inf'))):
level_pre[i] = current
level[i] = level[current]+1  q.put(i)   print(level)
if(level_pre[sink]!=float('inf')):  return True
else   return False
def get_augment(source,sink):temp_augment = [source]    count = 1
def recursion(count): for i in range(m):
if(level[i]==count)temp_augment.append(i)
if(i == sink): print(temp_augment)
send_flow(temp_augment,source,sink)
recursion(count+1)   temp_augment.remove(i)
recursion(count)      print()
def send_flow(augment,source,sink):  global sumflow
flow[sink] = float('inf')    print(flow)
for        i        in        range(len(augment)-1):flow[augment[i+1]]=
min(flow[augment[i],residual[augment[i]][augment[i+1])print(flow)
if(flow[sink] != 0):sumflow += flow[sink] print(augment,flow)
for i in range(len(augment)-1):
residual[augment[i]][augment[i+1]] -= flow[sink]
residual[augment[i+1]][augment[i]] += flow[sink]
maxflowgraph[augment[i]][augment[i+1]] += flow[sink]  print()
def dinic(source,sink):flow[source] = float('inf')
while(True): temp = build_level(source,sink)
if(temp is False):   break else: get_augment(source,sink)
dinic(0,m-1)  print(sumflow)  print(maxflowgraph)
```

يمكن توضيح خطوات تنفيذ الخوارزمية بالشكل التالي:

الجدول(1)

	G	G_F	G_L
1		 خوارزمية	
	التدفق المسدود: Blocking flow=14		
2			
	التدفق المسدود: Blocking flow=5 لذلك يصبح التدفق المسدود الكلي Blocking flow=14+5=19		
3			
	لم يعد بالإمكان الوصول للمصب في الغراف المتبقي لذا تنهى الخوارزمية والتدفق الأعظمي=19		

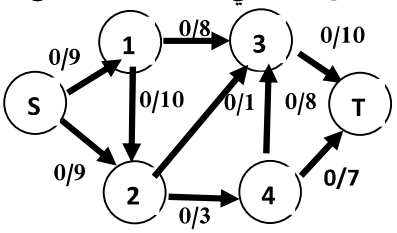
7-2-4- أمثلة تطبيقية وعملية لخوارزميات التدفق الأعظمي

خوارزميات التدفق وسيلة فعالة لنمذجة وحل مشكلات العالم الحقيقي بطريقة فعالة ومتطورة. لديها العديد من المزايا: حل المشاكل بكفاءة، فهم مشاكل العالم الحقيقي المعقدة، تحسين مهارات حل المشكلات، تعزيز مهارات البرمجة. ولهذه الخوارزميات مجموعة واسعة من التطبيقات الحقيقية:

- التوجيه: تُستخدم هذه الخوارزميات للعثور على الحد الأقصى لتدفق شبكة، والتي يمكن استخدامها لتحسين التوجيه. يمكن أن تساعد خوارزميات تدفق الشبكة في تحسين توجيه الحزم.
- الجدولة: تُستخدام خوارزميات تدفق لنمذجة مشاكل الجدولة كمشاكل تدفق لإيجاد جدول مثالي يقلل من إجمالي وقت المعالجة.
- تخصيص الموارد: تُستخدام خوارزميات التدفق لنمذجة مشاكل تخصيص الموارد كمشاكل تدفق، لإيجاد التخصيص الأمثل الذي يزيد من القيمة الإجمالية للمشاريع.

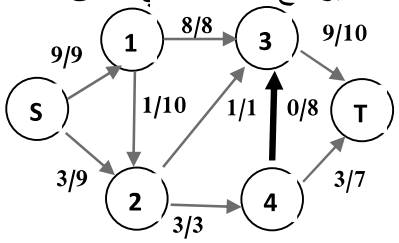
7-2-4-1-تطبيق خوارزميات التدفق الأعظمي على مسألة تقانة نقل البترول:

بفرض لدينا الشبكة التالية لنقل البترول من S وحتى T. المطلوب: ايجاد التدفق الأعظمي للبترول من S وحتى T.



الشكل (6)

تطبيق **فورد_فولكرسون** على المسألة يعطي التدفق الأعظمي :**12** . يوضح الشكل التالي التدفق الأعظمي في شبكة أنابيب نقل البترول :



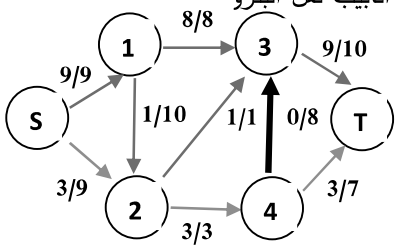
الشكل (7)

تطبيق **ادموند_كارب** التي تستخدم طريقة البحث عرض_أولاً ، يعطى المسارات التالية:

S-1-2-4-3-**T** ،**S**-1-2-4-**T** ،**S**-1-2-3-**T**،**S**-1-3-T ،S-2-3-**T**

S-2-4-**T** ،**S**-2-4-3-**T**

والتدفق الأعظمي 12. يوضح الشكل التالي التدفق الأعظمي في شبكة أنابيب نقل البترو



الشكل(8)

تطبيق خوارزمية **دينك** على المسألة يعطي:

```
1-     The blocking flow consist of :
{S-1-3-T} with 8 units of flow
{S-2-3-T} with 1 unites of flow
{S-2-4-T} with 2 unites of flow
```

بالتالي **blocking flow=11**، وقيمة التدفق الأعظمي هو **11** وحدة.

```
2-     The blocking flow consist of :
{S-1-2-4-T} with 1 units of flow
```

لذلك **blocking flow=1**، وقيمة التدفق الأعظمي الكلي**12**= **1**+**11**. باعتبار أن **T** لم يعد بالامكان الوصول اليه في الغراف المتبقي، تنهى الخوارزمية وتعيد التدفق العظمى وهو **12**.

7-3-خوارزميات البرمجة الديناميكية Dynamic Programing

بفرض لدينا حقيبة ظهر سعتها10، نريد أن نضع فيها العناصر a, b, c, d, e ذات الأوزان 2, 2, 6, 5, 4 والقيم 6, 3, 5, 4, 6 على التوالي، يجب عدم تكرار اختيار العنصر، المسألة هي كيفية اختيار عناصر الحقيبة والتي تملك أكبر قيمة؟ سنقوم بحل هذا المثال باستخدام:

7-3-1- البرمجة الديناميكية [21]:

1- نجزئ المسألة الأصلية إلى مسائل فرعية .

2- نعتبر أن عدد عناصر حقيبة الظهر n هي المسألة الأصلية (n=5).

3- نأخذ بعين الاعتبار فرضيات المسألة وهي الحد الأقصى للسعة C = 10.

4- نرمز للعناصر الخمسة والسعة القصوى بالتابع f [n][c]، تُحلل المسألة الأصلية إلى حالتين:

الحالة الأولى: لا ننظر للحد الأقصى عند اضافة عنصر جديد للحقيبة.

الحالة الثانية: مراعاة الحد الأقصى عند وضع عنصر جديد وذلك لحل المسألة [10] [5] f نأخذ الحد الأقصى للحالتين أعلاه وذلك خلال حل المسائل الفرعية، يُظهر التحليل من أعلى لأسفل أن المسألة الأصلية تتطلب حلاً للمسألة الفرعية. نحتاج أولاً إلى حساب حل المسألة الفرعية وحلها من الأسفل إلى الأعلى.

تنفيذ الخوارزمية: نستخدم المثال السابق لحقيبة الظهر لتنفيذ الخوارزمية

```
class Knapsack {static int max(int a,int b){ return (a>b)?
a:b; } static int knapSack(int W,int wt[],int val[],int n){
int i,w; int K[][] = new int[n+1][W+1];
for (i = 0; i <= n; i++) { for (w = 0; w <= W; w++) {
if (i==0 || w==0) K[i][w] = 0;  else if (wt[i-1] <= w)
K[i][w] = max(val[i-1] + K[i-1][w-wt[i-1]], K[i-1][w]);
Else     K[i][w] = K[i-1][w]; } } return K[n][W]; }
public static void main(String args[]) {
int val[] = new int[]{6, 3, 5, 4 ,6  };
int wt[]=new int[]{2,2,6,5 ,4};int W =10;int n = val.length;
System.out.println(knapSack(W, wt, val, n)); }}
```

يوضح الجدول التالي تنفيذ الخوارزمية الديناميكية، علماً أن ترتيب العناصر عشوائي.

العنصر	الوزن	القيمة	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
a	2	6	0	0	6	6	9	9	12	12	15	15	**15**
b	2	3	0	0	3	3	6	6	9	9	9	10	**11**
c	6	5	0	0	0	0	6	6	6	6	6	10	**11**
d	5	4	0	0	0	0	6	6	6	6	6	10	**10**
e	4	6	0	0	0	0	6	6	6	6	6	6	**6**

الجدول(2)

7-3-2-خوارزمية كريدي(الجشع)Greedy[9]:

1- حساب نسبة القيم على الأوزان لكل عنصر من العناصر المعطاة.

2- ترتيب العناصر وفقاً للنسب المحسوبة في الخطوة الأولى.

3- تكرار العملية التالية حتى لا يتبقى أي عنصر في القائمة المرتبة: اذا كان العنصر الحالي في القائمة المرتبة يصلح لحقيبة الظهر نضعه في الحقيبة وننتقل للعنصر التالي والا ننتقل مباشرةً للعنصر التالي.

تنفيذ الخوارزمية: نستخدم المثال السابق لتنفيذ خوارزمية الجشع

```
class Knapsack {static int max(int a, int b){ return (a > b)?
a : b; }static int knapSack(int W,int wt[],int val[],int n){
if (n == 0 || W == 0) return 0;
if (wt[n-1] > W) return knapSack(W, wt, val, n-1);
else return max( val[n-1] + knapSack(W-wt[n-1],wt, val, n-1),
knapSack(W,wt,val, n-1)); }
public static void main(String args[])
{int val[] = new int[]{6, 3, 5,4 ,6 };
int wt[] = new int{2,2,6,5,4 };int W = 10; int n = val.length;
System.out.println(knapSack(W, wt, val, n)); }
```

يمكن توضيح تنفيذ خوارزمية الجشع بالخطوات التالية :

1– نقوم بحساب النسب ومن ثم نرتبها بشكل تنازلي

العنصر	الوزن	القيمة	النسبة	النسب مرتبة
A	2	6	3	A (3)
B	2	3	1.5	B(1.5)
C	6	5	0.83	E(1.5)
D	5	4	0.80	C(0.83)
E	4	6	1.5	D(0.80)

الجدول(3)

2-نبدأ بمليء الحقيبة بالعناصر ذات النسب الأكبر:

وزن الحقيبة	العناصر في الحقيبة	الكلفة
10	0	0
8	A	6
6	A,B	9
2	A,B,E	15

الجدول(4)

7–3–3–أمثلة تطبيقية وعملية لخوارزميات البرمجة الديناميكية

البرمجة الديناميكية تقنية قوية لحل المشكلات المعقدة، تساعد على ايجاد حلول أسرع وأكثر كفاءة، إضافة لرؤى وقرارات أفضل، يمكنها تقليل التعقيد الزماني والمكاني وكلفة حل المشكلات ومخاطر الأخطاء. لها مزايا عديدة: ايجاد الحل الأمثل العام، الكفاءة، العمومية، تقليل الوقت والموارد، إعادة استخدام النتائج الوسيطة ... ، ولها تطبيقات واسعة:

تخصيص الموارد: يمكن للبرمجة الديناميكية وضع استراتيجية تخصيص الموارد المثلى لكل مشروع أو نشاط لتعظيم إجمالي العائد أو المنفعة.

إدارة المخزون: يمكن للبرمجة الديناميكية وضع سياسة المخزون المثلى التي تحدد مقدار الطلب وتاريخه لتقليل الكلفة الإجمالية للاحتفاظ والطلب والنقص .

تخطيط الإنتاج والتسعير: يمكن للبرمجة الديناميكية تخطيط الإنتاج لتلبية الطلب وتحسين الكفاءة، مما يؤدي لزيادة الربح أو تقليل الكلفة. كما يمكنها مساعدة الأنشطة التجارية في تحديد أسعارها، من أجل تعظيم إيراداتها أو حصتها في السوق.

الجدولة: يمكن للبرمجة الديناميكية وضع خطة جدولة مثالية تحدد ترتيب ومدة كل مهمة لتقليل إجمالي الوقت أو الكلفة.

أما خوارزميات الجشع فهي أداة أمثلة قوية، تُوجد حل أمثل محلي. على الرغم من أنها لا تضمن ايجاد الحل الأمثل العام، إلا أنها طريقة بسيطة وفعالة لحل العديد من مشكلات العالم الحقيقي التي تملك خصائص: **الجشع، بنية فرعية مثلى.**

لهذه الخوارزميات تطبيقات واسعة:

الجدولة: أحد أكثر التطبيقات شيوعاً لخوارزميات الجشع، يتمثل الهدف في تخصيص الموارد أو المهام لتقليل وقت الانتهاء أو زيادة استخدام الموارد.

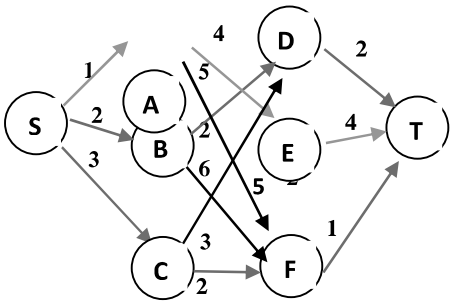
أقصر مسار: يتمثل الهدف في العثور على أقصر مسار بين عقدتين في بيان.

ترميز Huffman: تقنية ضغط البيانات بدون خسارة، تستخدم في الاتصالات الرقمية والتخزين.

الحد الأدنى لشجرة الامتداد: شجرة تربط جميع عقد بيان مع الحد الأدنى الممكن لوزن الضلع.

7-3-3-1- تطبيق خوارزميات البرمجة الديناميكية والجشع على مسألة نقل:

من أهم تطبيقات البرمجة الديناميكية مسألة النقل، المطلوب إيجاد أقل كلفة أو زمن أو مسافة لنقل مواد من المنبع S الى المصب t، لا يوجد طريق مباشر لإجراء عملية النقل.



حل المسألة باستخدام البرمجة الديناميكية:

T <-D <-B <-S، كلفة (زمن أو طول) المسار 2 + 2 + 2 = 6

T <-F <-C <-S، كلفة (زمن أو طول) المسار 1 + 2 + 3 = 6 **الشكل(9)**

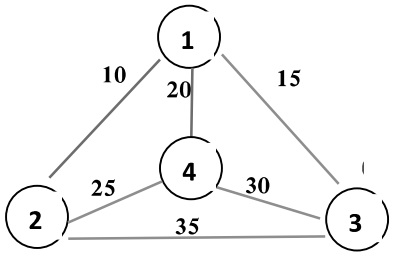
اما حل المسالة باستخدام خوارزمية الجشع:

T <-E <-A <-S، كلفة (زمن أو طول) المسار 1 + 4 + 4 = 9.

في هذه المسألة لم تعطي خوارزمية الجشع الحل الأمثل انما حل قريب منه، بينما أعطت البرمجة الديناميكية أكثر من حل مثالي، وهذا يعطي ديناميكية أكثر للحل.

7-3-3-2- تطبيق خوارزميات البرمجة الديناميكية والجشع على مسألة البائع الجوال:

تعد هذه المسالة من نوع NP_hard، يريد بائع جوال زيارة عدة مدن منطلقاً من المدينة1، بشرط زيارة كل مدينة مرة واحدة ومن ثم العودة إلى المدينة 1. المطلوب العثور على أقصر طريق ممكن:



حل المسألة باستخدام البرمجة الديناميكية: **الشكل(10)**

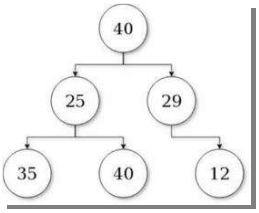
1-2-4-3-1، ان كلفة هذا الطريق الأمثل هي 15+30+25+10 وتساوي 80

اما حل لمسالة باستخدام خوارزمية الجشع:

1-2-4-3-1، ان كلفة هذا الطريق الأمثل هي 15+30+25+10 وتساوي 80

في هذا المثال أعطت كلاً من البرمجة الديناميكية والجشع نفس الحل الأمثل، لكن من الممكن أن تعطي خوارزمية الجشع من أجل قيم أخرى لهذه المسألة أسوء حل ممكن.

7-3-3-3- تطبيق خوارزميات البرمجة الديناميكية والجشع على مسألة ايجاد أفضل قيمة:



الشكل(11)

حل المسألة باستخدام البرمجة الديناميكية:40 -25-40 وهو الحل الأمثل.

اما حل المسالة باستخدام الجشع: 12–29–40 وهو أسوء حل ممكن.

7–3–3–4– تطبيق خوارزميات البرمجة الديناميكية والجشع على مسألة تغيير العملة:

لدينا مبلغ معين 36، والمطلوب ايجاد أقل عدد من القطع المعدنية (20,5,10,1) المكونة لهذا المبلغ. تعطي البرمجة الديناميكية الحل الأمثل(20,10,5,1)، أيضاً تعطي الجشع نفس الحل. في حين لو تغيرت القيم، فمن الممكن أن لاتعطي الحل الأمثل، المبلغ المطلوب هو 6 والقطع المعطاة (4,1,3)، عندها الحل الأمثل باستخدام DP هو قطعتين من فئة 3، أما خوارزمية الجشع تعطي الحل(4،1،1) وهو ليس الأمثل، خوارزمية الجشع مضمونة لايجاد الحل الأمثل إذا كانت فئات العملة في شكل قوة رقم واحد. **مثال آخر:** بفرض لدينا مجموعة أنشطة، لكل منها وقت بدء ونهاية، ونريد جدولة أكبر عدد من الأنشطة دون تداخل. تقوم خوارزمية الجشع باختيار النشاط ذو أقدم وقت نهاية ولا يتداخل مع الأنشطة المحددة مسبقاً. خوارزمية الجشع مضمونة العثور على الحل الأمثل إذا تم فرز الأنشطة في أوقات النهاية. وقد تفشل في العثور على الحل في بعض الحالات.

8– تطبيقات متقدمة لخوارزميات الأمثلة(التحسين)

- خوارزميات الأمثلة لتحسين تخطيط النقل: يمكن لهذه الخوارزميات تحسين كفاءة شبكة النقل، تقليل أوقات السفر، تحسين الوثوقية لشبكة النقل. من أنواع الخوارزميات المستخدمة: البرمجة الخطية والبرمجة الديناميكية والخوارزميات الوراثية.
- خوارزميات الأمثلة التخمينية لتحسين توقيت اشارات المرور الضوئية: يمكن لهذه الخوارزميات تحسين توقيت الاشارات الضوئية مما يؤدي لتقليل وقت الانتظار، استهلاك الوقود وتلوث الهواء إلى أدنى مستوى ممكن. من أنواع الخوارزميات المستخدمة: الخوارزميات الجينية، خورزمية سرب الطيور، خوارزمية تابو، خوارزمية مقارنة الدوال.
- خوارزميات ذكاء السرب لتحسين تشخيص الأمراض: يمكن لخوارزميات الأمثلة تحسين التشخيص المبكر والدقيق والسريع للأمراض مما يحسن من نتائج الشفاء والمعالجة والاجابة على كافة الأسئلة المستقبلية. من الخوارزميات المستخدمة: تشخيص سرب الرئة PSO، مستعمرة الجلد الاصطناعي ABC وتأكدة الذئبة الرشيقة GWO.
- خوارزميات أمثلة البيانات: هي بمثابة العمود الفقري لعملية صنع القرار المستندة إلى البيانات. وتمكن من استخلاص رؤى قابلة للتنفيذ من مستودعات البيانات الخاصة بها. من أنواع الخوارزميات المستخدمة: النزول المتدرج، الخوارزميات الجينية، التلدين المحاكي.
- خوارزميات أمثلة التنبؤ بأسعار الأسهم: تقوم هذه الخوارزميات بتحديد توقعات دقيقة وموثوقة لسعر السهم. من الخوارزميات المستخدمة: الشبكات العصبية الاصطناعية، خوارزميات التحسين التطوري، الخوارزمية الجينية GA، خوارزمية تحسين سرب الجسيمات PSO .

8–1–تطبيقات حقيقية لخوارزميات الأمثلة(التحسين)

- تخصيص التجارة الإلكترونية: قام أحد بائعي التجزئة بتنفيذ خوارزمية تعلم الآلة لتحليل سلوك العملاء وسجل الشراء. والنتيجة حملة إعلانية بمنتجات ذات احتمالية عالية للشراء.
- تحسين صناعة السفر :استخدمت إحدى شركات السفر التحليلات التنبؤية لاستهداف الإعلانات استناداً إلى سجل بحث المستخدمين وتفضيلاتهم. ومن خلال تحسين موضع الإعلان وتوقيته، حققت الشركة معدل تفاعل أعلى بنسبة 50% على إعلاناتها.
- استهداف الخدمات المالية: استخدمت إحدى الشركات الاستهداف الخوارزمي لتقديم عروض لبطاقات الائتمان. تمكنت الشركة من تخصيص إعلاناتها لتتناسب مع الملف المالي لكل مستخدم، مما أدى إلى زيادة بنسبة 40% في طلبات

البطاقات الجديدة. قامت إحدى الشركات المالية بتطبيق التحليلات التنبؤية لاكتشاف المعاملات الاحتيالية. أدى تنفيذ هذه النماذج التنبؤية إلى انخفاض بنسبة 30% في الأنشطة الاحتيالية.

- حملات الرعاية الصحية: قام أحد مقدمي الرعاية الصحية بتطبيق نظام استهداف إعلانات المعلومات الديموغرافية واستعلامات البحث واهتمامات المستخدم للترويج لبرامج الصحة. وأدى ذلك إلى جمهور أكثر استنارة وزيادة بنسبة 25% في معدلات التسجيل في البرامج. كما استخدمت شبكة مستشفيات التحليلات التنبؤية لتحسين نتائج المرضى، تمكنوا بذلك من تصميم خطط رعاية ما بعد الخروج من المستشفى. وبذلك شهد المستشفى انخفاضاً بنسبة 25% في حالات إعادة الإدخال، مما أدى إلى انخفاض كبير في التكاليف وتحسين صحة المرضى.
- الترفيه والوسائط: تستخدم خدمة البث المباشر الاستهداف الخوارزمي لاقتراح عروض وأفلام جديدة استناداً إلى سجل المشاهدة. لم يؤدي هذا الأسلوب إلى تحسين تفاعل المستخدمين فحسب، بل أيضاً خفض معدلات التوقف عن العمل بنسبة 18%.
- ثورة البيع بالتجزئة: نفذت شركة تحليلات تنبؤية لتحسين إدارة مخزونها،وتمكنت بذلك من التنبؤ بالطلب على المنتج بدقة عالية. وأدى ذلك إلى انخفاض تكاليف المخزون بنسبة 20% وزيادة المبيعات بنسبة 15% .
- مزامنة سلسلة التوريد: قامت إحدى شركات التصنيع بدمج التحليلات التنبؤية في عمليات سلسلة التوريد. وقد مكنهم هذا من تقليل المهل الزمنية بنسبة 40% وزيادة رضا العملاء.
- كفاءة الطاقة: استخدمت إحدى شركات الطاقة التحليلات التنبؤية لتحسين توزيع الكهرباء عبر شبكتها. وأدى ذلك إلى تحسن بنسبة 10% في كفاءة استخدام الطاقة وتقليل حالات الانقطاع.

9-الخوارزميات الهجينة

يُطلق على الجمع بين إحدى خوارزميات Metaheuristic وتقنيات الأمثلة، خوارزميات Metaheuristic الهجينة، والتي تتميز بسلوكها الفعال ومرونتها العالية في التعامل مع مشكلات العالم الحقيقي وعلى نطاق واسع. سنشير في هذا البحث لخوارزمية هجينة جديدة(IWOCSO)، استُخدمت هذه الخوارزمية في حل 23 وظيفة أمثلة عالمية(تمت دراسة الخوارزميات الجينية والشرح التفصيلي للخوارزمية الهجينة في بحث مستقل).

9-1- خوارزمية أمثلة الأعشاب الضارة Invasive Weed Optimization(IWO)

هي خوارزمية الأمثلة العشوائية الرقمية المستوحاة بيولوجياً من الأعشاب الضارة، والتي ببساطة تحاكي السلوك الطبيعي للأعشاب الضارة في الاستعمار لإيجاد مكان مناسب للنمو والتكاثر، هي خوارزمية قائمة على ذكاء المجتمع. خطوات الخوارزمية:1- تهيئة المجتمع الابتدائي، 2- التكاثر، 3- التشتت المكاني، 4-الإقصاء(الاستبعاد) التنافسي.

9-2- خوارزمية أمثلة سرب الدجاج Chicken Swarm Optimization(CSO)

هي خوارزمية أمثلة عالمية ذكية مستوحاة من الطبيعة، تحاكي النظام الهرمي لسرب الدجاج (ديكة، دجاج، صيصان) وسلوكهم في البحث عن الطعام. خطوات الخوارزمية:1- يُقسم سرب الدجاج لمجموعات وتُحدد هوية الدجاج وفقاً لدالة لياقة الدجاج نفسها، الدجاج ذو أفضل لياقة ديوك، والدجاج ذو أسوأ لياقة صوص والباقي دجاج. 2- النظام الهرمي وعلاقة الهيمنة وعلاقة الأم_الطفل في المجموعة ستبقى على حالها. وستُحدث هذه الحالات عدة مرات. 3- تتبع الدجاجات الديوك في بحثها عن الطعام بينما تمنع الآخرين من أكل طعامهم. يفترض أن الدجاج سيسرق الطعام الجيد عشوائياً الذي وجده الآخرون، وأن الصيصان تبحث عن طعام حول الدجاجة، وأن الأشخاص المسيطرين لديهم الأفضلية في المنافسة على الطعام.

9-3-الخوارزمية المقترحة

لإضافة ذكاء السرب إلى خوارزمية IWO، تم دمج IWO مع CSO، والتي تستخدم ذكاء السرب لإيجاد الحل الأمثل العالمي. سُميت الخوارزمية الجديدة المقترحة IWOCSO، خطواتها: 1- تكوين مجتمع أولي وحساب دالة اللياقة لهذه المجتمع. 2- تكاثر بذور جديدة(إنتاج جيل جديد)، و نشر البذور في فضاء البحث (التشتت المكاني). 3- تحديد موقع الأبناء في فضاء البحث. ثم جمع الآباء والأطفال معاً لتشكيل مستعمرة الأعشاب الضارة. 4- في هذه الخطوة، تبدأ خوارزمية أمثلة سرب الدجاج CSO وهي:

أولاً: تم تجميع مستعمرة الآباء والأطفال معاً، واعتبرت المجتمع الأولي لخوارزميةCSO .

ثانياً: تحديد حركة الديوك . ثالثًا: تمثيل حركة الدجاج.

رابعاً: تحسب حركة الصيصان. أخيراً وليس آخراً، إذا تم استيفاء الشرط النهائي، نتوقف، والا نكرر الخطوات الأربع المذكورة أعلاه حتى يتم استيفاء الشرط النهائي.

5- بمجرد اكتمال جميع خطوات خوارزمية أمثلة سرب الدجاج، يستخدم المجتمع ذو أفضل قيمة لتابع الهدف في خوارزمية CSO، كمستعمرة للأعشاب لإعادة الدخول في خوارزمية أمثلة الأعشاب الضارة، بعد ذلك تُحسب دالة اللياقة لهذا المجتمع بعد أن يتم تحسينه.

6- يتم ترتيب المجتمع السكاني المحسن بناءً على قيمة دالة اللياقة.

7- بعد ترتيب المجتمع المحسن، نستخدم خاصية الاستبعاد التنافسي لخوارزمية IWO. وتكرر العملية حتى يتم الوصول إلى الحل الأمثل أو حتى يستوفي شرط التوقف.

تم اختبار خوارزمية IWOCSO الجديدة باستخدام 23 مسألة أمثلة عالمية، وتمت مقارنة IWOCSO الجديدة مع خوارزمية أمثلة الحوت WOA، وخوارزمية اليعسوب DA. أظهرت النتائج نجاح الخوارزمية الهجينة IWOCSO في إيجاد الحل الأمثل لـ 19 وظيفة من أصل 23 وظيفة اختبار، وهذا دليل على نجاح عملية التهجين وفائدة استخدام ذكاء السرب.

10-الاستنتاجات والتوصيات

لقد وُضعت نتائج المقارنة بجداول، حيث تم تفضيل خوارزمية على أخرى باستخدام معيار الزمن. وعليه يستطيع الباحثون اختيار الخوارزمية الأفضل واستخدامها كل بحسب اهتمامه وعمله. اجري الاختبار باستخدام جهاز كمبيوتر(GHZ, GB42.50)، ونظام تشغيلWindows 7. نوصي باجراء المزيد من الدراسات على خوارزميات التحسين ولاسيما الحديثة (الخوارزميات الجينية، الخوارزميات متعددة الأهداف)، وذلك لتقديم المزيد من الفائدة العلمية لكافة الباحثين.

- **خوارزميات المسار الأقصر**: يمكن ترتيب النتائج ضمن الجدول التالي:

Algorithm	Time	Year	Positive Weight	Positive Cycle
Dijkstra	$O(V^2)$,O(E log V)	**1956**	**no**	**no**
Bellman_ Ford	O(V.E)	**1958**	**yes**	**yes**
Floyed Warshall	$O(V^3)$	**1962**	**yes**	**no**
Johnson	$O(V^2LOGV+V.E)$	**1977**	**yes**	**no**

الجدول(5)

- **Dijkstra** أسرع وأفضل خوارزمية مسار أقصر وحيد المنبع، تتبع النهج الجشع في أدائها، وتُنفذ بعدة طرق: قائمة انتظار الأولوية (الكومة) والمصفوفة.

- التعقيد الزمني لـ **Dijkstra** باستخدام رتل الأولوية Min Heap(logV (V+E))O ، يُخفض هذا التعقيد إلى O(E+VLogV)باستخدام كومة فيبوناتشي(تستغرق كومة فيبوناتشي وقت O(1) لمفتاح الانخفاض بينما تستغرق الكومة الثنائية O(Logn)). تنفيذ **Dijkstra** باستخدام المصفوفة أبسط الا أنه أقل كفاءة، خاصة في البيان الكثيف، التعقيد $O(V^{\wedge 2})$ في أسوء الحالات. تعمل **Dijkstra** بكفاءة وبأفضل حالة باستخدام كومة فيبوناتشي، في بيانات العالم الحقيقي المتفاونة الكثافة(تعقيد **Dijkstra** المعدلة لمسألة أقصر مسار مع أدنى حد من الأضلاع، باستخدام المصفوفة $O(V^2)$، وباستخدام كومة فيبوناتشي O(E+VlogV)، (تعقيد **Dijkstra** لمسألة أقصر مسار مع عدد زوجي من الأضلاع لبيان غير موجه، باستخدام MinHeap (logV E)O، وباستخدام كومة فيبوناتشي O(E+Vlog (V)،(تعقيد **Dijkstra** المعدلة لمسألة أقصر مسار بحيث يتغير فرق أوزان الأضلاع المتجاورة في أقصر مسار من الموجب إلى السالب والعكس صحيح(logV (E + V)) O، تُستخدم قائمة أولوية لتنفيذ الخوارزمية، ويستغرق فرز الأضلاع زمن (ElogE) O)(تُوجد **Dijkstra** عدد طرق الوصول من المنبع إلى المصب في بيان بأقل وقت ممكن، وباستخدام مصفوفة التجاور بزمن$O(V^2)$، أما باستخدام كومة فيبوناتشي،الزمن (V log V+E)O. البيان المعطى بالشكل:

{{0,6,7},{0,1,2},{1,2,3},{1,3,3},{6,3,3},{3,5,1},{6,5,1},{2,5,1},{0,4,5},{4,6,2}}

توجد فيه 4 طرق زمن كل منها 7 دقائق وهي: 0->6، 0->4->6، 0->1->2->5->6

. 0->1->3->5->6

- عندما تكون أوزان الأضلاع أعداداً صحيحة صغيرة (تحدها معلمة C)، يمكن استخدام قوائم انتظار متخصصة تستفيد من هذه الحقيقة لتسريع خوارزمية **Dijkstra**. الخوارزمية الأولى من هذا النوع هي خوارزمية **Dial** للبيان ذو الأوزان الصحيحة الموجبة، وتستخدم قائمة انتظار دلو للوصول الى زمن O(|E|+|V|C)(تُوجد **Dial**(Dijkstra المحسنة للأوزان ذات النطاق الصغير)، أقصر المسارات في بيان ذو أوزان صغيرة، بزمن أسرع بكثير من **Dijkstra**، وبتعقيد O(E+V). يؤدي استخدام شجرة Van Emde Boas كقائمة أولوية لزيادة التعقيد إلى O(E log logC). خوارزمية أخرى تعتمد على مزيج من كومة جذر وكومة فيبوناتشي تعمل في زمن O(|E|+|V|Sqr logC). أفضل الخوارزميات في هذه الحالة الخاصة هي خوارزمية Thorup 2000 ذات التعقيد O(E log logV)، وخوارزمية 1997رامان ذات التعقيد O(|E|+|V| min{(logV)$^{1/3+\varepsilon}$,(logC)$^{1/4+\varepsilon}$}).
- تتعامل **Dijkstra** مع بيان موجه وغير موجه، ولاتستطيع التعامل مع الأوزان أو الدورات السالبة،على حين تستطيع **Bellman_Ford** ذلك(تحل **Bellman_Ford** مسألة تحديد احتواء البيان على دورة سالبة أم لا، بزمنO(E.V)، على حين أن **Dijkstra** لاتستطيع ذلك. البيان التالي:{{0,1,1},{1,2,-1},{2,3,-1},{3,0,-1}}، يحتوي دورة سالبة). **Dijkstra** أسرع بكثير من **Bellman_Ford** لنفس المسألة، لذا من الأفضل استخدامها بدلاً منها خصوصاً اذا كان البيان كبير الحجم. تُستخدم **Dijkstra** في بروتوكولات التوجيه، وفي أنظمة الخرائط (خرائطGoogle)(تحل **Bellman_Ford** مسألة أقل كلفة لمسار من مصدر معين إلى وجهة مع K من المحطات بزمن O (V.E)، بينما تحل **Dijkstra** المسألة بزمن O (E + Vlog V)).
- **Dijkstra** لها نفقات عامة أقل من **Bellman_Ford**، تتمتع **Dijkstra** بقابلية توسع أكثر من**Bellman_Ford**، والتي تعتبر مناسبة جداً للأنظمة الموزعة. نتيجة **Dijkstra** عقد تحتوي معلومات كاملة حول الشبكة، وليس فقط العقد المتصلة بها(تُوجد **Dijkstra** الحد الأدنى للكلفة من المنبع الى المصب، عن طريق تعديل كلفة الضلع، بزمن(E log V) O)،(تُوجد **Dijkstra** المسار الأوسع(المسار بين عقدتين من بيان لزيادة وزن الضلع ذو الوزن الأدنى في المسار، التطبيق العملي لهذه المسألة هو العثور على الحد الأقصى لمسار النطاق الترددي بين مكانين

في اتصال الإنترنت)، تحل **Dijkstra** المسألة باستخدام كومة فيبوناتشي، وبتعقيد O (E +VlogV). البيان: {{4,3,5},{2,3,3},{1,4,2},{1,2,1}}فيه Widest path = 3−4−1، Widest distance=2).) بينما نتيجة **Bellman_Ford** عقد تحتوي على معلومات حول العقد الأخرى المتصلة بها.

- البحث بتكلفة موحدة هو نوع من خوارزمية **Dijikstra**. هنا بدلاً من إدراج كافة العقد في قائمة الانتظار، نقوم بإدراج المنبع فقط، ثم ندرج بقية العقد عند الحاجة. في كل خطوة نتحقق من وجود العقدة في قائمة الأولوية، إذا كانت موجودة، فإننا ننفذ مفتاح النقصان، وإلا فإننا ندخلها. هذا البديل من **Dijkstra** مفيد للبيانات اللانهائية والكبيرة جداً بحيث لا يمكن تمثيلها في الذاكرة. يُستخدم البحث بتكلفة موحدة بشكل أساسي في الذكاء الاصطناعي. التعقيد الزمني لهذه الخوارزمية((l/ e) +1) ^ m) O ,m العدد الأقصى لجيران كل عقدة، l طول أقصر طريق إلى الحالة، e هو أقل تكلفة للضلع(أقل كلفة من العقدة 0 الى العقدة 6 في البيان: {3,6,6} {3,1,5} ,{1,6,1} ,{0,3,5} ,{0,1,2}} {6,4,7} ,{5,6,3} ,{5,2,6} ,{4,5,3} ,{4,2,4} {2,1,4} {3,4,2} تساوي 3) .
- تُوجد **Dijkstra** الحد الأدنى لعدد الأضلاع الواجب عكسها من أجل إنشاء مسار واحد على الأقل من المنبع إلى المصب، باستخدام الكومة، بتعقيد(O(E+Vlog V، أما باستخدام مفهوم نهج 0−1 BFS، يصبح التعقيد O(E+V) ، وهو أكثر كفاءة.
- تُوجد **Dijkstra** عدد أقصر المسارات بين عقدة المنبع وحتى V في بيان مرجح وموجه، وذلك باستخدم مصفوفتين، الأولى []dist لتخزين أقصر مسافة من المصدر، و الثانية للمسارات **[]** من الحجم V، لتخزين عدد أقصر المسارات المختلفة من المنبع إلى العقدة V ، بزمن O (ELogV) .
- تُوجد **Dijkstra** المعدلة أقصر مسار متعدد المصادر في بيان غير مرجح (هناك n مدينة من بينها مراكز للشرطة، المسألة هي ايجاد أقصر مسافة تفصل كل مدينة عن أقرب مركز شرطة. إذا كانت المدينة نفسها مركز شرطة، فإن المسافة 0)، باستخدام Min Heap، بزمن O (ELogV) . على حين تحل **BFS** المسألة بزمن O(E.V)، وهو أقل كفاءة من **Dijkstra**. النهج الأكثر كفاءة هو **Multisource BFS**، التعقيد الزمني لهذه الطريقة O(E+V).

بيان G(6,9) فيه العقد 1,5 هي مراكز للشرطة، وأضلاعه (5,3)،(3,4)،(6,5)،(5,4)،(3,6)،(2,3)،(2،6)،(1,6)،(1,2)، أقصر المسافات تعطى بالشكل:

1	2	3	4	5	6
0	1	1	1	0	1

- **Bellman_Ford** خوارزمية أقصر مسار وحيد المنبع، هي مثل GPS لأجهزة الكمبيوتر، على غرار **Dijkstra**. على الرغم من أنها أبطأ منها ، إلا أنها قادرة على التعامل مع بيان ذو أوزان ودورات سالبة، مما يجعلها أكثر تنوعاً. لايمكنها العثور على المسار الأقصر في حال وجود دورة سالبة، هي فقط قادرة على اكتشافها،و هي ميزة مهمة(تُوجد**Bellman_Ford** المسار الأقصر في البيان التالي: {{1−,4,3},{2,4,1},{1,3,2},{1,2,1},{0,1,5}}، وهو[0,5,6,6,7])، على حين لاتستطيع Bellman_Ford ايجاد المسار الأقصر في البيان {{0,1,4},{1,2,−1},{3,1,−2},{2,3,5},{6}، لوجود دورة وزن سالبة. تتبع الخوارزمية النهج الديناميكي في عملها، وتُوجد المسافات الأقصر من أسفل الى أعلى.
- تعقيد أفضل حالة لـ**Bellman** هو O(E)، أما تعقيد متوسط الحالة O (V.E)، يحافظ هذا التعقيد على قيمته في كثافة البيانات المختلفة، ويقترب من تعقيد أسوء حالة (تُكرر حلقة الخوارزمية |V−1| مرة، متبوعة بمرة أخرى للكشف عن الدورات السالبة) في البيانات الكثيفة(تحل **Bellman_Ford** مسألة إيجاد مجموع أقصر طول لمسار من المنبع

إلى المصب و من المصب إلى المنبع بحيث يكون لكلا المسارين عقدة مشتركة واحدة على الأقل بخلاف المنبع والمصب، بزمن O(2E). البيان المعطى بالشكل ذو المنبع 0 والمصب 1:

{0,2,1},{0,4,5},{1,4,1},{2,0,10},{2,3,5},{3,1,1},{4,2,100},{4,3,5},{4,0,5}

الحل: الرأس المشترك هو 4 والمسار هو 0 <- 4 <- 1 <- 3 <- 4 <- 0، بطول قدره 17). من المهم ملاحظة أن أسوأ حالة تتضمن وجود دورات سالبة(تعقيد **Bellman_Ford** لايجاد المسار الأقصر للبيان: {{1,0,4},{1,2,-1},{2,3,5},{3,1,-2}}، هو O(E.V) وهنا لايمكن ايجاد المسار الأقصر لوجود دورة سالبة). في حال كان البيان منفصل، التعقيد الزمني في كافة الحالات (O (E.V^2). يمكن تحسين تعقيد الخوارزمية في التطبيقات العملية، بالانهاء المبكر لها، ذلك في حال لم يُحدث تكرار الخطوة 2 أي تغييرات. يتم تخفيض تعقيد الخوارزمية من O(V.E) الى O(ι.E)، ι الحد الأقصى لطول أقصر مسار في البيان (تحل **Bellman_Ford** مسألة أقصر مسار للبيان المعطى بالشكل:

{0,1,-1},{0,2,4},{1,2,3},{1,3,2},{1,4,2},{3,2,5},{3,1,1},{4,3,-3}

هنا توجد الخوارزمية أقصر المسارات بعد التكرار الثاني، ولا يقوم التكراران الثالث والرابع بأي تغيير، في هذه الحالة يتم انهاء الخوارزمية، مما يحسن زمن التنفيذ الى O(ι.E). في هذا البيان لاتستطيع Dijkstra ايجاد أقصر مسار، والذي يعطى بالشكل :

(0,0,0) (0,1,-1) (0,2,2) (0,3,-2) (0,4,1)

تعقيد الخوارزمية O(E.V) باستخدام adjacency list، أما باستخدام مصفوفة التجاور (O(V^3، لأن التكرار على جميع الأضلاع باستخدام قائمة التجاور يتم بزمن O(E)، بينما يستغرق زمناً قدره (O (V^2 باستخدام مصفوفة التجاور.

- أُجريت تحسينات على الخوارزمية من أهمها: تحسين **Alin1970**(تعيين ترتيب خطي تعسفي لجميع العقد، وتقسيم الأضلاع إلى مجموعتين)، يقلل هذا التعديل أسوأ عدد لتكرارات الحلقة الرئيسية للخوارزمية من V−1 الى V/2. تحسين آخر قدمه **Bannister and Eppstein 2012**(استبدل الترتيب الخطي التعسفي للعقد في التحسين الثاني لالين بلتقليب العشوائي)، يقلل هذا التعديل أسوأ عدد لتكرارات الحلقة الرئيسية للخوارزمية ليصبح على الأكثر V/3.
- تحل **Bellman_Ford** مسألة ايجاد أقل كلفة تدفق أعظمي في بيان(عن طريق ارسال سعة عنق الزجاجة الى كافة الأضلاع في الدورة السالبة، اضافة لتطبيق **Bellman_Ford**)، بزمن O(V^2.E^2).البيان ذو السعة والكلفة:

cap[][] ={0,3,1,0,3},{0,0,2,0,0},{0,0,0,1,6},{0,0,0,0,2}{0,0,0,0,0 }

الكلفة: 68 cost[][]={0,1,0,0,2},{0,0,0,3,0},{0,0,0,0,0},{0,0,0,0,1},{0,0,0,0,0}

- تحل **Bellman_Ford** مسألة ايجاد مسار الحد الأدنى للكلفة من المنبع إلى المصب عبر عقدة وسيطة بزمن O(V.E)، بينما تحل **Dijkstra** المسألة بزمن O((V+E) logV). في البيان:{0,1,1}{1,2,2}{1,3,3}،ذو المنبع1 والمصب2 والعقدة الوسيطية3، الحد الأدنى:6.
- تحل **Bellman_Ford** مسألة تعظيم المسار الأقصر بين عقد معطاة باضافة ضلع وحيد، بزمن O(V.E)، على حين توجد **Dijkstra** الحل بزمن O(E+VlogV).
- تحل **Bellman_Ford** مسألة أقصر المسارات من جميع الرؤوس إلى المصب، بزمن O(V.E)، أما **Dijkstra** فتحل المسألة بزمن O(E+VlogV). في البيان التالي:

{0,2,1},{0,4,5},{1,4,1},{2,0,10},{2,3,5},{3,1,1},{4,0,5},{4,2,100},{2,3,5} أقصر المسارات :

(0,0),(1,6),(2,10),(3,7),(4,5)

- تحل **Bellman_Ford** مسألة تحديد فيما لو كان البيان الموجه والموزونG يحتوي دورة سالبة أم لا، بزمن(O(E.V، على حين **أن Dijkstra** لاتستطيع انجاز المهمة. البيان التالي:{{0,3,6},{1,0,4},{1,2,6},{3,1,2}}لايحتوي دورة سالبة، على حين أن البيان:-{{1,0,4},{1,2,-6},{2,3,5},{3,1,-2}}، يحتوي على دورة سالبة.
- تحل **Bellman_Ford** المعدلة مسألة الحد الأدنى لوزن دورة في بيان غير موجه، بزمن (O(E(ElogV))، البيان المعطى بالشكل فيه الحد الأدنى لوزن دورة هو 14:

(0,1,4)،(0,7,8)(1,2,8)(1,7,11)(2,3,7)(2,8,2)(2,5,4)(3,4,9)(3,5,14)(4,5,10)(5,6,2)(6,7,1)(6,8,6)(7,8,7).

- **Floyd–Warshall** خوارزمية أقصر مسار متعددة المصادر، تستخدم النهج الديناميكي، تشتهر بكفائتها العالية وسهولة تنفيذها. يمكنها التعامل مع بيان موجه ذو أوزان موجبة أو سالبة، مما يجعلها أداة متعددة الاستخدامات لحل طيف واسع من مشكلات الشبكة والاتصال. هي أفضل للبيان الكثيف وليس للمتناثر(تُوجد **Floyd_Warshall** أقصر المسارات في بيان معطى بالشكل التالي:{{1-,4,2},{4,3,2},{3,3,2},{4,1,2},{2-,3,1}}, النتيجة:

	1	**2**	**3**	**4**
1	0	−1	−2	0
2	4	0	2	4
3	5	1	0	2
4	3	−1	1	0

- تعقيد**Floyd_Warshall** ($O(V^3)$(للبيان الكثيف والمتناثر)، هي الأفضل في بيان كثيف وليس في متناثر. تُستخدم **Dijkstra** للبيان المتناثر ذو الأوزان الموجبة فقط فهي الأفضل، بينما تُستخدم **Johnson** للبيان المتناثر ذو الأوزان السالبة أو الموجبة فهي الأفضل. تعقيد **Floyd_Warshall** لمسألة توفير وقت السفر في أقصر طريق عبر مدينة معينة(إيجاد الوقت المستغرق للانتقال من S إلى D باستخدام مدينة I والوقت الذي يمكن توفيره باستخدام أقصر مسار من S إلىD)، هو($O(V^3)$. البيان: S[]={1,0}, I[]={2,2} ,D[]={3,1} Mat[][]:{0,2,1,4},{1,0,1,4},{3,1,0,3},{1,1,1,0}, الناتج 4 3

0 2

- تعقيد أفضل حالة لـ **Floyd_Warshall** ($O(V^3)$،(أقصر المسارات بين جميع أزواج العقد محددة بالفعل ولا يلزم إجراء تحديثات). متوسط تعقيد الحالة($O(V^3)$ (ينطبق هذا التعقيد على هياكل وكثافات مختلفة للبيان). أسوأ حالة O (V^3)(الخوارزمية تحدث المسافات بين العقد عدة مرات حتى توجد أقصر المسافات). الحلقات الثلاث المتداخلة التي تتكرر عبر كل عقدة، هي العوامل الوحيدة المؤثرة على تعقيد زمن الخوارزمية. تعمل **Floyd_Warshall** ($O(V^3)$ مرة، بغض النظر عن عدد الأضلاع، لذا هي الأنسب في بيان كثيف، أما في البيانات المتفرقة، تكون **Dijkstra** أو **Jhonson** أكثر ملاءمة. تعقيد **Floyed_Warshall** لمسألة ايجاد الحد الأدنى لكلفة ربط جميع المدن عن طريق إصلاح الطرق، ($O(V^3)$. البيان الذي تعطى مصفوفة اصلاحه:

{0,1,2,3,4},{1,0,5,0,7},{2,5,0,6,0},{3,0,6,0,0},{4,7,0,0,0}

الحد الأدنى للتكلفة : **10**.

- تعثر **Dijkstra** على أقصر المسارات بين العقد، بزمن($O(E.V+V^2logV$ (البيان متناثر ذو أوزان موجبة)، حيث يكون أدائها أكفأ(E أقل بكثير من V^2). أما اذا كان البيان كثيف($E \sim V^2$) فان **Floyd_Warshall** تكون ذات

أداء أفضل. بالنسبة لبيان متناثر(ذو أوزان سالبة أو موجبة)، يمكن استخدام **Johnson** بنفس زمن **Dijkstra**. تعقيد **Dijkstra**لمسألة ايجاد أقصر المسارات بين عدة مدن $O(E.V+V^2logV)$، في البيان المعطى بالشكل:

{{0,1,2},{0,3,5},{0,4,3},{1,0,3},{1,5,6},{1,2,2},{1,3,2},{2,5,1}

{{4,3, 2},{ 3,4,1},{2,3,1}, تكون أقصرالمسافات:

0	2	4	4	3	5
3	0	2	2	3	3
-1	-1	0	1	2	1
-1	-1	-1	0	1	-1
-1	-1	-1	2	0	-1
-1	-1	-1	-1	-1	0

- **Floyd_Warshall** قادرة على اكتشاف الدورات السالبة، بتعقيد زمني$O(V^3)$ وذلك لأن الخوارزمية تستخدم بنية حلقات متداخلة، تعمل الحلقة الخارجية والوسطى والأعمق V مرة، لذلك العدد الإجمالي للتكرارات$V. V . V$ مما ينتج عنه تعقيد زمني$O(V^3)$. أما تعقيد **Bellman_Ford** لاكتشاف دورة سالبة فهو$O(V.E)$. في بيانات معطاة بالشكل تكون النتيجة، في كلا الخوارزميتين ، للأول نعم، للثاني لا.

{0,1,∞,∞},{∞,0,−1,∞}, {∞,∞,0,−1}, {−1,∞,∞,0}}

{0,1,−1},{0,2,4},{1,2,3},{1,3,2}{1,4,2 },{3,2,5},{3,1,1}{4,3,−3 }

- تعقيد **Floyed_Warshall** لمسألة وجود مسار بين رأسين في بيان غيرموجه $O(V^3)$. تعقيد **Floyd_Warshall** لمسألة الاغلاق المتعدي لبيان $O(V^3)$، وذلك باضافة تحسينات لهذه الخوارزمية(استخدام مصفوفة منطقية بدلاً من مصفوفة صحيحة، استخدام العمليات المنطقية بدلاً من الحسابية). الاغلاق المتعدي للبيان الموضح بالشكل(1)، والذي يمكن تمثيله بالمصفوفة المنطقية التالية : {1,1,0,1} ,{0,0,1,1}, {0,1,1,0}, ,{0,0,0,1} يعطى:

1	1	1	1
0	1	1	1
0	0	1	1
0	0	0	1

- **خوارزميات التدفق الأعظمي:** يمكن ترتيب النتائج ضمن الجدول التالي:

ALGORITHM	TIME
Ford_Fulkerson	**O(E max(f))**
Edmonds_Karp	**$O(V E^2)$**
Dinic	**$O(E V^2)$** **O(VE log V)**

الجدول(6)

- **Ford_Fulkerson** الخوارزمية الأكثر استخداماً والأبسط لايجاد التدفق الأعظمي، هي أداة حل قوية، الا أنها غير مضمونة الانهاء(يمكن أن يحدث هذا عندما تكون السعات غير صحيحة، أو عندما تتعثر الخوارزمية في حلقة)، في هذه الحالة، يتوجب استخدام **Edmonds_Karp** التي تنتهي دوماً. تُنفذ هذه الخوارزمية باستخدام قائمة تجاور، وتقوم بتشغيل حلقة طالما يوجد مسار متزايد، وفي أسوأ الحالات قد تضيف الخوارزمية وحدة تدفق في كل تكرار. التعقيد الزمني**O(Emax(f))**، وهو تعقيد الحالة الأسوء (تعقيد **FF** القائمة على **DFS** هو**O(Emax(f)**، ولكن عند تطبيق **DFS** مع التراجع، يكون التعقيد أقل من أسوء حالة، **O(Emax(f))**هو الحد الأعلى لتعقيد **Ford–Fulkerson**. يطلق عليها طريقة بدلاً من خوارزمية لأن نهج العثور على مسارات متزايدة في البيان المتبقي غير

محدد بالكامل أو يتم تحديده في العديد من التطبيقات بأوقات تنفيذ مختلفة. تعقيد **Ford_Fulkerson** لمسألة **M**aximum **B**ipartite **M**atching (**MBP**) هو **O(V.E)**، تتكرر الخوارزمية فوق كل عقدة في البيان ثم تقوم بتطبيقDFS على الأضلاع المقابلة للعثور على الحد الأقصى للمطابقة الثنائية **MBP**. تُوجد **FF** التدفق الأعظمي في البيان التالي:{{3,4,5} ,{2,4,5} ,{2,3,10} ,{1,3,5} ,{1,2,5}}، بزمن**O(E.maxF)**، حيث maxF=10.

- الحالة الأسوء لـ **FF** تحدث عندما يحوي البيان ضلع سعته صغيرة جداً، وموقعه مرتفع جداً في بحث DFS، ويتم البحث عن المسار المتزايد على هذا الضلع أولاً وفي كل مرة . في البيان: {{0,1,1000 },{0,2,1000 },{1,2,1},{2,3,1000},{ 1,3,1000}}، اذا اختارت **FF** الطرق المتزايد 0–>1–>2– >3 ، 0–>–>2–>1–>3، في كل مرة ، ستعمل الخوارزمية لـ 2000 مرة، أما في حال تطبيق خوارزمية Ek ، ستعمل الخوارزمية لـ 2 مرة.
- **Edmonds_Karp** اصدار محسن من **Ford_Fulkerson**، تستخدم **BFS** للعثور على المسارات المتزايدة، مما يضمن زمن متعدد الحدود للخوارزمية، تستخدم البيان المتبقي للعثور على التدفق الأعظمي، وبذلك يمكنها ايجاده بكفاءة أعلى من **Ford_Fulkerson**. هي أسرع بكثير من **FF**، كما أنها مضمونة الانهاء. تعقيد الخوارزمية**O(V.E^2)**، وهو أعلى حد للتعقيد. من المزايا الرئيسية لـ**Edmonds_Karp**، قدرتها على التعامل مع شبكات ذات منابع ومصارف متعددة، على حين أن **Ford_Fulkerson** لاتستطيع ذلك. هي مناسبة للبيانات المتفرقة ذات الأضلاع القليلة(بيان متفرق E <VlogV)، نطبق خوارزمية EK لايجاد أقصى تدفق، أما في البيانات الكثيفة (بيان كثيفE>VlogV)، نطبق طريقةFF للحل. يوجد قيود لهذه الخوارزمية، أحد القيود الرئيسية هو أن تكون الأضلاع أعداد صحيحة. إذا كانت وجدت أضلاع كسرية، فقد لا تكون الخوارزمية قادرة على العثور على الحل الأمثل. تعقيد **Edmonds_Karp** لمسألة القطع الأصغري في شبكة التدفق، **O(VE^2)**. أما تعقيد **Ford_Fulkerson** للمسألة، **O(E max(f))**، ويمكن ان تدخل في حلقة غير منتهية من أجل قيم معينة للأضلاع. من أجل بيان:{{0,16,13,0,0 0},{0,0,10,12,0,0},{0,4,0,0,14,0},{0,0,9,0,0,20},{0,0,0,7,0,4},{0,0,0,0,0,0}}

سعة القطع الأصغري= التدفق الأعظمي= 23، أضلاعه هي: 5 – 4, 3 – 4 , 3–1

- تعقيد **Edmonds_Karp** لمسألة تعيين M متقدم لـ N وظيفة، بحيث يحصل أكبر عدد ممكن من المتقدمين على وظيفة، O(V.E^2)، حيث تستخدم الخوارزمية مصفوفة منطقية. من أجلM=N=6، وبيان معطى بالمصفوفة :

{{false, true, true, false, false, false},{true, false, false,true, false, false}
{false, false, true, false, false, false},{false, false, true, true, false, false},
{false, false, false, false, false, false},{false, false,false, false, false, true}}

العدد الأقصى للمتقدمين الحاصلين على وظيفة هو 5 .

- تحل **Edmonds_Karp** مسألة الحد الأقصى لعدد المسارات المنفصلة الأضلاع من المنبع حتى المصب، بتعقيد زمني**O(V.E^2)** . من أجل بيان فيه s=0,t=7 ، ومعطى بلمصفوفة:

{{0, 1, 1, 1, 0, 0, 0, 0}{0, 0, 1, 0, 0, 0, 0, 0}{0, 0, 0, 1, 0, 0, 1, 0}
{0, 0, 0, 0, 0, 0, 1, 0}{0, 0, 1, 0, 0, 0, 0, 1}{0, 1, 0, 0, 0, 0, 0, 1}
{0, 0, 0, 0, 0, 1, 0, 1}{0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0}}

يوجد 2 طريق منفصل الأضلاع من العقدة 0 الى العقدة 7.

- تحل **Edmonds_Karp** مسألة تعيين قناة بين المرسل والمستقبل بحيث يتم نقل الحد الأقصى لعدد الحزم من أجهزة الإرسال إلى أجهزة الاستقبال خلال فترة زمنية ودون تداخل النطاق الترددي، بزمنO((V+E).V). بينما تقوم **Dinic**

بحل المشكلة بزمن(O(EVlogV وذلك باستخدام بنى معطيات أشجار ديناميكية. مصفوفة القيم(I,J) ، تمثل عدد الحزم التي يجب على المرسل I ارسالها الى جهاز الاستقبال J، تعطى بالشكل:

T1 –> R2		0 2 0
T2 –> R3	تعيين القناة هو	3 0 1
T3 –> R1		2 4 0

- **Dinic** أحد خوارزميات التدفق الأكثر قوة وكفاءة وسرعة، ويسهل تنفيذها نسبياً، تتضمن تقنيات اضافية(الطبقة والتدفق المسدود) تُقلص الزمن الى(**$O(EV^2)$**(التطبيق العملي لـ **Dinic** لا يصل لهذا الحد)، هي أفضل من **Ford_Fulkerson،Edmonds_Karp**، باستخدام الأشجار الديناميكية يُسرع حساب التدفق الأعظمي في بيان ذو طبقات **O(EV logV)**. يمكنها عموماً التعامل مع شبكات 10^ 4 ~ 10^ 5. تحل **Dinic** مسألة الكرة السحرية(لدينا v عمود، وكرات مرقمة توضع في هذه الأعمدة. لايمكن وضع الكرة الا أعلى عمود معين في كل مرة، أيضاً في نفس العمود مجموع أرقام أي كرتين متجاورتين مربع كامل. المطلوب: الحد الأقصى لعدد الكرات التي يمكن وضعها على v عمود)، بزمن**O(EVlog V)**. من أجل v=4، الحد الأقصى لعدد الكرات التي يمكن وضعها، 11 كرة توضع على الشكل التالي:

1 8

2 7 9

3 6 10

4 5 11

Dinic تستخدم **BFS** للتحقق إذا كان المزيد من التدفق ممكناً ولانشاء البيان المستوي(في البيان المستوي يتم تعيين مستويات لجميع العقد)، بمجرد إنشاء البيان المستوي، تُرسل تدفقات متعددة من خلال هذا البيان. أما **Edmonds_Karp**تستخدم **BFS** للعثور على مسار متزايد وإرسال التدفق عبره، وهذا هو السبب كون **Dinic** تتفوق على **Edmonds_Karp**(**Edmonds–Karp** لن تجد في كل مرة سوى مسار متزايد من خلال**BFS** تُرسل من خلاله التدفق). **Dinic** تجمع بين **BFS** ،**DFS**، فهي تستخدم **BFS** لانشاء البيان المستوي وتستخدم **DFS** للعثور على كافة المسارات المتزايدة وفقاً للبيان المستوى، والتي تصبح أكبر تدريجياً. تقدم خوارزمية **Dinic** تحسيناً للضلع: لا تحتاج الأضلاع التي تم البحث عنها في طبقة **BFS** إلى البحث مرة أخرى. يعتمد تعقيدها الفعلي على بنية الشبكة وتوزيع سعات الأضلاع. على وجه الخصوص، التعقيد الزمني لـ **Dinic** لحل المطابقة القصوى لبيان ثنائي هو**((V) sqrt .E) O**

- تعقيد **Dinic** لمسألة الحد الأقصى لتدفق خنادق الصرف، باستخدام الأشجار الديناميكية **O(EVlogV)**(Vعدد الخنادق،E نقاط تقاطع الخنادق)، أما تعقيد **Edmonds_Karp** **$O(VE^2)$**، على حين أن **Ford_Fulkerson** يمكن أن تدخل في حلقة من أجل قيم معينة للمسألة. من أجل V,E= 4,5، ومن أجل قيم si,ci,ei(التي تمثل بداية ونهاية التدفق وسعة التدفق على الترتيب)،التالية:

40	2	1	20	4	1	20	4	2	30	3	2	10	4	3

التدفق الأعظمي=50

- تعقيدDinic لمسألة وجبة طعام(يُعد مزارع F<100 غذاء، D<100 مشروب، ولكل بقرة أطعمة ومشروبات مفضلة، وكل طعام ومشروب لا يمكن تعيينه الا لبقرة. المسألة: الحد الأقصى لعدد الأبقار التي يمكن اطعامها من الطعام والشراب الذي يتوافق مع رغباتها)، بزمن**O(EVlogV)**، أما تعقيد **Edmonds_Karp** للمسألة**$O(V.E^2)$**. من أجل V,F,D=4,3,3 ومن أجل القيم:3 3 1 1 2, 2 1 3 1 2 2, 2 2 2 3 1 2, 2 1 2 3 1 2

التي تمثل كل مجموعة منها على الترتيب: عدد الأطعمة والمشروبات التي تفضلها البقرة، عدد الأطعمة والمشروبات التي ستتناولها البقرة. ان أكبر عدد ممكن من الأبقار التي يمكن أن تحصل على وجبة كاملة هو3 وهي: البقرة1: لا وجبة، البقرة 2: الغذاء 2، الشراب2، البقرة 3: الغذاء1، الشراب1، البقرة 4: الغذاء 3، الشراب3.

- تعقيد **Dinic** لمسألة ايجاد الحد الأقصى لعدد الخنازير المطلوب بيعها(هو الحد الأقصى للتدفق من المنبع الى المصدر)،(يوجدM<1000 حظيرة، N<100عميل، كل عميل يمكنه فتح عدة حظائر عشوائياً، وشراء الحد الأعلى المحدد له. يمكن نقل الخنازير الموجودة في الحظائر التي فُتحت بشكل عشوائي إلى حظائر أخرى مفتوحة، ثم إغلاق كافة الحظائر). هو **O(EVlogV)**. من أجل حظائر تحوي بدايةً 3 و 1 و 10 خنزير على الترتيب، و 3 زبائن: الأول يفتح الحظيرة(1,2) ويشتري 2 خنزير، الثاني يفتح الحظيرة (1,3) ويشترى 3 خنازير، والثالث يفتح الحظيرة 2 ويشتري6 خنازير. إن أحد أفضل الحلول هو أن يشتري الزبون الأول 2 خنزير من الحظيرة1، ثم ينقل الخنزير المتبقي من الحظيرة 1 إلى 2. ويشتري الزبون الثاني 3 خنازير من الحظيرة 3، ويشتري الزبون الثالث 2 خنزير من الحظيرة 2. الحد الأعظمي للخنازير التي يمكن بيعها هو 2 + 3 + 2 = 7.
- تحل **Dinic** لمسألة الطاولة المستديرة(تشارك M شركة بمؤتمر، يجتمع ممثلي الشركات في مطعم يتضمن N جدول، لملئ طاولات المطعم التي تستوعب ci (1,2,…,n) من الممثلين. للتواصل الكامل بين الممثلين، يجب ألا يجلس ممثلين نفس الشركة على ذات الطاولة، فماهو التمثيل الأفضل للطاولات لتحقيق المطلوب)، بتحويلها لمسألة تدفق(يرتبط المصدS مع كل شركة بسعة واحد، وترتبط كل شركة بلجدول بسعة واحد، مما يضمن أن شخصاً واحداً فقط من كل شركة يتواجد بنفس الجدول، ترتبط الجداول مع المصب T بسعة ci)،بزمن **O(EVlogV)** لايجاد الحد الأقصى للتدفق الذي يمثل العدد الإجمالي للأشخاص على كل طاولة.

خوارزميات البرمجة الديناميكية

- البرمجة الديناميكية **DP** من أقوى تقنيات حل فئة معينة من المسائل في وقت متعدد الحدود. DP أسرع من الطريقة الأسية ويمكن إثبات صحتها بسهولة. هي ليست حلاً واحداً يناسب الجميع، كما لا يمكنها حل كل مسألة بكفاءة(تعقيد **DP** لمسألة أطول متتالية فرعية متزايدة **$O(n^2)$**، هو أفضل من التعقيد الأسي للعودية، الا أن تعقيد البحث الثنائي **O(Nlogn)**، هو الأفضل). تُستخدم استراتيجيات إضافية لتحسين أدائها: الاستدلال، التقريب، التوازي(تعقيد **DP** لمسألة لغز اسقاط البيض**$O(nk^2)$**، أما تعقيد **DP** باستخدام معلمات مختلفة**O(nklogk)**. تتمتع **DP** بالكفاءة والبساطة والمرونة والتحسين الأمثلي والوضوح وقابلية إعادة استخدام الكود. هي شكل متفوق من العودية، تضمن ايجاد حل أمثلي محلي وعالمي.
- يمكن أن تقلل **DP** بشكل كبير من تعقيد المسألة زمنياً ومكانياً، بتجنب الحسابات المتكررة وتخزين النتائج الوسيطة. حل سلسلة فيبوناتشي حتى الحد النوني باستخدام العودية يتم بتعقيد زمني أسي**$O(2^n)$**، وتعقيد مكاني خطي**O(n)**، أما باستخدام**DP** (عودية+حفظ_جدولة)، التعقيد الزمني خطي**O(n)** والمكاني ثابت**O(1)**(التعقيد الزمني باستخدام النسبة الذهبية **O(n)** الا أن الاجابة قد لاتكون صحيحة). ايجاد عدد طرق الوصول للمنبع بعد الانتقال K ضلع بالضبط في بيان، يتم باستخدام العودية بتعقيد أسي**$O(N^n)$**، أما باستخدام **DP** التعقيد **O(N.K)**. أيضاً ايجاد أطول مسار في بيان حلقي موجه، يتم باستخدام نهج **DFS**بزمن**$O(N^2)$**، أما باستخدام **DFS+DP** يتم بزمن**O(N+M)**. أخيراً ايجاد أقصر مسار مع أضلاع K بالضبط في بيان موجه مرجح، يتم باستخدام العودية بزمن**$O(V^K)$**، أما باستخدام **DP** (حفظ)، يتم بزمن **$O(V^3K)$**، وهو أفضل بكثير.
- من ميزات **DP**: تقليل المساحة وتوفير الموارد الحسابية، إعادة استخدام النتائج الوسيطة، تحسين دقة الحلول واتساقها وإيجاد الحل الأمثل. يمكن لـ**DP** تحسين الزمن بشكل كبير، إلا أنها غالباً ما تفعل ذلك على حساب زيادة المساحة(في

مسألة ايجاد أقصر مسار مع أضلاع K بالضبط، تم تحسين الزمن العودي($O(V^K)$، الى$O(V^3K)$ باستخدام **DP** وهو أفضل بكثير، الا أن مساحة الحل العودي$O(V)$، قد ازدادت باستخدام **DP** الى$O(V^2K)$، بسبب الحاجة لتخزين حالات **DP**. توجد **DP** مسار المجموع الأدنى في المثلث بتعقيد زمني$O(n.n)$، وتعقيد مكاني$O(n)$، وباستخدام نهج تحسين المساحة لـ**DP** يصبح التعقيد المكاني$O(1)$، مع ثبات التعقيد الزمني. على حين أن التعقيد الزمني للعودية$O(2^{(n*n)})$.

- تعاني DP من عيوب: **لعنة الأبعاد** (التعقيد الزمني والمكاني يزداد بشكل كبير بزيادة الأبعاد (تعقيد الحل الساذج لمسألة البائع الجوال$O(N!)$، أما تعقيد DP باستخدام الحفظ ($O(N^2.2^n)$ وهو أقل بكثير من $O(N!)$، الا أن هذا التعقيد غير ممكن حتى بالنسبة لعدد كبير قليلاً)، **التهيئة** (تهيئة الجدول أو المصفوفة، أيضاً تعريف الحالات الأساسية وعلاقة التكرار)، **عدم اليقين** (يجب أن تكون معلمات المشكلة والوظيفة الموضوعية معروفة).
- أحد التحديات الرئيسية لـ**DP** التوازن الأمثل بين كفاءة الوقت والمساحة. تقوم **DP** عموماً بمقايضة المساحة بالوقت، وهذه المقايضة ليست دوماً خطية. استخدام **DP** المحسنة للمساحة تقلل من تعقيد المساحة(تقسيم مجموعة لمجموعتين فرعيتين متساويتين يتم باستخدام العودية بتعقيد زمني$O(2^n)$، أما باستخدام **DP**(حفظ_جدولة) التعقيد الزمني والمكاني $O(n.Sum)$، أما التعقيد المكاني لـ **DP** المحسنة للمساحة$O(Sum)$، مع بقاء التعقيد الزمني نفسه).
- وفقاً لنظرية **DP** الرئيسية يمكن اشتقاق التعقيد الزمني لـ **DP**، بالنظر إلى عدد المشاكل الفرعية، وحجم كل مشكلة فرعية، ووقت الجمع بين المشاكل الفرعية. تعقيد مسألة تقسيم مصفوفة N الى مقاطع K بحيث يتم تكبير مجموع الحد الأدنى، باستخدام **DP**(حفظ) هو$O(N.N.K)$، تعقيد**DP** في مسألة لعبة المقسوم عليه$O(nlogn)$، وفي مسألة الأعداد القبيحة $O(n)$(تعقيد النهج الأسي غير فعال)، تعقيد مسألة تغيير العملة$O(n.sum)$(على حين أن تعقيد العودية ($O(2^{sum})$، تحل DP المحسنة للمساحة المسألة بتعقيد مكاني ثابت)، أيضاً تعقيد مسألة العثور على الحد الأقصى لعدد الأشخاص الذين يمكنهم حضور اجتماع هو $O(Nlogn)$. أخيراً تعقيد DP لمسألة الحد الأقصى لاختلاف عدد الرؤوس البيضاء والسوداء في مسار يحوي قمة V هو$O(N)$.
- تستخدم DP منهجي تحسين: الجدولة (نهج من أسفل إلى أعلى)، الحفظ(نهج من أعلى إلى أسفل). كلا المنهجين لهما مزايا ومقايضات، والاختيار بينهما يعتمد على طبيعة المسألة، والمعرفة بالحلول العودية، وقيود المكان والزمان. يمكن أن تكون عملية الحفظ أكثر كفاءة في استخدام المساحة، وقد تتطلب الجدولة مساحة أكبر. تهدف كلا التقنيتين لخفض الوقت من أسي إلى متعدد الحدود، ولكن الوقت الفعلي الذي يتم توفيره يعتمد على طبيعة المسألة والتنفيذ. تعقيد DP(حفظ) لمسألة الحد الأقصى لقطع قضيب بحيث يحقق أعلى ربح $O(N)$، أما تعقيد DP(جدولة) هو $O(N^2)$، على حين أن التعقيد العودي أسي. يتجنب الحفظ الحسابات الزائدة عن طريق تخزين القيم المحسوبة مسبقاً، بينما تبني الجدولة الحل بشكل منهجي من الألف إلى الياء. تضمن كلتا الطريقتين حل كل مشكلة فرعية مرة واحدة فقط. تعقيد مسألة أطول متتالية فرعية متزايدة باستخدامDP(حفظ +جدولة) $O(n^2)$(تعقيد المسألة العودي أسي). وتعقيد مسألة مسار المجموع الأدنى في مثلث باستخدام DP(حفظ+جدولة)هو$O(n.n)$(تعقيد العودية $O(2^{(n.n)})$. وأيضاً حل مسألة تكوين عددN من مجموع {5,3,1}، يُسمح بالتكرارات والترتيبات المختلفة، يتم في DP(حفظ+جدولة) بتعقيد$O(N .2)$(تعقيد العودية$O(2^N)$).
- تعقيد DP المتسلسلة Serial Dynamic Programming ($O(n^{\wedge}m)$. وتعقيدDP الموازية Parallel Dynamic Programming ($O(n^{\wedge log\ n})$، تعقيد DP التكرارية $O(n)$، أما DP التكرارية المتقدمة Advanced Iterative Dynamic Programming تعقيدها $O(n)$.

- خوارزميات الجشع أسرع وأبسط، لكن قد لا توفر دوماً الحل الأمثل، في مسألة تغيير العملة من أجل القيم{100,50,20,10,5,2,1}، والمبلغ36، تعطي خوارزمية الجشع الحل {20,10,5,1}وهو أمثل، أما من أجل القيم{9,6,5,1} والمبلغ 11، تعطي الخوارزمية الحل{9,1,1}،على حين أن الحل الأمثل{5,6}. أيضاً في مسألة أقصر مسار للبيان:
{1,2,2},{1,3,4},{1,4,5},{2,5,6},{2,6,7},{3,5,2},{3,6,1},{4,6,2},{4,7,5},{5,8,9},{5,10,6},{6,8,3},{{10,11,10},{9,11,5},{8,11,6},{7,10,4},{6,10,1},{6,9,7} تعطي خوارزمية الجشع أقصر مسار=24، لكن هذا ليس أقصر مسار بل أقصر مسار=14. هي لا تعيد النظر في خياراتها وهذا هو الفرق الرئيسي بينها وبين البرمجة الديناميكية والتي هي أكثر دقة وشمولية ومضمونة لإيجاد الحل الأمثل، لكنها تتطلب وقتاً وذاكرة أكبر. تعقيد خوارزميات الجشع خطي على الأغلب، تعقيد الجشع لمسألة الحد الأدنى من الرشاشات المطلوب تشغيلها لسقي النباتات **O(Nlogn)**، ولمسألة الحد الأدنى من الأشخاص اللازم ازالتهم لمعادلة عدد العملات**O(N)**، تعقيد الجشع لمسألة الحد الأقصى لعدد الفرق الممكن تشكيلها من أشخاص معينين **O(min(n,m))**، تعقيد الجشع لمسألة قطرة الماء**O(Nlogn)**. تعقيد الجشع لمسألة أقصر مسار في بيان **O(E+Vlogv)**. أيضاً تعقيد الجشع لمسألة المثلث الرقمي **O(N)**، وهو أسرع من تعقيد البرمجة الديناميكية**$O(N^2)$**، الا أن الجشع لايضمن الحل الأمثل، على حين أن البرمجة الديناميكية تضمن الحل الأمثل(تعقيد الجشع و DP أفضل من التعقيد العودي ($O(2^N)$)، من أجل المثلث الرقمي:

7
3 8
8 1 0
2 7 4 4
2 5 2 6 5

تعطي الجشع الحل =28 ، أما البرمجة الديناميكية تعطي الحل=30، وهو الحل الأمثل.

- تُستخدام خوارزميات الجشع أحياناً للحصول على حل تقريبي لبعض مسائل الأمثلة الصعبة. كمسألة البائع الجوال(أقل كلفة من DP)، مسألة التغطية القصوى**O(K.N.M)**، ومسألة K مركز **O(N.K)**(استخدام البرمجة الخطية أبطأ بكثير). قد لا يعطي الجشع الحل الأمثل في كل مرة ولكنه يفيد منها في الوصول إلى حل مثالي تقريباً.
- من أهم مزايا الجشع التعقيد الخطي أو كثير الحدود للعديد من المسائل(غالباً ماتُنفذ بتعقيد خطي)، مما يجعلها خياراً شائعاً للعديد من التطبيقات. تعقيد الجشع لمشكلة اختيار الأنشطة**O(N)**(يرتفع التعقيد باستخدام Min_Heap أو كون الأنشطة غير مرتبة الى **O(Nlogn)**، تعقيد الحد الأدنى من التغيرات لجعل مجموعة أشخاص يجلسون معاً**O(N)**، تعقيد مشكلة حقيبة الظهر الكسرية**O(Nlogn)**(تعقيد النهج العودي **$O(2^n)$**).
- يمكن أن توفر خوارزمية الجشع حلاً جيداً في فترة زمنية معقولة(تعقيد مسألة الحد الأقصى للقضبان الواجب وضعها أفقياً بحيث لا يتداخل قضيبان على إحداثيات X ،**O(N)**. تسلسل الوظائف باستخدام نهج بسيط هو تعقيد أسي بينما تعقيد جشع **$O(N^2)$**)، ومع ذلك، قد تتعثر أحياناً في حل أمثلي محلي، كما يمكن أن تكون حساسة لترتيب الاختيارات، في مسألة تغيير العملات لتشكيل مبلغ V، التعقيد **O(V)**، دون ضمان الحل الأمثل تبعاً لترتيب الادخالات، وهو تعقيد أسرع من تعقيد البرمجة الديناميكية **O(N.V)**(تعقيد النهج الاسي**$O(N.^V)$**)، لكنها تضمن الحل الأمثل مهما كانت الترتيبات. تفشل خوارزميات الجشع في العثور على الحد الأقصى لمسار مرجح في بيان، على حين أن البرمجة الديناميكية تُوجد المسار الأمثل. قد يتطلب الجشع خوارزميات إضافية للتحقق من أمثلية الحل،

إضافة إلى ذلك، قد لا يكون النهج الجشع مناسباً للمشاكل التي تتطلب تحسيناً عالمياً، تعقيد الجشع لمشكلة تدفق الأموال بين مجموعة معينة من الأصدقاء المقترضين للمال($O(N^2)$، أما باستخدام Min_Heapأو Max_Heap التعقيد $O(N \log N)$.

- خوارزميات الجشع أداة تحسين قوية، لكن من المهم أن تتناسب المشكلة مع النهج الجشع، مما يجعل الجشع نهجاً فعالاً للغاية. إذا ثبُت أن الجشع قادر على إعطاء الحل الأمثل العام لنوع معين من المشاكل، يصبح هو النهج الأمثل لأنه أسرع من البرمجة الديناميكية، تعقيد الجشع لمشكلة الحد الأدنى لكلفة مسار$O(E+V\log v)$، وهو أفضل من تعقيد DP (حفظ+جدولة)$O(E.V)$. تعقيد الجشع لمسألة تغيير العملة$O(V)$، وهو أفضل من تعقيد DP للمسألة $O(N.V)$، والتعقيد العودي$O(N^V)$. تعقيد الجشع لمسألة الحد الأعلى لمسار من أعلى الى أسفل$O(N)$، وهو أفضل من التعقيد العودي الأسي.
- كلاً من البرمجة الديناميكية والجشع يشتركان في تقسيم المشكلات إلى مشكلات فرعية أصغر، إلا أنهما يختلفان في نهجهما العام. تركز البرمجة الديناميكية على إيجاد الحل الأمثل العام من خلال تقييم جميع الحلول الممكنة، في حين تركز خوارزميات الجشع على إيجاد الحل الأمثل المحلي في كل خطوة. على الرغم من أن البرمجة الديناميكية يمكن أن تكون أكثر دقة، إلا أنها يمكن أن تكون أبطأ بكثير من خوارزمية الجشع، وخاصة للمشاكل الأكبر(مسألة البائع الجوال، مسألة التغطية القصوى،مشكلةk مركز).

11– الخلاصة

وُضعت نتائج البحث في جداول مقارنة، حيث تم تفضيل خوارزمية على أخرى باستخدام المعيار الأساسي، التعقيد الزمني للخوارزمية. من الطبيعي أن يقوم الباحثون والمهتمون باستخدام تلك الخوارزميات باختيار الخوارزمية الأفضل، واستخدامها كل بحسب اهتمامه ومجال عمله، حيث تناول البحث خوارزميات المسار الأقصر، خوارزميات التدفق الأعظمي وخوارزميات البرمجة الديناميكية والجشع.

عند دراستنا لمختلف الدراسات السابقة وجدنا أن بعضها تطرق لأساليب الأمثلة المحدودة، وبعضها الآخر للبرمجة العشوائية في تخطيط وحل مشاكل عديدة، على حين ان دراستنا شاملة ومتكاملة، تناولت مختلف أساليب وطرق التحسين، بكافة أنواعها، مع أمثلة عملية من الواقع الحقيقي. ذكرت دراستنا خوارزمية هجينة كانت موضوع بحث اخر. اعتمدنا أسلوب تحليل منهجي دقيق يبين نماذج الأساليب الكمية، من خلال خطوات عمل منهجية يمكن أن تتخذ كآلية لتحديد النموذج الكمي المساعد في ترشيد القرارات. الا أننا نشير الى أن الدراسات السابقة ساعدتنا كثيراً في تكوين فكرة واضحة عن ماهية الأمثلة والتحسين. ودراستنا هذه ماهي الا تكملة للدراسات السابقة.

12– المراجع العلميّة

[1] – أحمد، محمد غنيم. " الأساليب الكمية، المفاهيم العلمية والتطبيقات الإدارية"، جامعة المنصورة، المكتبة العصرية، مصر، 2011، ص 347.

[2]– السلوم، كمال . " بحوث العمليات(2)"، منشورات جامعة البعث، حمص، 523، 2006.

[3]– بقجه جي، صباح الدين، وزملائه. " بحوث العمليات، ترجمة عن المنظمة العربية للتربية والثقافة والعلوم، المركز العربي للتعريب والترجمة والتأليف والنشر، دمشق، 636، 1998.

[4]– حسين، محمود الجنابي. " الأحدث في بحوث العمليات "، دار الحامد للنشر والتوزيع، عمان، 2010، ص 284.

[5]– قازي أول محمد شكري واونان بن مدين، 2015. "فعالية استخدام البرمجة الديناميكية في عملية اتخاذ القرار".

[6]- Algorithms and Complexity (see pages 63–69). http://www.cis.upenn.edu/~wilf/AlgComp3.html

[7]- Aelita D'souza, Dwayne Dexter D'souza. (2021). "An Analysis of Bellman-Ford and Dijkstra's Algorithm".

[8]- Autumn Skerritt. (2022). " What Is Dynamic Programming With Python Examples.

[9]- Bendall, G. and F. Margot, Greedy Type Resistance of Combinatorial Problems, Discrete Optimization 3 (2006), 288-298.

[10]- Benidis K, Feng Y, Palomar DP. (2018). Optimization methods for financial index tracking: From theory to practice. Found Trends ®Optim 3(3), PP171-279.

[11]- Chan. T. M, "More Algorithms for All-Pairs Shortest Paths in Weighted Graphs", A preliminary version appeared in Proc. 39th ACM Sympos. Theory Comput., pp 590-598, 2009.

[12]- Cormen, Thomas H.; Leiserson, Charles E.; Rivest, Ronald L.; Stein, Clifford *(2001). "Section 26.2: The Ford–Fulkerson method".* Introduction to Algorithms *(Second ed.). MIT Press and* McGraw–*Hill. pp. 651–664.* ISBN 0-262-03293-7.

[13]- Dooren. P. V, "Graph Theory and Applications", Dublin, August 2009. www.hamilton.ie

[14]- Hammed, K.; Ghauri, S.A.; Qamar, M.S. (2016). Biological inspired stochastic optimization technique (PSO) for DOA and amplitude estimation of antenna arrays signal processing in RADAR communication system. J. Sens. 2016, 9871826.

[15]- Holzer. S and Wattenhofer. R. "Optimal Distributed All Pairs Shortest Paths and Applications "PODC 12 16-18 July, Maderia, Portugal. Copyright 2012.

[16]- Hudson. J. " The Maximum Flow Problem " (may 1, 2004).www.denston. edu/academy/department/math.

[17]- Jindal. P, Kumar. A and kumer.S, "Analysis of shortest path algorithms", Global Journal of Computer Science and Technology Vol. 10 Issue 8 Ver. 1.0, P a g e | 17 September 2010.

[18]- Kiruthika. R and Umarani. R, "Shortest Path Algorithms: Comparative Analysis" IJMIE, Valume 2, Issue 4, April 2012. www.ijmra.us.

[19]- Patel. V and Baggar. C, "A Survey Paper of Bellman-Ford Algorithm and Dijkstra Algorithm for Finding Shortest Path in GIS Application", International Journal of P2P Network Trends and Technology (IJPTT) – Volume 5 – February 2014.

[20]-Paresh Patil. (2023). A Comprehensive Guide to Dynamic Programming.

[21]- Wayne Bishop. (2022). The complete beginners guide to dynamic programming .

[22]- White, D. J. Dynamic Programming Holden-Day, San Francisco, 1969.

[23]- Yefim Dinitz (2006). "Dinitz' Algorithm: The Original Version and Even's Version" (PDF). In Oded Goldreich, Arnold L. Rosenberg, and Alan L. Selman. Theoretical Computer

Science: Essays in Memory of Shimon Even. Springer. pp. 218–240. ISBN 978-3-540-32880-3.

[24]-Yizhen Huang, Qingming Yi, Min Shi, "An Improved Dijkstra Shortest Path Algorithm", Proceedings of the 2nd International Conference on Computer Science and Electronics Engineering (ICCSEE 2013), pp. 0226-0229, 2013.

/*

Journal of Hama University

Editorial Board and Advisory Board of Hama University Journal

Managing Director: Prof. Dr. Abdul Razzaq Salem
Chairman of the Editorial Board: Prof. Dr. Muhammad Fulful
Director of the Journal: Eng. Muhammad mulham alsaadi
Members of the Editorial Board:

- **Prof. Dr. Abdul Karim Qalb Aloz**
- **Prof. Dr. Hassan Halabieh**
- **Prof.Dr. Rawad Khabbaz**
- **Prof.Dr. Asmahan Khalaf**
- **Prof.Dr. Dr. Abdulkader Aljoundi**
- **Prof.Dr. Jamil Hazouri.**
- **Dr. Abdel Hamid Al Molki**
- **Dr. Prof. Talal Assaf**
- **Dr. Samer To'meh**
- **Assist. Prof. Dr. Asmaa Alhasan**
- **Dr. Firas Hseinow**
- **Dr.Eng.Ahmad Kurdi**
- **Advisory Body:**
- **Prof. Dr. Mohamed Ayman Sabbagh**
- **Prof. Dr. Hussein Al-Issa.**
- **Prof. . Dr. Amer Dabbagh**
- **Prof. Dr. Walid Saragbi.**
- **Prof. Dr. MahmodAlfattamah**
- **Dr. Motaz Alalwani**
- **Dr. Majid Mousa**
- **Dr. Osman Nakkar**

Language Supervision:

- **Asst. Prof. Dr. Maha Al Saloom (English)**
- **Dr. Raed Al-Hallaq (Arabic)**

Journal of Hama University

Objectives of the Journal

The Hama University Journal is a peer-reviewed scientific quarterly journal published by Hama University, aimed at:publishing the original scientific research in Arabic or English which has the advantages of human cultural knowledge and advanced applied sciences, and contributes to developing it, and achieves the highest quality, innovation and distinction in various fields of medicine, engineering, technology, veterinary medicine, sciences, economics, literature and humanities, after assessing them by academic specialists.

1- publishing the distinguished applied researches in the fields of the journal interests.

2- publishing the research notes, disease conditions reports and small articles in the fields of the journal interests.

Purpose of the Journal:

• Encouraging Syrian and Arab academic specialists and researchers to carry out their innovative researches.

• It controls the mechanism of scientific research, and distinguishes the originals from the plagiarized, by assessing the researches of the journal by specialists and experts.

• The journal seeks the enrichment of the scientific research and scientific methods, and the commitment to quality standards of original scientific research.

• Aiming to publish knowledge and popularize it in the fields of the journal interests and specialties, and to develop the service fields in society.

• Motivating researchers to provide research on the development and renewal of scientific research methods.

• It receives the suggestions of researchers and scientists about everything that helps in the advancement of academic research and in developing the journal.

• popularization of the aimed benefit through publishing its scientific contents and putting its editions in the hands of readers and researchers on the journal website and developing and updating the site.

Publishing Rules in Hama University Journal:

1. The material sent for publication have to be authentic, of original scientific and knowledge value, and should be characterized by language integrity and documentation accuracy

2. It should not be published or accepted for publication in other journals, or rejected by others. The researcher guarantees this by filling out a special entrusting form for the journal.

3- The research has to be evaluated by competent specialists before it is accepted for publication and becomes its property. The researcher will not be entitled to withdraw research in case of refusal to publish it.

4. The language of publication is either Arabic or English, and the administration of the journal is provided with a summary of the material submitted for publication in half a page (250 words) in a language other than the language in which the research has been written, and each summary should be appended with key words.

Deposit of scientific research for publication:

Firstly, the publication material should be submitted to the editor of the journal in four paper copies (one copy includes the name of the researcher or researchers, the addresses, telephone numbers. The names of the researchers or any reference to their identity should not be included in the other copies). Electronic copy should be submitted, printed in Simplified Arabic, 12 font on one side of paper measuring 297 x 210 mm (A4). A white space of 2.5 cm should be left from the four sides, but the number of search pages are not more than fifteen pages (pagination in the middle bottom of the page), and be compatible with (Microsoft Word 2007 systems) at least, and in single spaces including tables, figures and sources , saved on CD, or electronically sent to the e-mail of the journal.

Secondly, The publication material shall be accompanied by a written declaration confirming that the research has not been published before, published in another journal or rejected by another journal.

Thirdly, the editorial board of the journal has the right to return the research to improve the wording or make any changes, such as deletion or addition, in proportion to the scientific regulations and conditions of publication in the journal.

Fourthly, The journal shall notify the researcher of the receiving of his research no later than two weeks from the date of receipt. The journal shall also notify the researcher of the acceptance of the research for publication or refusal of it immediately upon completion of the assessment procedures.

Fifthly, the submitted research shall be sent confidentially to three referees specialized in its scientific content. The concerned parties shall be notified of the referee's observations and proposals to be undertaken by the candidate in

accordance with the conditions of publication in the journal and in order to reach the required scientific level.

Sixthly. The research is considered acceptable for publication in the journal if the three referees (or at least two of them) accept it, after making the required amendments and acknowledging the referees.

- If the third referee refuses the research by giving rational scientific justifications which the editorial board found fundamental and substantial, the research will not be accepted for publication even if approved by the other two referees.

Rules for preparing research manuscript for publication in applied colleges researches:

First, The submitted research should be in the following order: Title, Abstract in Arabic and English, Introduction, Research Objective, Research Material and Methods, Results and Discussion, Conclusions and Recommendations, and finally Scientific References.

- **Title**:

It should be brief, clear and expressive of the content of the research. The title font in the publishing writing is bold, (font 14), under which, in a single – spaced line, the name of the researcher (s) is placed, (bold font 12), his address, his scientific status, the scientific institution in which he works, the email address of the first researcher, mobile number, (normal/ font 12). The title of the research should be repeated again in English on the page containing the Abstract. The font of secondary headings should be (bold/ font 12), and the style of text should be (normal/ font 12).

- **Abstract or Summary:**

The abstract should not exceed 250 words, be preceded by the title, placed on a separate page in Arabic, and written in a separate second page in English. It should include the objectives of the study, a brief description of the method of work, the results obtained, its importance from the researcher's point of view, and the conclusion reached by the researcher.

- **Introduction** :

It includes a summary of the reference study of the subject of the research, incorporating the latest information, and the purpose for which the research was conducted.

- **Materials and methods of research:**

Adequate information about work materials and methods is mentioned, adequate modern resources are included, metric and global measurement units are used in the research. The statistical program and the statistical method used in the analysis of the data are mentioned, as well as, the identification of symbols, abbreviations and statistical signs approved for comparison.

- **Results and discussion :**

They should be presented accurately, all results must be supported by numbers, and the figures, tables and graphs should give adequate information. The information should not be repeated in the research text. It should be numbered as it appears on the research text. The scientific importance of the results should be referred to, discussed and supported by up-to-date resources. The discussion includes the interpretation of the results obtained through the relevant facts and principles, and the degree of agreement or disagreement with the previous studies should be shown with the researchers' opinion and personal interpretation of the outcome.

- **Conclusions**:

The researcher mentions the conclusions he reached briefly at the end of the discussion, adding his recommendations and proposals when necessary.

- **Thanks and acknowledgement:**

The researcher can mention the support agencies that provided the financial and scientific assistance, and the persons who helped in the research but were not listed as researchers.

Second- Tables:

Each table, however small, is placed in its own place. The tables take serial numbers, each with its own title, written at the top of the table, the symbols *, ** and *** are used to denote the significance of statistical analysis at levels 0.05, 0.01, or 0.001 respectively, and do not use these symbols to refer to any footnote or note in any of the search margins. The journal recommends using Arabic numerals (1, 2, 3 .....) in the tables and in the body of the text wherever they appear.

Third- Figures, illustration and maps:

It is necessary to avoid the repetition of the figures derived from the data contained in the approved tables, either insert the numerical data in tables, or graphically, with emphasis on preparing the figures, graphs and pictures in their final shapes, and in appropriate scale and be scanned accurately at 300 pixels / inch. Figures or images must be black and white with enough color contrast, and the journal can publish color pictures if necessary, and give a special title for each shape or picture or figure at the bottom and they can take serial numbers.

- **Fourth- References:**

The journal follows the method of writing the name of the author - the researcher - and the year of publication, within the text from right to left, whatever the reference is, for example: Waged Nageh and Abdul Karim (1990), Basem and Samer (1998). Many studies indicate (Sing, 2008; Hunter and John, 2000; Sabaa et al., 2003). There is no need to give the references serial numbers. But, when writing the Arabic references, write the researcher's (surname), and then, the first name completely. If the reference is more than one researcher, the names of all researchers should be written in the above mentioned manner. If the reference is non-Arabic, first write the surname, then mention the first letter or the first letters of its name, followed by the year of publication in brackets, then the full title of the reference, the title of the journal (journal, author, publisher), the volume, number and page numbers (from - to), taking into account the provisions of the punctuation according to the following examples:

العوف، عبد الرحمن و الكزبري، أحمد (1999). التنوع الحيوي في جبل البشري. مجلة جامعة دمشق للعلوم الزراعية، 15:(3) 33-45.

Smith, J., Merilan, M.R., and Fakher, N.S., (1996). *Factors affecting milk production in Awassi sheep*. J. Animal Production, 12(3):35-46.

If the reference is a book: the surname of the author and then the first letters of his name, the year in brackets, the title of the book, the edition, the place of publication, the publisher and the number of pages shall be included as in the following example:

Ingrkam, J.L., and Ingrahan, C.A., (2000). Introduction In: Text of Microbiology. 2nd ed. Anstratia, Brooks Co. Thompson Learning, PP: 55.

If the research or chapter of a specialized book (as well as the case of Proceedings), scientific seminars and conferences), the name of the researcher or author (researchers or authors) and the year in brackets, the title of the chapter, the title of the book, the name(s) of editor (s), publisher and place of publication and page number as follows:

Anderson, R.M., (1998). Epidemiology of parasitic Infections. In : Topley and Wilsons Infections. Collier, L., Balows, A., and Jassman, M., (Eds.), Vol. 5, 9th ed. Arnold a Member of the Hodder Group, London, PP: 39-55.

If the reference is a master's dissertation or a doctoral thesis, it is written like the following example:

Kashifalkitaa, H.F., (2008). Effect of bromocriptine and dexamethasone administration on semen characteristics and certain hormones in local male goats. PhD Thesis, College of veterinary Medecine, University of Baghdad, PP: 87-105.

• The following points are noted:

- The Arabic and foreign references are listed separately according to the sequence of the alphabets (أ، ب، جـ) or (A, B, C).

- If more than one reference of one author is found, it is used in chronological order; the newest and then the earliest. If the name is repeated more than once in the same year, it is referred to after the year in letters a, b, c as (1998)[a] or (1998)[b]… etc.

- Full references must be made to all that is indicated in the text, and no reference should be mentioned in case it is not mentioned in the body of the text.

- Reliance, to a minimum extent, on references which are not well-known, or direct personal communication, or works that are unpublished in the text in brackets.

- The researcher must be committed to the ethics of academic publishing, and preserve the intellectual property rights of others.

Rules for the preparation of the research manuscript for publication in the researches of Arts and Humanities:

• The research should be original, novel, academic and has a cognitive value, has language integrity and accuracy of documentation.

• It should not be published, or accepted for publication in other publication media.

• The researcher must submit a written declaration that the research is not published or sent to another periodical for publication.

• The research should be written in Arabic or in one of the languages approved in the journal.

• Two abstracts, one in Arabic and the other in English or French, should be provided with no more than 250 words.

• Four copies of the research should be printed on one side of A4 paper with an electronic copy (CD) according to the following technical conditions:

The list (sources and references) shall be placed on separate pages and listed in accordance with the rules based on one of the following two methods:

(A) The surname of the author, his first name, the title of the book, the name of the editor (if any), the publisher, the place of publication, the edition number, the date of publication.

(B) The title of the book: the name of the author, the title of the editor (if any), the publisher, the place of publication, the edition number, the date of the edition.

• Footnotes are numbered at the bottom of each page according to one of the following documentation ways

A - Author's surname, his first name: book title, volume, page.

B - The title of the book, volume number, page.

• Avoid shorthand unless indicated.

• Each figure, picture or map in the research is presented on a clear independent sheet of paper.

• The research should include the foreign equivalents of the Arabic terms used in the research.

For postgraduate students (MA / PhD), the following conditions are required:

(A) Signing declaration that the research relates to his or her dissertation.

(B) The approval of the supervisor in accordance with the model adopted in the journal.

C – The Arabic abstract about the student's dissertation does not exceed one page.

• The journal publishes the researches translated into Arabic, provided that the foreign text is accompanied by the translation text. The translated research is subject to editing the translation only and thus is not subject to the publication conditions mentioned previously. If the research is not assessed, the publishing conditions shall be considered and applied on it.

• The journal publishes reports on academic conferences, seminars, and reviews of important Arab and foreign books and periodicals, provided that the number of pages does not exceed ten.

Number of pages of the manuscript Search:

The accepted research shall be published free of charge for educational board members at the University of Hama without the researcher having any expenses or fees if he complies with the publishing conditions related to the number of pages of research that should not exceed 15 pages of the aforementioned measures, including figures, tables, references and sources. The publication is free in the journal up to date.

Review and Amendment of researches:

The researcher is given a period of one month to reconsider what the referees referred to, or what the Editorial Office requires. If the manuscript does not return within this period or the researcher does not respond to the request, it will be disregarded and not accepted for publication, yet there is a possibility of its re-submission to the journal as a new research.

Important Notes:

- The research published in the journal expresses the opinion of the author and does not necessarily reflect the opinion of the editorial board of the journal.

- The research listing in the journal and its successive numbers are subject to the scientific and technical basis of the journal.

- A research that is not accepted for publication in the journal should not be returned to its owners.

- The journal pays nominal wages for the assessors, 2000 SP.

- Publishing and assessment wages are granted when the articles are published in the journal.

- The researches received from graduation projects, master's and doctoral dissertations do not grant any financial reward; they only grant the researcher the approval to publish.

- In case the research is published in another journal, the Journal of the University of Hama is entitled to take the legal procedures for intellectual property protection and to punish the violator according to regulating laws.

Subscription to the Journal:

Individuals, and public and private institutions can subscribe to the journal

Journal Address:

- The required copies of the scientific material can be delivered directly to the Editorial Department of the journal at the following address: Syria - Hama - Alamein Street - The Faculty of Veterinary Medicine - Editorial Department of the Journal.

Email: hama.journal@gmail.com

magazine@hama-univ.edu.sy

website: : www.hama-univ.edu.sy/newssites/magazine/

Tel: 00963 33 2245135 .

contents		
Title	Resarcher Name	Page number
An Analytical Study of the Impact of Liquidity on the Economic Performance of Traditional Insurance Companies in Syria Using Panel Data Models	Dr. Ahmed Adeeb Ahmed	2
Measuring the Difficulty of Achievement Test Items in Mathematics for Fifth Grade Students (A Comparative Study between the Classical Theory and the Item Response Theory)	Raja Asaad Mounzer Boubou	23
Teachers training needs of the first cycle of basic education in light of the requirements of future school In the point of their view (Field study in the city of Hama)	Mai Al-Omari Prof .Dr. Muhammad Musa Amna Shaaban	41
The digital skills necessary for teachers to use the Syrian educational platform and the level of their ability to do so	Dr. Ali Afif Tajjour	62
The Degree of Includes History Book for The First Literary Secondary Grade Critical Thinking Skills in Light of The List of National Standards	Abdul-Rahman Alshawak Dr. Jamal Sulaiman	79
Content Analysis of University Admission System Plans According to Malcolm Baldrige's Principles of Total Quality	Alaa Abbas Prof. Dr. Youssef Khodour Asst. Prof. Dr. Wafa Khalifa	95
Measuring the relative efficiency of Hama University colleges using the data envelop output orientation model	Dr. Abdulrahman Muhammad Dr. Othman Naqar	112
The degree of availability of the dimensions of administrative empowerment for principals in primary schools in Hama city, obstacles to its application from the principals' own perspective.	Roaa Al Mustafa Dr. Itab kandaria	129
The effect of the reasons for the ravletion of the verses of rulings in deducing jurisprudential rulings" surat Al-Ma,idah as an example *	DR. Fares Ahmad Al Mostafa	145

Utilization of Japanese Quail Egg yolk in Cooled Semen Extender of Cattle Bulls	**Y.A. El-Arifi**	**181**
Diagnosis of *Ascaridia galli* nematode infection of migratory quail birds in Lattakia governorate	**Jaafar Ahmad** **Ali Nisafe** **Bushra ALEssa**	**192**
Vital urban spaces network characteristics of the city and its role in supporting the achievement of urban sustainability	Abeer Abdelal Dr. Ahmed Yasser Dachwal Dr. Hiba Al Saja	**205**
Effect of Foliar Application of Boron and Potassium on productivity Traits of Sugar Beet (*Beta Vulgaris* L.) Under Drought Stress in Al Ghab Region	**Marwa Hassan** **Nazih Rkieh** **Manal Othman**	**222**
Analysis of the factors that motivate farmers towards pioneering agricultural activities in Hama Governorate	**Dr.Samer Tomeh** **Dr.Ibrahim Abdullah**	**236**
Study Complexity Of Famous Optimization Algorithms	**Nora Al-Hilu** **Assist.Prof .Dr. Habib Al-Ali**	**248**