Journal of Nature, Life and Applied Sciences
Volume (5), Issue (3): 30 Sep 2021
P: 135 - 152

ISSN: 2522- 3356

مجلة العلوم الطبيعية والحياتية والتطبيقية
المجلد (5)، العدد (3): 30 سبتمبر 2021م
ص: 135 - 152

Using the Invasive Weed algorthim for solving Network Analysis problems

Hamsa Maan Mohammed

Mosul University || Iraq

Abstract: Any project consists of a set of interconnected and interrelated activities in a specific order that are carried out at a specific time. The size of the projects, their high costs, and the complexity of their activities made it necessary to make a careful and prior planning.

From here came the idea of business networks, where scientific analysis was adopted for project planning, scheduling and reviewing by representing these projects with a network that shows the sequence of their activities at appropriate costs and times.

Since such networks need time and effort to implement, the researcher used one of the smart techniques (the weed algorithm) and applied it to some business network issues that require great time and effort that increase as the size of the project increases. By applying the algorithm to some of these issues, it succeeded in achieving the required results in a record time (a few minutes) and according to the size of the issue, and hardly a little effort, in the first issue, the results (the expected time for each activity, determining the critical path, calculating the time needed to complete the critical path) achieved results in approximately one minute, and the second issue took less than two minutes. As for the third issue, the results were given in approximately two and a half minutes. Thus this smart technology has achieved the desired results in the least possible time and effort.

Such a technique can be used and implemented on problems in different fields due to its accuracy, efficiency and speed in solving problems.

Keywords: Invasive Weed Optimization Algorithm; Network Analysis; (PERT) method.

استخدام خوارزمية الأعشاب الضارة في حل مسائل شبكة الأعمال

همسة معن محمد

جامعة الموصل || العراق

المستخلص: يتكون **أي** مشروع من مجموعة من الأنشطة المتداخلة والمترابطة وفق ترتيب معين والتي تنفذ في وقت محدد. حجم المشاريع وارتفاع تكاليفها وتعقيدات نشاطاتها جعلها بحاجة إلى تخطيط مسبق ودقيق. من هنا جاءت فكرة شبكات الأعمال حيث اعتمد التحليل العلمي لتخطيط المشاريع وجدولتها ومراجعتها من خلال تمثيل هذه المشاريع بشبكة توضح تسلسل انشطتها بتكاليف واوقات مناسبة.

وتحتاج مثل هذه الشبكات إلى وقت وجهد لتنفيذها من هنا جاءت فكرة البحث حيث قامت الباحثة باستخدام احدى التقنيات الذكائية (خوارزمية الأعشاب الضارة) وتطبيقها على بعض مسائل شبكات الأعمال التي تتطلب وقتا وجهدا كبيرين يكبران كلما كبر حجم المشروع ، من خلال تطبيق الخوارزمية على بعض هذه المسائل نجحت في تحقيق النتائج المطلوبة في وقت قياسي (دقائق معدودة) وحسب حجم المسالة، وجهد لا يكاد يذكر، ففي المسالة الأولى حققت النتائج (الوقت المتوقع لكل نشاط، تحديد المسار الحرج، حساب الوقت اللازم لإنجاز المسار الحرج) في دقيقة تقريبا والمسالة الثانية في دقيقتين الا بضع ثوان اما الثالثة فلقد اعطت النتائج لها في دقيقتين ونصف تقريبا، وبهذا تكون هذه التقنية الذكائية قد حققت النتائج المطلوبة بأقل وقت وجهد ممكنين

يمكن استخدام مثل هذه التقنية وتنفيذها على مسائل في مجالات مختلفة لما لهذه التقنية من دقة وكفاءة وسرعة في حل المسائل.

الكلمات المفتاحية: خوارزمية الأعشاب الضارة، شبكات الأعمال، طريقة بيرت.

المقدمة (Introduction)

تمثل المشاريع مجموعة من الأنشطة التي تنفذ في وقت ما لتحقيق مجموعة من الأهداف، وحجم المشاريع الكبيرة وارتفاع تكاليفها وتعقيدها جعلها بحاجة ماسة إلى تخطيط مسبق ودقيق والسبب في ذلك أن المشاريع يجب تنفيذها في اوقات محددة اضافة إلى ارتفاع تكاليف التنفيذ الناتجة عن أي خطا في التخطيط أو التنفيذ [(1)]. حيث ظهرت شبكات الأعمال في نهاية الخمسينات وكان لتطبيقاتها المتعددة الفضل العلمي في انشاء واكمال المشاريع العملاقة من دون اية مدخلات اضافية ووفرت الكثير من المزايا في كثير من المجالات سواء كان حكومي أو صناعي [(2)].

لقد تم تطوير مجموعة من الوسائل والاساليب التي يمكن استخدامها في تخطيط وجدولة المشاريع[(3)].

يعتبر التخطيط والرقابة من الوظائف الاساسية في المشاريع، ويعد التخطيط الخطوة الأولى في إدارة المشاريع وان نجاح أو فشل الخطوات التالية في المشروع يعتمد على التخطيط. تعتبر شبكات الأعمال احد اساليب التخطيط الفعالة والهدف منها هو مراقبة تنفيذ المشاريع التي تتكون من عدة مراحل[(4)].ساعدت البرمجيات الحاسوبية في الوقت الحالي مديري المشاريع في تخطيط وتنفيذ مشروعاتهم بكفاءة عالية مما وفر عليهم الكثير من الجهد والوقت والتكلفة، استخدمت الباحثة احدى هذه البرمجيات (خوارزمية الأعشاب الضارة) لحل مسائل شبكات الأعمال وتوصلت إلى النتائج بوقت قصير جدا ولقد وفرت الخوارزمية جهدا كبيرا كان يبذل في حل مثل هذه المسائل.

مشكلة البحث (Research Problem):

تكمن مشكلة البحث في عدم معرفة اغلب الباحثين بمدى أهمية التقنيات الذكائية وماهي مميزاتها وكيف يمكن الاستفادة منها في اختصار الوقت والجهد لحل المسائل في مختلف المجالات.

فرضيات البحث (:Research assumes)

- هنالك علاقة كبيرة بين التقنيات الذكائية وحل أكثر المسائل تعقيدا في بحوث العمليات.
- تعد خوارزمية الأعشاب الضارة احدى التقنيات الذكائية التي يمكنها حل مثل هذه المسائل.
- ايجاد النتائج المثالية في أقصر وقت واقل جهد ممكن.

اهمية البحث (Research importance):

تأتي أهمية هذا البحث من خلال التعريف بتقنية ذكائية الا وهي خوارزمية الأعشاب الضارة والتي تم اعتمادها في هذا البحث لحل مسائل شبكات الأعمال، والتي اصبحت طريقة حل تقني ذكائي لمثل هذه المسائل.

(1) الطراونة، محمد احمد وعبيدات، سليمان خالد (2010)، ص301

(2) باشيوة، لحسن عبد الله (2011)، ص323

(3) الفياض، محمود وقداوة، عيسى (2007)، ص264

(4) بني هاني، جهاد صياح واخرون (2013)، ص321

منهج البحث (Research Methodology):

- تم اعتماد منهج تحليلي مسحي.
- البيانات للبحث من المصادر الورقية.
- حدود الدراسة زمنيا 2021.

هدف البحث (Research objective):

يهدف البحث إلى تحليل شبكات الأعمال وايجاد المسار الحرج (PERT) والوقت اللازم لتنفيذ شبكات الأعمال للمشاريع عن طريق إحدى التقنيات الذكائية (خوارزمية الأعشاب الضارة) لتحديد الأنشطة الحرجة واحتمال إنجاز المشاريع في وقت محدد من خلال معرفة الوقت المتوقع لإنجاز الأنشطة وإعطاء نتائج توازي نتائج الحل اليدوي بل وتتفوق عليها من خلال توفير الوقت والجهد اللازم.

هيكلية البحث:

تم تقسيم البحث إلى مبحثين، الأول عن الإطار النظري اما الثاني فكان عن الدراسة الميدانية للبحث.

المبحث الأول- الإطار النظري:

طريقة بيرت (Program Evaluation and Review Technique (PERT) method):

ان طريقة بيرت (BERT) تهدف إلى تحديد الأنشطة الحرجة لضمان إنجاز المشروع في الوقت المحدد وتقييم تأثير اجراء تعديلات على المشروع والى معالجة عدم التأكد من موعد انهاء كل نشاط. ففي حالة تقويم ومراجعة المشاريع تكون اوقات الأنشطة احتمالية وليست ثابتة، لذلك فإننا نحتاج إلى أكثر من وقت واحد لكل نشاط ومن ثم نقوم بايجاد متوسط هذه الاوقات ليمثل معدل الوقت لكل نشاط [5]. فانه يكون لدينا ثلاثة تقديرات هي:

أ- الوقت المبكر أو التقدير التفاؤلي (a).

ب- الوقت الارجح أو التقدير الأكثر احتمالا لزمن الإنجاز (m).

ج- الوقت المتأخر أو التقدير التشاؤمي (b). [6].

ان افضل طريقة لتحديد وقت إنجاز الأنشطة هو التعبير عنها من خلال التوزيع الاحتمالي، ويعتبر النموذج الاحتمالي الافضل لتوزيع الوقت في اسلوب (BERT) هو بيتا (Beta Distribution) أفضل وبالتالي فانه بدلا من التعبير عن الوقت اللازم لإنجاز النشاط بزمن واحد فقط، ويمكن أن نستخدم توزيع (Uniform) وتكون دالة الكثافة الاحتمالية لتوزيع ال Beta كما يلي: [7].

$$f(t) = \frac{\sqrt{n1+n2}}{\sqrt{n1}*\sqrt{n2}} * \frac{(A-a)^{n1-1}(b-A)^{n2-1}}{(b-a)^{n1+n2-1}} \qquad \text{-------(1)}$$

(5) الطراونة، محمد احمد وعبيدات، سليمان خالد (2010): مصدر سابق. ص301

(6) الشمرتي، حامد سعد نور (2010). ص347

(7) بني هاني، جهاد صياح واخرون (2013): مصدر سابق. ص 334- ص 335

عندما تكون:

$$a \le A \le b$$

ان المسافة بين الوقت التفاؤلي والتشاؤمي، تحسب كالاتي:

$$b - a = 6 \quad \text{..... (2)}$$

والانحراف المعياري لوقت النشاط، يحسب كالاتي:

$$S = \frac{b-a}{6} \quad \text{..... (3)}$$

والتباين يحسب حسب الصيغة الرياضية التالية:

$$V = \left(\frac{b-a}{6}\right)^2 \quad \text{..... (4)}$$

وكلاهما (الانحراف المعياري والتباين) يقيسا تشتت الوقت المتوقع لإنجاز الأنشطة حول وسطها الحسابي والذي يمكن تقديره حسب الصيغة الاتية:

$$\bar{D} = \frac{2(a+b)+2m}{3} = \frac{a+b+4m}{6} \quad \text{..... (5)}$$

مثال (1): [8].

يتطلب إنجاز أحد المشاريع الصغيرة القيام بعدة أنشطة والجدول الاتي يوضح تدفق الأنشطة والاوقات المقدرة (التفاؤلي، الوقت الأكثر احتمالا والتشاؤمي):

الأنشطة	الوقت التفاؤلي (a)	الوقت الأكثر احتمالا (m)	الوقت التشاؤمي (b)
1 – 2	2	4	**6**
1 – 3	6	5	**7**
1 – 4	6	4	**8**
2 – 3	1	5	**6**
2 – 5	1	2	**3**
3 – 5	4	7	**7**
4 – 5	1	2	**3**

المطلوب / 1- الوقت المتوقع لكل نشاط.

2- تحديد المسار الحرج.

الحل:

أولا:

(8) الشمرتي، حامد سعد نور (2010): مصدر سابق. ص 350 – ص 352

$$\bar{D} = \frac{a + b + 4m}{6}$$

الوقت المتوقع لإنجاز النشاط الأول (1- 2):

$$= \frac{2+6+(4)(4)}{6} = \frac{24}{6} = 4$$

الوقت المتوقع لإنجاز النشاط الثاني (1- 3):

$$= \frac{6+5+(4)(5)}{6} = \frac{31}{6} = 5.5$$

الوقت المتوقع لإنجاز النشاط الثالث (1- 4):

$$= \frac{6+8+(4)(4)}{6} = \frac{30}{6} = 5$$

وهكذا يتم استخراج باقي الأنشطة، وكما موضح في الجدول الاتي:

الأنشطة	الوقت المتوقع لإنجاز الأنشطة
1- 2	4
1- 3	5.5
1- 4	5
2- 3	4.5
2- 5	2
3- 5	6.5
4- 5	2

ثانيا: يتم تحديد المسار الحرج وفقا لطريقة المسارات وكما يلي:

رقم المسار	الأنشطة	الوقت المتوقع
1	5- 2- 1	6=2+4
2	5- 3- 2- 1	15 = 6.5 + 4.5 +4 **المسار الحرج**
3	5- 3 – 1	12= 6.5 + 5.5
4	5- 4- 1	7 = 2+5

خوارزمية الأعشاب الضارة (Invasive Weed Optimization (IWO) method):

هي خوارزمية ذكية تحاكي سلوك مستعمرات الأعشاب المتجاوزة عندما تحاول أن تجد المكان المناسب للنمو والتكاثر. وضعت من قبل Mehrabian وLucas عام 2006[9].تنفذ الخوارزمية وفق الخطوات التالية:

(9) A.R. Mehrabian and C.Lucas, , 2006.pp.357

1- المجتمع الابتدائي: يولد المجتمع الابتدائي (pop1) عشوائيا في فضاء البحث.

2- التقييم: تحسب كل دالة لياقة للحلول في المجتمع.

3- الاستنساخ: كل حل يمثل نموذج مفرد مع مجموعات جزئية من المتغيرات المختارة. كل استنساخ للحل يحتاج إلى حلول ابتدائية (عدد مستقل بأصغر وأكبر قيم لدالة اللياقة) للبذرة والمستعمرة المقابلة. الاباء تنتج ابناء وفق المعادلة التالية: .[10]

$$Seedi = S_{\min} + (S_{\max} - S_{\min}) \times \frac{fit_{worst} - fit_i}{fit_{worst} - fit_{best}}$$

اذ أن:

$S_{\max}, S_{\min}$: أكبر وأصغر عدد ممكن من الابناء المنتجة لأفضل وأسوأ اباء

fit_{worst}, fit_{best} : قيم دوال اللياقة لأفضل وأسوأ اباء

fit_i : قيمة دالة اللياقة ل th من الأعشاب في المستعمرة

4- التشتت المكاني: ادخلت إلى هذه الخطوة العشوائية، تتضمن هذه الخطوة توليد اجيال من الاباء من المناطق المجاورة بحيث تتوزع الاجيال توزيع طبيعي بوسط حسابي (صفر) اما التباين فيكون متفاوت في فضاء البحث. ويستخدم الانحراف القياسي المقابل ليعرف مسبقا القيمة الابتدائية (SD initial) للقيمة النهائية (SD final) للانحراف في كل تكرار، وحسب المعادلة التالية:

$$SDiter = \frac{(Iter\max - Iter)^n \times (SDinitial - SDfinal)}{(Iter\max)^n} + SDfinal$$

اذ ان:

الانحراف القياسي الحالي للتكرارات: $SDiter$

العدد الأكبر من التكرارات: $Iter\max$

دليل التعديل الغير خطي :n

5- الطفرة: يمكن تطبيق مفهوم الطفرة لمنع التقارب المبكر أو لحصره في مكان محدد، كل حل في الجيل الثاني (pop2) سوف يطفر بواسطة عناصر الطفرة، المجتمع الناتج من عملية الطفرة يسمى (pop3) الجيل الثالث وحجمه مساوي لحجم الجيل الثاني حيث طبقت عملية الطفرة لكل حل من الجيل الثاني (pop2).

6- دالة التقارب: تستخدم دالة التقارب لتجنب التقارب المبكر ولتحديد التنوع، أن دالة التقارب تسمح بتوليد حلول متنوعة وكثيرة ويستخدم معامل نسبة التقارب لمعرفة النسبة للاختيار الجيد للحلول المتبقية في كل عملية تكرار.

7- المنافسة: أن خطوات المنافسة تستخدم لإزالة الحلول ذات دوال اللياقة الضعيفة عندما يصل حجم المجتمع إلى اعلى قيمة معطاة في المستعمرة، وهذه الالية تعمل كالاتي:

أ- ترتب قيم دوال لياقة للمجتمعات Pop1، pop2،pop3

(10) C.Sur and A.Shukla, 2013.pp.12292-

ب- تستبعد الحلول ذات دوال اللياقة الضعيفة إلى أن نصل إلى أكبر حجم للمجتمع مسموح به.

ج- السماح لأفضل الحلول بتوليد الابناء (الحلول الجديدة).

تستمر الالية إلى أن تصل اعلى عدد من التكرارات يتم الحصول عليها[11]

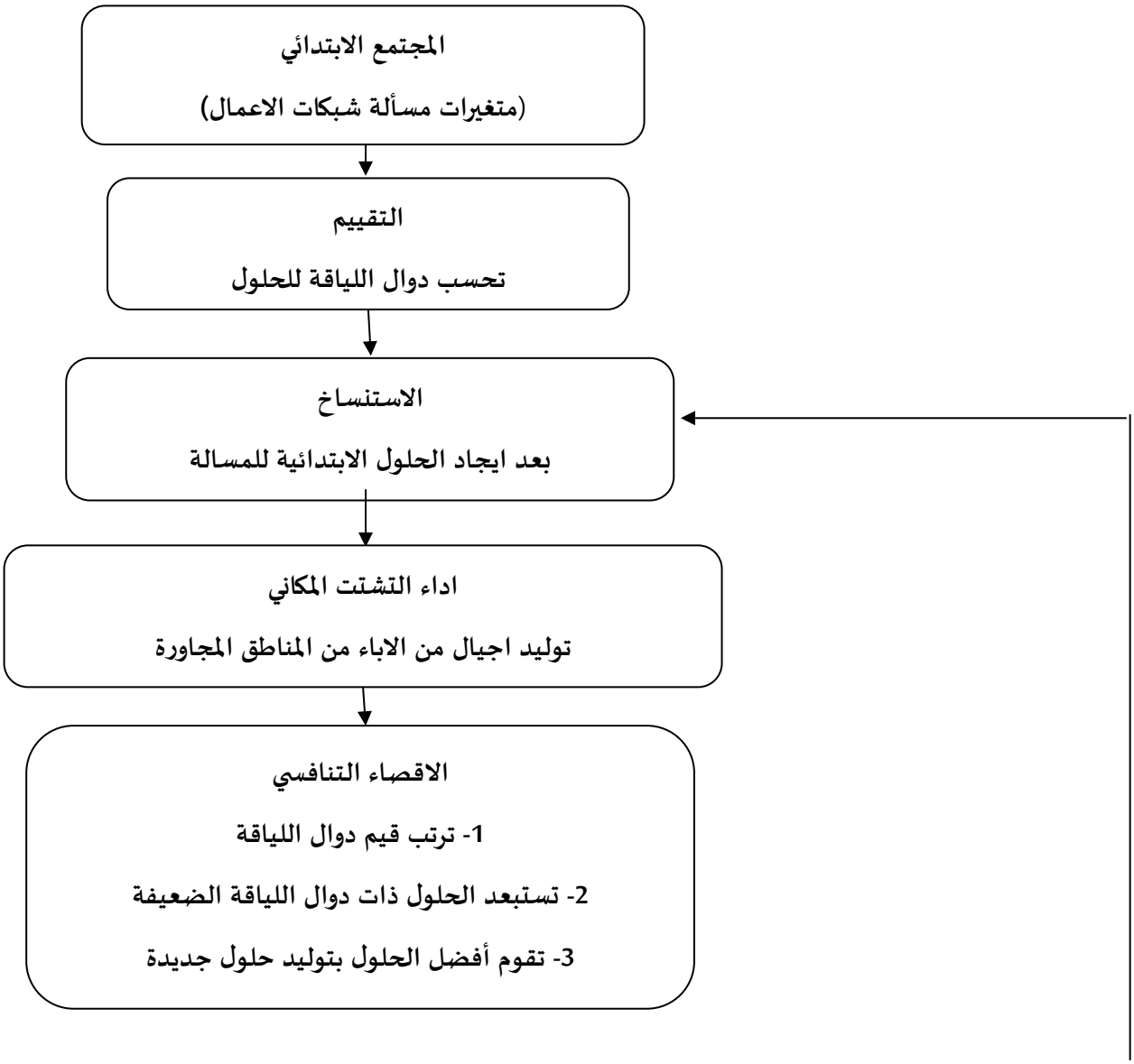
المبحث الثاني- الدراسة الميدانية:

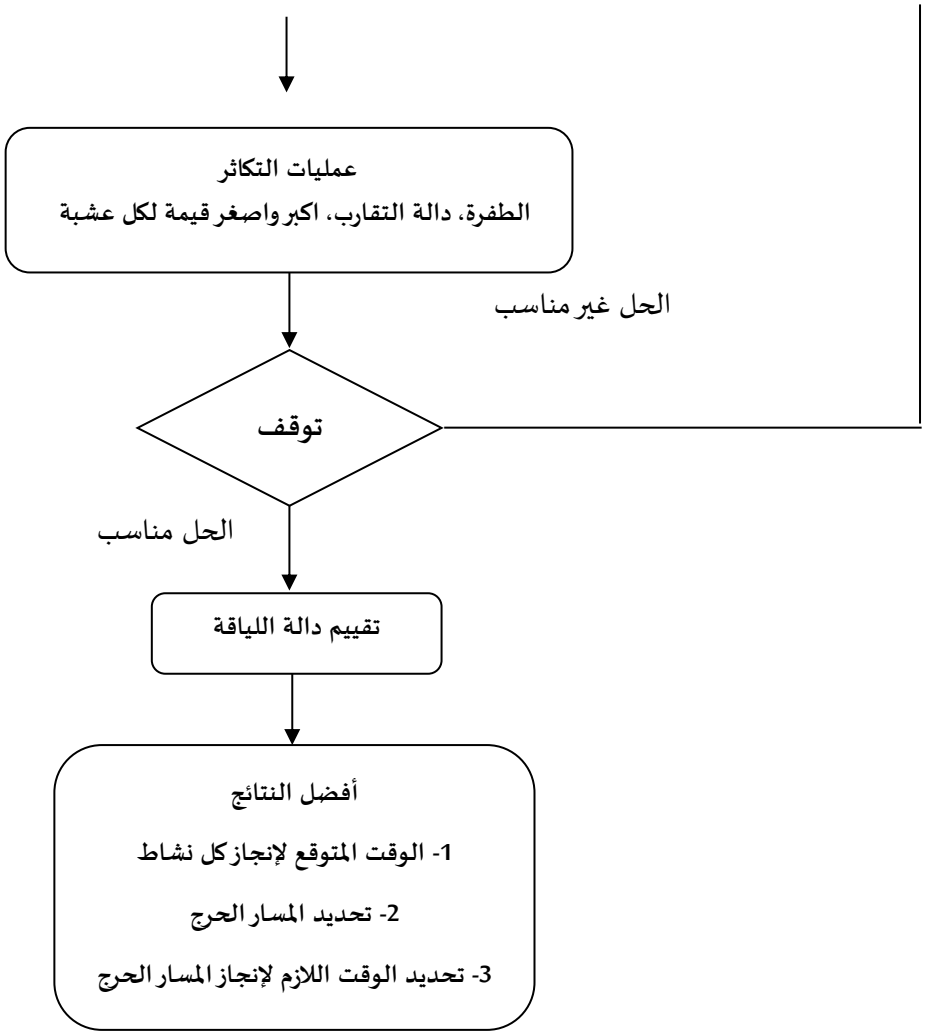
خوارزمية الأعشاب الضارة لشبكات الأعمال المقترحة (Proposed Invasive Weed Optimization for Network Analysis):

في هذا البحث اقترحت الباحثة خوارزمية أعشاب ضارة لحل مسائل شبكات الأعمال حيث قامت ببرمجتها باستخدام لغة MATLAB 10.

تم اولا تعريف متغيرات المسالة (الوقت التفاؤلي، الوقت الأكثر احتمالا، الوقت التشاؤمي) بشكل مصفوفات وتحديد دالة الهدف ثم تطبيق خطوات الخوارزمية المقترحة متتالية على عدة مسائل لشبكات الأعمال واختبار الحلول إلى أن توصلت إلى افضل النتائج (تحديد المسار الحرج، وقت الإنجاز المتوقع لكل نشاط، الوقت المتوقع لإنجاز المشروع كاملا) في وقت قياسي (دقائق معدودة). والشكل رقم (1) يوضح مخطط خوارزمية الأعشاب الضارة المقترحة لحل مسائل شبكات الأعمال:

(11)Saheleh Sheykhizadeh, Abdolhossein Naseri (2018).pp.6- 8


المجتمع الابتدائي
(متغيرات مسألة شبكات الاعمال)
التقييم
تحسب دوال اللياقة للحلول
الاستنساخ
بعد ايجاد الحلول الابتدائية للمسالة
اداء التشتت المكاني
توليد اجيال من الاباء من المناطق المجاورة
الاقصاء التنافسي
1- ترتب قيم دوال اللياقة
2- تستبعد الحلول ذات دوال اللياقة الضعيفة
3- تقوم أفضل الحلول بتوليد حلول جديدة



الشكل رقم (1) مخطط خوارزمية الأعشاب الضارة المقترحة

قامت الباحثة بتطبيق الخوارزمية المقترحة على ثلاث مسائل مختلفة وحصلت على النتائج المناسبة لكل مسالة، وكما يلي:

المسالة الأولى: [12].

يتطلب إنجاز أحد المشاريع الصغيرة القيام بعدة أنشطة والجدول الاتي يوضح تدفق الأنشطة والاوقات المقدرة (التفاؤلي، الوقت الأكثر احتمالا والتشاؤمي):

الأنشطة	الوقت التفاؤلي (a)	الوقت الأكثر احتمالا (m)	الوقت التشاؤمي (b)
1- 2	2	4	6
1- 3	6	5	7
1 – 4	6	4	8
2 – 3	1	5	6

(12) الشمرتي، حامد سعد نور (2010): مصدر سابق. ص 350 – ص 352

الأنشطة	الوقت التفاؤلي (a)	الوقت الأكثر احتمالا (m)	الوقت التشاؤمي (b)
2 – 5	1	2	3
3 – 5	4	7	7
4- 5	1	2	3

خطوات الحل بواسطة الخوارزمية المقترحة:

1- تعريف متغيرات المسالة بشكل مصفوفات:

الوقت التفاؤلي `a=[2;6;6;1;1;4;1];`

الوقت التشاؤمي `b=[6;7;8;6;3;7;3];`

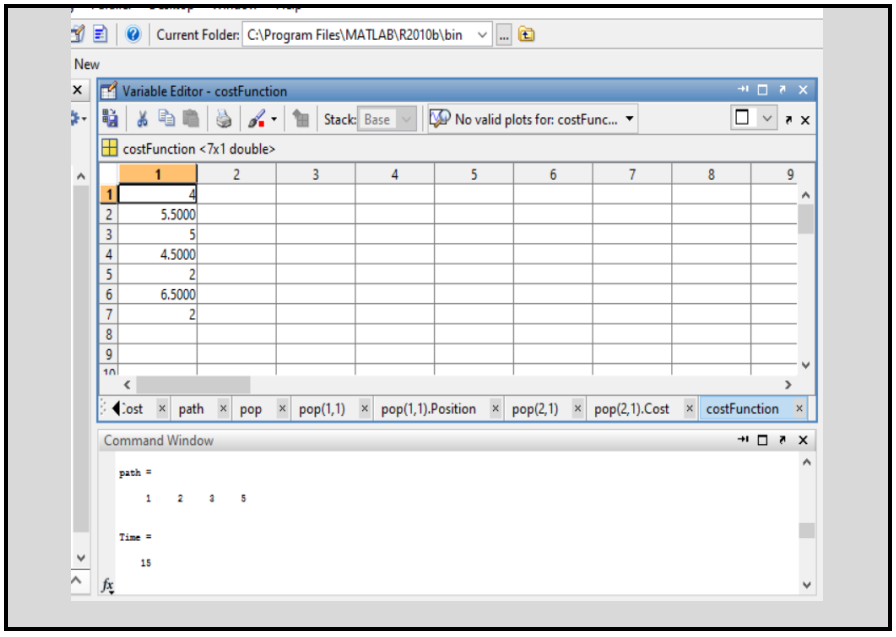
الوقت الأكثر احتمالا `m=[4;5;4;5;2;7;2];`

كذلك نقوم بإدخال عدد الأنشطة والعقد للمشروع.

1. حساب كل دالة لياقة للحلول في المجتمع (Objective Function) وحسب المطلوب من كل مسالة.
2. ايجاد الوقت لإنجاز كل نشاط.
3. تحديد المسار الحرج.
4. تحديد الكلفة الكلية أو الوقت الكلي لإنجاز المسار الحرج للمشروع.
5. نستمر بتطبيق باقي الخطوات للخوارزمية على المسالة، تم التوصل من خلال تطبيق الخوارزمية المقترحة على النتائج التالية:

1- الوقت المتوقع لإنجاز كل نشاط:

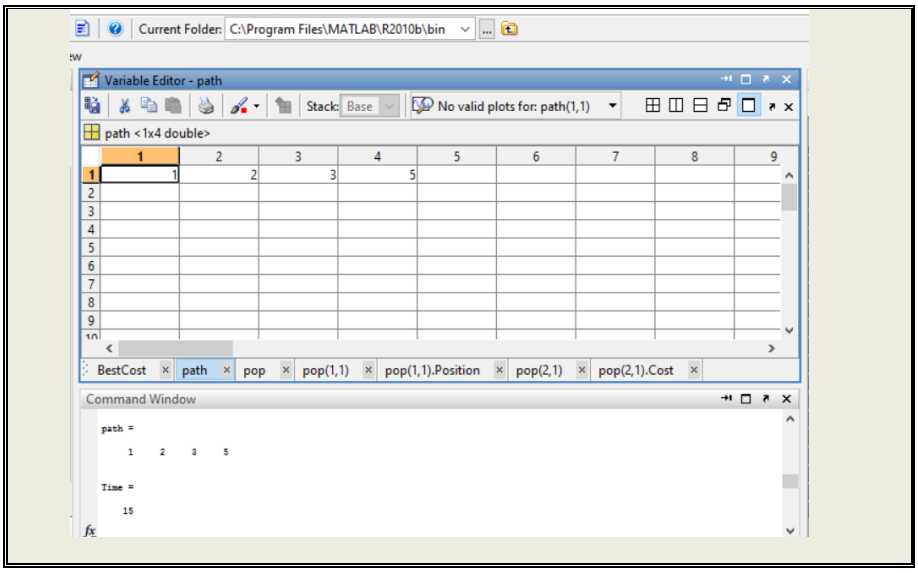
النشاط	الوقت المتوقع (اسبوع)
1- 2	4
1- 3	5.5
1 – 4	5
2 – 3	4.5
2 – 5	2
3 – 5	6.5
4- 5	2



الشكل رقم (2) الوقت المتوقع لإنجاز كل نشاط للمسألة الأولى

2- تحديد المسار الحرج (اطول مسار):

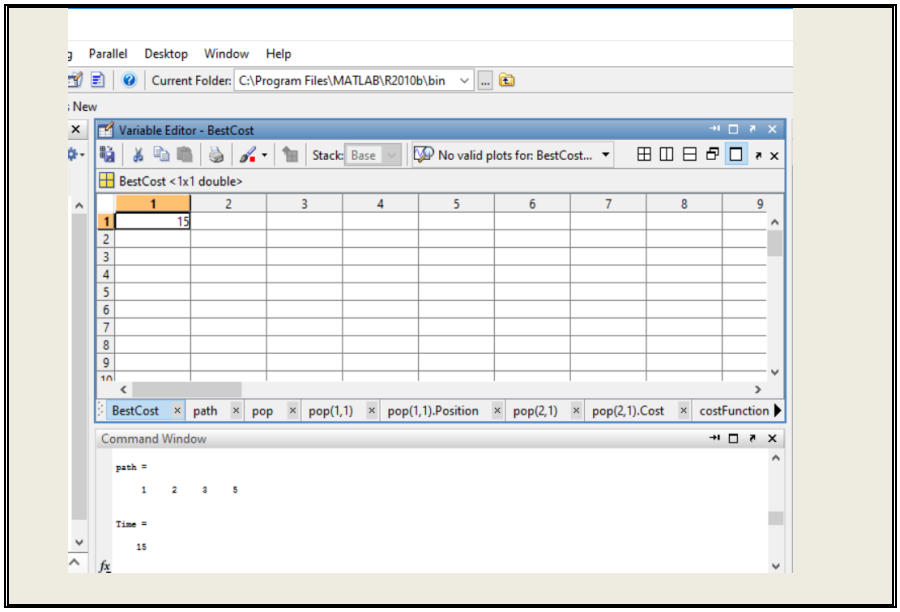
1 ⟶ 2 ⟶ 3 ⟶ 5



الشكل رقم (3) المسار الحرج للمسألة الأولى

3- تحديد الوقت اللازم لإنجاز المسار الحرج:

الوقت اللازم لإنجاز المسار الحرج لهذه المسالة (15) اسبوع.



الشكل رقم (4) الوقت اللازم لإنجاز المسار الحرج للمسألة الأولى

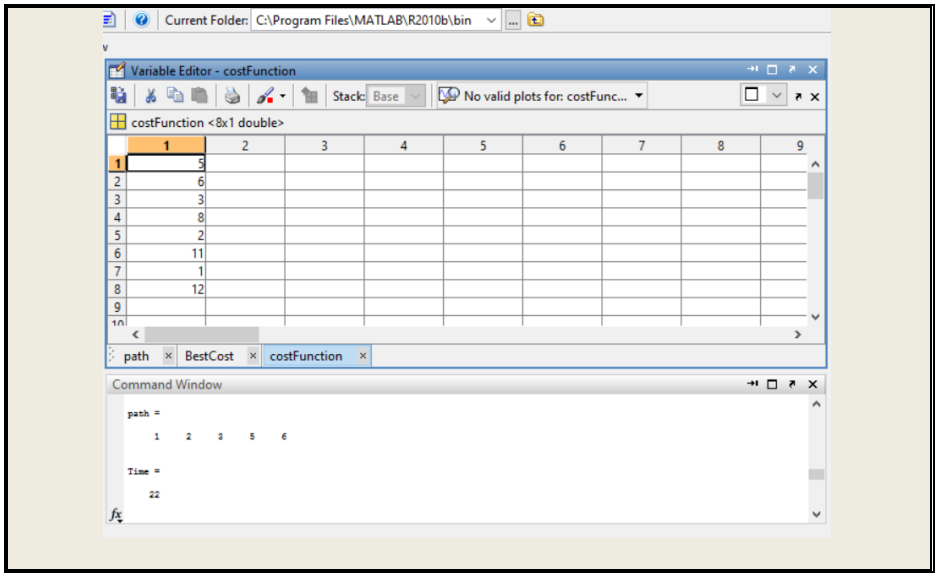
المسألة الثانية: .[13]

الأنشطة	الوقت التفاؤلي (a)	الوقت الأكثر احتمالا (m)	الوقت التشاؤمي (b)
1- 2	3	5	7
1- 3	4	6	8
2 – 3	1	3	5
2 – 4	5	8	11
3 – 5	1	2	3
3 – 6	9	11	13
4- 6	1	1	1
5- 6	10	12	14

بعد تطبيق الخوارزمية المقترحة على هذه المسالة كانت النتائج كالاتي:

1- الوقت المتوقع لإنجاز كل نشاط:

(13) Hamdy A. Taha (2017).pp.442- 443

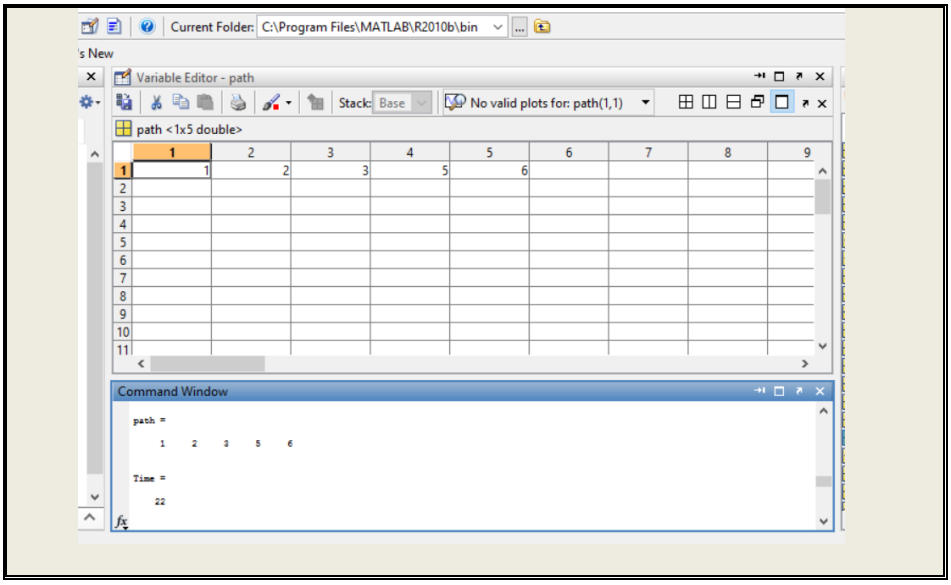


الشكل رقم (5) الوقت المتوقع لإنجاز كل نشاط للمسألة الثانية

النشاط	الوقت المتوقع (اسبوع)
1- 2	5
1- 3	6
2 – 3	3
2 – 4	8
3 – 5	2
3 – 6	11
4- 6	1
5- 6	12

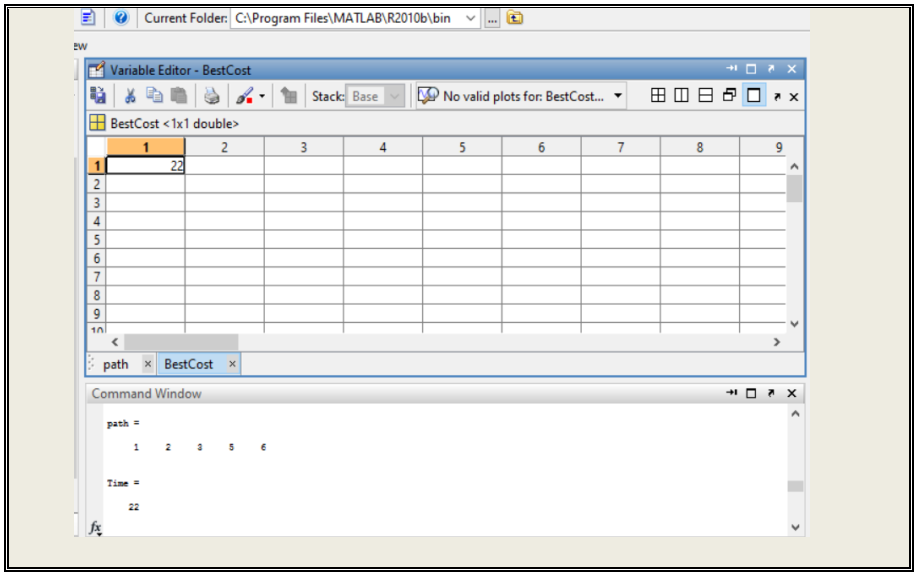
2- المسار الحرج لإنجاز المشروع:

1 ⟶ 2 ⟶ 3 ⟶ 5 ⟶ 6



الشكل رقم (6) المسار الحرج للمسألة الثانية

3- الوقت اللازم لإنجاز المسار الحرج (22) يوما:



الشكل رقم (7) الوقت المتوقع لإنجاز المسار الحرج للمسألة الثانية

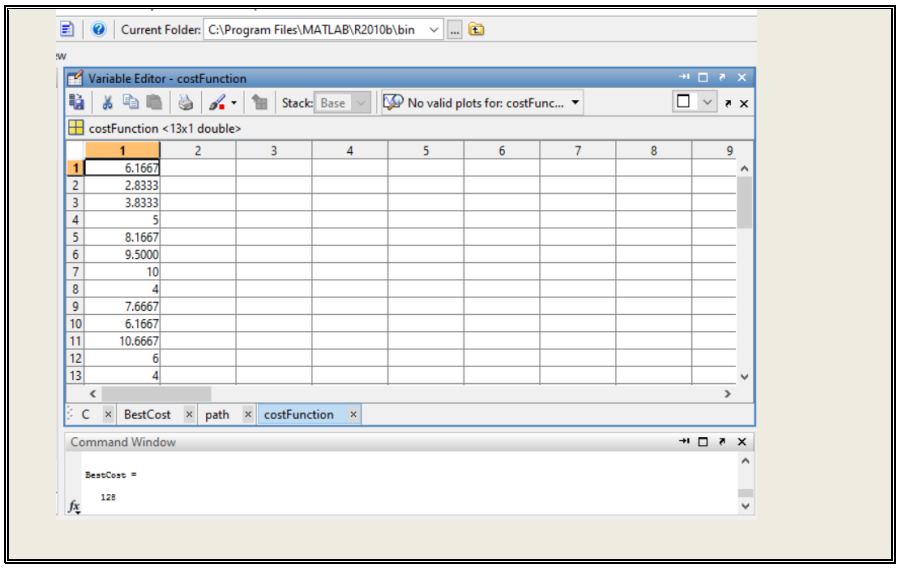
المسالة الثالثة:

الأنشطة	الوقت التفاؤلي (a)	الوقت الأكثر احتمالا (m)	الوقت التشاؤمي (b)
1 – 2	5	6	8
1 – 4	1	3	4
1 – 5	2	4	5
2 – 3	4	5	6
2 – 5	7	8	10

الأنشطة	الوقت التفاؤلي (a)	الوقت الأكثر احتمالا (m)	الوقت التشاؤمي (b)
2- 6	8	9	13
3 – 4	5	9	19
3 – 6	3	4	5
4 – 6	4	8	10
4 – 7	5	6	8
5 – 6	9	10	15
5 – 7	4	6	8
6 - 7	3	4	5

(14)

1- الوقت المتوقع لإنجاز كل نشاط:



الشكل رقم (8) الوقت المتوقع لإنجاز كل نشاط للمسألة الثالثة

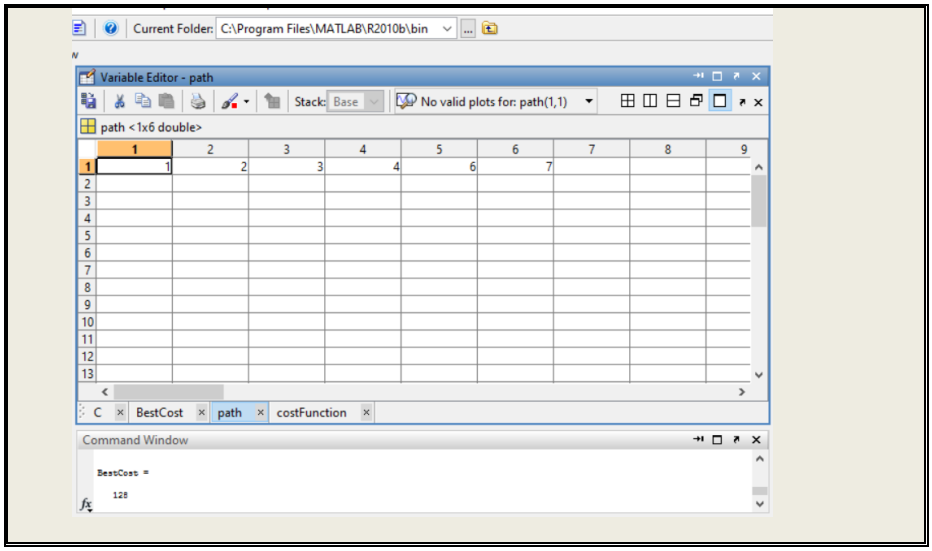
النشاط	الوقت المتوقع (يوم)
1- 2	6.1667
1- 4	2.8333
1 – 5	3.8333
2 – 3	5
2 – 5	8.1667
2 – 6	9.5000
3- 4	10
3- 6	4.

(14) حمدي طه، 2011: مصدر سابق، ص 459

النشاط	الوقت المتوقع (يوم)
4 – 6	7.6667
4 – 7	6.1667
5 – 6	10.6667
5 – 7	6
6 – 7	4

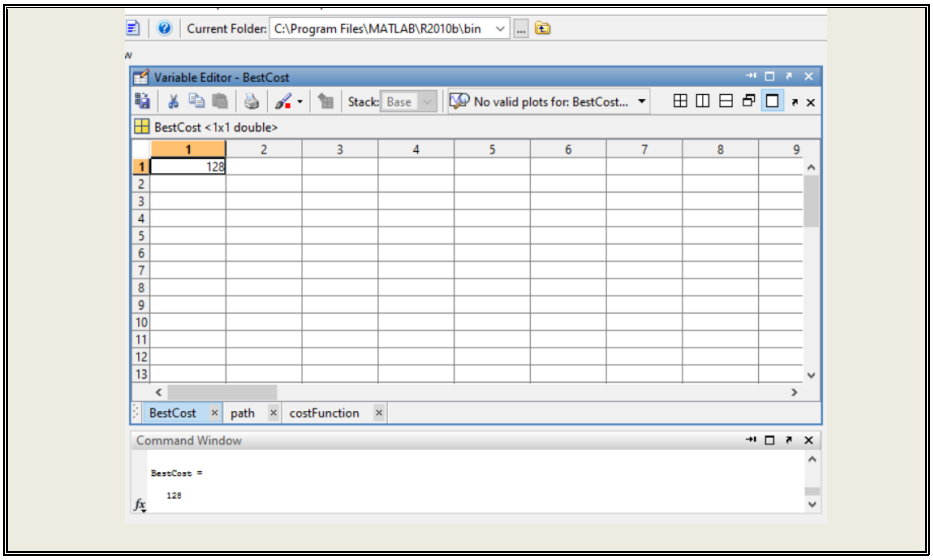
2- المسار الحرج لإنجاز المشروع:

1 → 2 → 3 → 4 → 6 → 7



الشكل رقم (9) المسار الحرج لإنجاز المشروع للمسألة الثالثة

3- الوقت اللازم لإنجاز المسار الحرج 128 يوما:



الشكل رقم (10) الوقت اللازم لإنجاز المسار الحرج للمسألة الثالثة

الاستنتاجات:

1- تطبيق خوارزمية الأعشاب الضارة على مسائل مختلفة من مسائل شبكات الأعمال اعطى النتائج المطلوبة (تحديد الوقت اللازم لإنجاز كل نشاط، تحديد المسار الحرج، تحديد الوقت اللازم لإنجاز المسار الحرج للمشروع).

2- يمكن لمتخذي القرار استخدام الخوارزمية المقترحة والحصول على النتائج المطلوبة بأقصر وقت واقل جهد مهما بلغ حجم المشروع.

التوصيات:

1- استخدام التقنيات الذكائية لحل المسائل المعقدة (التي يحتاج حلها وقتا وجهدا كبيرين)، في مختلف المجالات، لما لهذه التقنيات من كفاءة وسرعة في حل مثل هذه المسائل.

2- وضع مادة (مدخل إلى التقنيات الذكائية) للمرحلة الجامعية الأولى وفي كافة المجالات العلمية لما لها من اهمية في الظرف الحالي مع استخدام التعليم الالكتروني والحاجة لمثل هذه التقنيات لتنفيذ وحل المسائل المعقدة وخاصة في مجال العلوم التطبيقية.

المراجع (References) :

أ- **المراجع بالعربية:**

- باشيوة، لحسن عبد الله (2011): " بحوث العمليات "، دار اليازوري العلمية للنشر والتوزيع، عمان، الاردن.
- بني هاني، جهاد صياح واخرون (2013): " تطبيقات بحوث العمليات في إدارة الأعمال "، دار الحامد للنشر والتوزيع، عمان، الاردن.
- حمدي طه (2011): " بحوث العمليات: الجزء الأول ". دار المريخ للنشر، الرياض، السعودية.
- الشمرتي، حامد سعد نور (2010): " بحوث العمليات "، مكتبة الذاكرة، بغداد، العراق.
- الطراونة، محمد احمد وعبيدات، سليمان خالد (2010): " مقدمة في بحوث العمليات "، دار المسيرة للنشر والتوزيع والطباعة، عمان، الاردن.
- الفياض، محمود وقداوة، عيسى (2007): " بحوث العمليات ". دار اليازوري العلمية للنشر والتوزيع، عمان، الاردن.

ب- **المراجع الأجنبية:**

- A.R. Mehrabian and C.Lucas, A novel numerical optimization algorithm inspired from weed colonization, Ecological Informatics, 2006.
- C.Sur and A.Shukla, Discrete invasive weed optimization algorithm for graph based combinatorial road network management problem.In Proceedings of the 2013 International Symposium on Computational and Business Intelligence (ISCBI), August 2013.
- Hamdy A. Taha (2017): "Operations Research An Introduction", Tenth Edition, Pearson Education Limited, England.

- Saheleh Sheykhizadeh, Abdolhossein Naseri (2018): An efficient swarm intelligence approach to feature selection based on invasive weed optimization: Application to multivariate calibration and classification using spectroscopic data. https: //doi.org/10.1016/j.saa.2018.01.028.