استخدام طرائق اتخاذ القرار متعددة المعايير الضّبابيّة لتحديد الأرض الأكثر ملائمة لزراعة القمح في حلب

ديانا حاضري*، غسان ساكت، آية سريو*****

* طالبة دراسات عليا (ماجستير)، قسم الإحصاء ونظم المعلومات، كلية الاقتصاد، جامعة حلب.

** أستاذ ، قسم الإحصاء ونظم المعلومات، كلية الاقتصاد، جامعة حلب.

*** مدرّس، قسم الإحصاء ونظم المعلومات، كلية الاقتصاد، جامعة حلب.

الملخّص

هدف البحث الى بناء نموذج ضبابي لتقييم ملائمة الأراضي الزراعية لزراعة القمح في منطقة حلب من خلال تطبيق طرائق اتخاذ القرار متعددة المعايير الضّبابيّة، تم استخدام تقنية التحليل الهرمي الضبابي Fuzzy Analytic Hierarchy Process (FAHP) للحصول على الأهمية النسبيّة للمعايير التي تؤثر في زراعة محصول القمح حيث تم إدخال عدة معايير (أرضية – مناخية – تكلفة) إلى تقنية التحليل الهرمي الضبابي لتحديد الأهمية النسبية لها، ثم تم استخدام تقنية ترتيب الأفضلية بالتشابه بالحل المثالي الضّبابيّة Fuzzy Topsis (FTopsis) لاختيار الأرض المناسبة حيث تم اختيار ثلاثة أراضي من أراضي محافظة حلب كبدائل وهي (عفرين– اعزاز– تل رفعت).

وتم التوصّل إلى أنّ الأرض المناسبة لزراعة القمح بأقل تكلفة وأكثر إنتاجية هي أرض اعزاز تليها عفرين ثم تل رفعت.

الكلمات المفتاحية: اتخاذ القرار متعدد المعايير، ملائمة الأراضي، زراعة القمح، التحليل الهرمي الضبابي، تقنية ترتيب الأفضلية بالتشابه بالحل المثالي الضبابية.

ورد البحث للمجلة بتاريخ 2022/8/24

قبل للنشر بتاريخ **10**/2022/11

مقدمة:

يحتل محصول القمح مكانة مميزة في قائمة المحاصيل الحبية الغذائية في العالم، ويعتبر أحد أكثر المحاصيل الحقلية انتشاراً وتأقلماً و يعدّ محصول القمح في المرتبة الأولى في سورية بين محاصيل الحبوب من حيث المساحة والإنتاج فقد بلغ متوسط المساحة المزروعة بالقمح في سورية لعام 2018 (1.1) مليون هكتار والإنتاج (1.2) مليون طن بمتوسط مردود 1115كغ/هـ**[1]**. فلابد من إيجاد تقنيات جديدة تساعدنا على اختيار الأراضي المناسبة لزراعة محصول القمح.

مشكلة البحث:

تتمثل المشكلة بأن عملية اختيار الأرض المناسبة لزراعة محصول القمح تتأثر بعدة معايير (أرضية – مناخية – تكلفة)، ويتم اختيار الأرض المناسبة بالاعتماد على الحكم الشخصي الذي يختلف من شخص لآخر مما أدى الى الحيرة والغموض وعدم التأكد في اتخاذ القرار المناسب لزراعة القمح.

هدف البحث:

يهدف البحث الى بناء نموذج لتقييم ملائمة الأراضي الزراعية واختيار الأرض الأكثر ملائمة لزراعة القمح من أجل تحسين الإنتاجية بحيث يكون النموذج قادر على:

- التعرف على المعايير (أرضية – مناخية – تكلفة) التي تؤثر في زراعة القمح.
- الحصول على الأهمية النسبية للمعايير (أرضية – مناخية – تكلفة) التي تؤثر في زراعة القمح وذلك من خلال الاعتماد على تقنية التحليل الهرمي الضبابية **FAHP**.
- اختيار الأرض الأنسب بناءً على المعايير التي تؤثر في إنتاجية القمح وذلك باستخدام تقنية ترتيب الأفضلية بالتشابه بالحل المثالي الضبابية FTopsis.
- التغلب على مشكلة الحيرة وعدم التأكد الناتجة عن الحكم الشخصي من خلال استخدام المنطق الضبابي.

أهمية البحث:

تكمن أهمية البحث في اختيار الأرض الملائمة لزراعة القمح، مع الأخذ في الحسبان الأهمية النسبية للعوامل المناخية والأرضية ومعايير التكلفة التي تؤثر في زراعة القمح والأخذ بآراء عدة متخذي قرار، وهذا يساعد على التوصل الى القرار الأفضل مما يؤدي الى تحسين مستوى الإنتاجية وتحقيق الوفرة الاقتصادية.

كما تكمن أهمية البحث من أهمية استخدام طرائق الذكاء الصنعي الضّبابيّة والاستفادة منها وتوظيفها في المجال الزراعي لاتخاذ القرارات المناسبة.

منهجية البحث:

تم الاعتماد على المنهج الوصفي، وذلك بالتعرف على المعايير التي تؤثر في زراعة القمح ودراسة البيانات التي تم الحصول عليها من دائرة البحوث العلمية بالإضافة المعلومات التي تم الحصول عليها من كلية الزراعة بالاعتماد على استبانات الخبرة التي تم توزيعها على الدكاترة والقائمين بالأعمال في دائرة البحوث، وتم تحليل هذه الاستبيانات باستخدام تقنيات اتخاذ القرار متعددة المعايير الضّبابيّة.

حدود البحث:

الحدود المكانية: اقتصر البحث على محطات زراعية تقع في مدينة حلب (عفرين–اعزاز – تل رفعت).

الحدود الزمانية: طبّق البحث على بيانات الأراضي خلال العام 2021–2022.

الدّراسات السّابقة:

- **الدراسات العربية:**

1. هدفت **الدراسة** [**2**] لدراسة التغييرات المناخية على محصولين استراتيجيين (القمح - الذرة الرفيعة)، نفذت الدراسة تحت أنظمة ري مختلفة في بيئتين زراعيتين باستخدام النموذج **AquaCrop** تم تقييم فعالية هذا النموذج في محاكاة إنتاجية هذين المحصولين بفعل التغيرات المناخية على المدى القريب (2020–2030)، والمتوسط (2040–2050)، مقارنة بسنوات الأساس (1985–2005). تم التوصل إلى أن محصول القمح سيشهد تحسناً في الإنتاجية والاحتياج المائي على عكس الذرة.

2. قامت **الدراسة** [3] بتقييم ملائمة أراضي منطقة مصياف في محافظة حماة لزراعة الزيتون، حيث استخدم نوعان من طرائق التقييم الحسابية: طريقة **Storie** وطريقة الجذر التربيعي **Root Square** وتمت مقارنة النتائج مع طريقة القيود البسيطة. وعند اختبار الطريقة الأفضل لتقييم الأراضي بمقارنة الطرائق الحسابية مع طريقة القيود البسيطة أظهرت نتائج الارتباط أن الطريقة الأفضل هي طريقة الجذر التربيعي بمعامل ارتباط معنوي **r=0.903** عند مستوى ثقة 1.
3. هدفت **الدراسة**[4] لمعرفة ملائمة الاراضي لمحاصيل الحنطة والشعير في منطقة الدراسة في محافظة البصرة. اذ تم فصل وحدات الترب باعتماد تقنية الاستشعار عن بعد من خلال استخدام الصور الفضائية، بحيث تم تحديد عشرة مواقع للترب. تتطلب عملية تقييم الاراضي بهذا النظام توفر المعلومات حول خصائص الارض ومطابقتها مع متطلبات المحاصيل. وقد أظهرت النتائج أن أراضي المنطقة تصنف بموجب ملائمتها لإنتاج المحاصيل المختارة وبدرجات متفاوتة إلى صنفين هما اراضي ملائمة **S1** ومتوسطة الملاءمة **S2** لزراعة الحنطة والشعير وبالنسب 34.58**%** و65.42% من المساحة الكلية على التوالي، وكان العامل المحدد الرئيس هو عامل الملوحة يليه عامل محتوى كربونات الكالسيوم بناء على نتائج الملائمة الكمية لكل عامل من عوامل التربة.

الدراسات الأجنبية:

1. قامت **الدراسة[5]** بتحليل مدى ملائمة الأراضي لزراعة الأرز، بحيث تم جمع بيانات الحقول ورسم خرائط مناطق محاصيل الأرز، تم جمع البيانات المتعلقة بالأراضي ودمجها في نظم المعلومات الجغرافية (GIS) استناداً إلى تحليل بسيط متعدد المعايير(MCA) وأنظمة الاستشعار عن بعد ، توصلت الدراسة الى أن المساحة الإجمالية المناسبة لزراعة الأرز تبلغ 38%من مساحة المنطقة المدروسة و17% غير مناسبة، وأن أكثر من 45% من الأراضي غير مناسبة إطلاقاً لزراعة الأرز.
2. قامت **الدراسة [6]** بتقييم ملائمة الأراضي لإنتاج البن في منطقة أمازوناس من

أجل دعم تنمية الزراعة المستدامة. تم تطوير نموذج هرمي قائم على عدة معايير فرعية (مناخية – فيزيوغرافية – اقتصادية)، وقد تم تكاملها باستخدام عملية التحليل الهرمي (لدعم اتخاذ القرار في المشاكل المعقدة) وأنظمة المعلومات الجغرافية (لإعداد خارطة بوحدات الترب) وأنظمة الاستشعار عن بُعد (لفصل وحدات الترب). توصلت الدراسة الى أن المساحة الإجمالية المناسبة لزراعة البن تبلغ 11.4% من مساحة المنطقة المدروسة و87.9% غير مناسبة و0.7% غير مناسبة إطلاقاً.

3. قامت **الدراسة [7]** بتقييم مدى ملائمة الأراضي لنباتات البن استناداً الى نظم المعلومات الجغرافية والمنطق الضبابي، بحيث قسمت البيانات الأولية كمعايير للتقييم الى ثلاثة عناصر رئيسية (أملاح التربة– احتمال الفيضانات– تآكل الأراضي) وتم تحويل قيم خصائص الأرض الى قيم ضبابية تتراوح بين 0 و1 بالاعتماد على الخبراء. توصلت الدراسة الى أن 65 % من الأراضي ملائمة لإنتاج البن بشكل جيد، و35% من الأراضي غير ملائمة.
4. قامت **الدراسة [8]** بتقييم ملائمة الأرض لإنتاج القمح والذرة في التربة المالحة والجيرية الموجودة في المناطق شبه القاحلة شرق إيران من خلال تطبيق تقنيات المجموعة ضبابية وAHP وGIS. توصلت الدراسة إلى أن 78.23% من الأراضي ملائمة لزراعة القمح، و14.68% ملائمة، و7.08% غير ملائمة .وأن و61.51% من الأراضي ملائمة لزراعة الذرة، و35.74% ملائمة، و2.75 % غير ملائمة.

ما يميّز البحث الحالي عن الدّراسات السّابقة هو استخدام تقنيات اتخاذ القرارات متعددة المعايير الهجينة، بحيث تم تطبيق عملية التحليل الهرمي الضبابي لدراسة ملائمة الأرض بناءً على عدة معايير وتحديد الأهمية النسبية لها، وتم تطبيق تقنية ترتيب الأفضلية بالتشابه بالحل المثالي الضبابية لاختيار الأرض الأكثر ملائمة لزراعة القمح بحسب متطلباته وخصائصه وذلك من أجل تحسين مستوى الإنتاج وتحقيق الوفرة الاقتصادية.

أولاً: أهمية القمح [9]:

يمثل القمح الأهمية الكبرى في قائمة مجموع محاصيل الحبوب الغذائية في العالم. ويشغل أكبر مساحة مزروعة بالنسبة للمحاصيل نظرا لقدرته العالية على التكيف في البيئات المعتدلة. وتتجلى أهمية هذا المحصول في كونه المادة الأولية لإنتاج تغذية أكثر من مليار نسمة، أو ما يعادل 35 % من سكان العالم. تزداد أهمية هذا المنتوج مع ازدياد عدد السكان في العالم وتنامي احتياجاتهم الغذائية مما استدعى البحث عن طرق جديدة لتحسين الإنتاجية وذلك باللجوء إلى البحوث العلمية لحل هذه المشاكل، ومن العوامل المؤثرة في زراعة القمح:

- **العوامل الأرضية:**

التربة: تنجح زراعة القمح في الأراضي الخصبة متوسطة القوام الغنية بالمواد والعناصر الغذائية جيدة الصرف، وينمو القمح بشكل جيد عندما تكون قيمة ph= [6 , 7.6]، وينخفض معدل نمو النباتات في الأراضي الملحية وذلك لأن القمح يعتبر حساساً للملوحة، كما لا تنجح زراعة القمح في الأراضي ذات مستوى الماء الأرضي المرتفع أو الأرضي سيئة الصرف.

- **العوامل المناخية:**

– **الحرارة:** يعدّ القمح من المحاصيل الشتوية فهو يتحمل انخفاض درجات الحرارة وخاصة في مراحله الأولى، وتكمن أهمية درجات الحرارة في تأثيرها في معدل سرعة نمو النباتات وتطورها، تعتبر درجة الحرارة /10–12 ْم/ هي الدرجة المثلى لمرحلة الإشطاء، ودرجة الحرارة المثلى لمرحلة التسنبل وامتلاء الحبوب هي /16–23 ْم/ وتعتبر درجة الحرارة المثلى للنضج التام بحدود ْ30 درجة مئوية.

– **الرطوبة:** يؤثّر توزيع الأمطار على مدار الموسم تأثيراً كبيراً في نجاح المحصول إذ أن الرطوبة المخزونة وقت البذر تعتبر العامل المهم الذي يحدد مستوى الإنتاج.

– **الضوء:** يعتبر القمح من نباتات النهار الطويل فهي تحتاج لكي تزهر لفترات إضاءة أطول من 12ساعة يومياً، إن وفرة الضوء يسهم في زيادة الإشطاءات

الإنتاجية الجيدة وتزيد من قوة وصلابة الساق وتزيد الوزن الكلي للنبات.

- **عوامل التكلفة:**

- **الري:** يزرع القمح في المناطق شتوية الأمطار في الكثير من بلدان العالم (بعلاً) وفي المناطق التي تتراوح معدلات الأمطار فيها من 250- 350مم/سنة، بحيث تختلف الاحتياجات المائية للقمح باختلاف مراحل نموه، لهذا كان لهطول الأمطار أنماطه وأوقاته ومعدلاته الأثير الكبير والواضح بحيث تنخفض الإنتاجية إذا لم يحصل القمح على احتياجه المائي في أي وقت خلال فترات نموّه الخمسة وهي (فترة الإنبات – فترات الإشطاء – فترة تطاول الساق – مرحلة النضج اللبني – مرحلة النضج الشمعي).
- **التسميد:** يحتاج القمح وفي مراحل حياته المختلفة إلى العناصر الغذائية (NPK) وتختلف تلك الاحتياجات باختلاف مراحل نموه وتطوره.

ثانياً: طرائق اتخاذ القرارات متعددة المعايير الضبابية

Fuzzy Multi-Criteria Decision Making

يوجد الكثير من طرائق اتخاذ القرار المتعددة المعايير التي استخدمت مع المجموعات الضبابية ولكن سوف نقتصر على ذكر ما استخدمناه في البحث، وهي عملية التحليل الهرمي الضبابي لبناء نموذج لتحديد الأهمية النسبية للمعايير الخاصة بالأراضي الزراعية، وتقنية ترتيب الأفضلية بالتشابه للحل المثالي الضبابية وذلك للوصول للقرار الأمثل والبديل الأمثل من بدائل القرارات (الأراضي).

1. عملية التحليل الهرمي الضبابية Fuzzy Analytic Hierarchy Process[10]:

اقترح **Saaty** عملية التحليل الهرمي **(AHP)** في البداية كنهج منظم يستخدم لاتخاذ القرار في المشاكل المعقدة حيث تنظم **AHP** معايير اتخاذ القرار على شكل تسلسل هرمي وتهدف إلى تحديد الأولويات النسبية لمجموعة بدائل معينة. تشدد **AHP** أيضاً على اتساق مقارنة البدائل ولديها القدرة على اكتشاف التناقضات الكامنة في عملية اتخاذ القرار ومعالجتها. حيث كانت تُمثل تقييمات متخذي القرار كأرقام واضحة. ومع ذلك ففي الحالات التي لا يستطيع فيها متخذو القرار التعبير عن التقييمات بأرقام واضحة يمكن استخدام المنطق الضبابي الذي يوفر قوة رياضية لحل

مشكلة الحيرة وعدم التأكد المرتبطة بالعملية المعرفية البشرية، يوجد العديد من الطرائق **FAHP** المقترحة من قبل الباحثين المختلفين كطرائق ومنهجيات منظّمة لاختيار البديل وحل المشاكل, حيث يجد صانعي القرار عادة بأنّ الأعداد الضبابية أكثر ثقة من القيم الثابتة لإعطاء الأحكام لأنه عادة تكون التفضيلات غير واضحة بسبب الطبيعة الضبابية لعملية المقارنة المزدوجة, ومن هذه الطرائق طريقة تحليل المدى المقدمة من قبل تشانج **Chang**طريقة تحليل المدى للمقارنات الزوجية عن طريق استخدام أرقام ضبابية مثلثية. والتي استخدمناها في هذا البحث لتقييم المعايير الأكثر أهمية لاختيار الأرض المناسبة.

- **خطوات طريقة التحليل الهرمي الضبابية [11] :**

الخطوة 1): بناء نموذج التحليل الهرمي.

الخطوة 2): تشكيل مصفوفات المقارنة الزوجية بين المعايير وفق آراء الخبراء وباستخدام المتغيرات اللغوية ثم استبدال المتغيرات اللغوية بالأرقام الضبابية المقابلة لها، حيث أن جميع عناصر القطر الرئيسي لمصفوفات المقارنة الزوجية تساوي (1 , 1, 1)، وإذا كان عنصر الصفّ i والعمود j من مصفوفة المقارنة الزوجية يساوي $M_{gi}^{j} = (l_{ij}, m_{ij}, u_{ij})$، فإن العنصر المقابل له يكون:

$$M_{gi}^{j} = (M_{gi}^{j})^{-1} = (l_{ij}, m_{ij}, u_{ij})^{-1} = \left(\frac{1}{u_{ij}}, \frac{1}{m_{ij}}, \frac{1}{l_{ij}}\right) \qquad (1)$$

حيث M_{gi}^{j} العدد الضبابي المثلثي للمقارنة الزوجية بين (المعيار أو البديل) i و(المعيار أو البديل) j وفق g الهدف الأساسي أو المعيار حيث i رقم السطر، و j رقم العمود، سيتم دمج آراء الخبراء الضبابية باستخدام العلاقة التالية:

$$M_{gi} = (M_{gi}^{1} * M_{gi}^{2} * M_{gi}^{3} * \dots * M_{gi}^{n})^{\frac{1}{n}} \qquad (2)$$ ، حيث n عدد الخبراء.

الخطوة 3): حساب الأوزان النسبية للمعايير الأساسية في المستوى الثاني من نموذج التحليل الهرمي فيما يتعلق بالهدف الأساسي في المستوى الأول من نموذج التحليل الهرمي بتطبيق طريقة تحليل المدى لتشانج على المصفوفة الضبابية للمقارنة الزوجية بين المعايير وفق أراء الخبراء الثلاث التي تم حسابها في الخطوة السابقة وذلك باتباع المراحل التالية [12]:

المرحلة الأولى: حساب قيمة المدى التركيبي الضبابي S_i للمعيار i وفق الصيغة التالية: $S_i = \sum_{j=1}^{m} M_{gi}^{j} \otimes \left[\sum_{i=0}^{n} \sum_{j=1}^{m} M_{gi}^{j}\right]^{-1}$ (3)

لحساب $\sum_{j=1}^{m} M_{gi}^{j}$ نقوم بعملية الجمع الضبابية لقيم تحليل المدى m لكل سطر من أسطر مصفوفة المقارنة وفق الصيغة التالية:

$$\sum_{j=1}^{m} M_{gi}^{j} = \left(\sum_{j=1}^{m} l_i, \sum_{j=1}^{m} m_i, \sum_{j=1}^{m} u_i\right) \quad i = 1,2,3,\ldots,5 \qquad (4)$$

ولحساب $\left[\sum_{i=1}^{n} \sum_{j=1}^{m} M_{gi}^{j}\right]^{-1}$ نقوم بعملية الجمع الضبابية لكل قيم عناصر مصفوفة المقارنة M_{gi}^{j}(j=1,2,…,m) باستخدام العلاقة التالية:

$$\sum_{i}^{n} \sum_{j}^{m} M_{gi}^{j} = \left(\sum_{j=1}^{m} l_i, \sum_{j=1}^{m} m_i, \sum_{j=1}^{m} u_i\right) \qquad (5)$$

بعد ذلك نقوم بحساب المقلوب باستخدام العلاقة التالية:

$$\left[\sum_{i=1}^{n} \sum_{j=1}^{m} M_{gi}^{j}\right]^{-1} = \left(\frac{1}{\sum_{i=1}^{n} u_i}, \frac{1}{\sum_{i=1}^{n} m_i}, \frac{1}{\sum_{i=1}^{n} l_i}\right) \qquad (6)$$

المرحلة الثانية: حساب درجة الأولوية:

درجة أولوية لـ S_i بالنسبة S_j يعبر عنها بـ $S_j = (l_j, m_j, u_j) \geq S_i = (l_i, m_i, u_i)$ ويرمز لها بـ $V(S_j \geq S_i)$ وتحسب وفق المعادلة التالية:

$$V(S_j \geq S_i) = \text{height}(S_i \cap S_j) = \begin{cases} 1 & \text{if } m_j \geq m_i \\ 0 & \text{if } l_i \geq u_j \\ \frac{l_i - u_j}{(m_j - u_j) - (m_i - l_i)} & \text{otherwise} \end{cases} \qquad (7)$$

للمقارنة بين S_i و S_j بحاجة لكلتا القيم $V(S_j \geq S_i)$ و $V(S_i \geq S_j)$

المرحلة الثالثة: حساب أقل درجة إمكانية محتملة لـ $d'(i)$ $V(S_j \geq S_i); i, j = 1,2,..k$

وتحسب كما يلي:

$$V(S \geq S_1, S_2, \ldots . S_k) = V[(S \geq S_1), (S \geq S_2), \ldots, (S \geq S_k)] = \min V(S \geq S_i) \qquad (8)$$

حيث i=1, 2,…, k وهكذا تكون درجة الإمكانية وفق الصيغة التالية:

$$d'(A_i) = \min V(S_i \geq S_k) \qquad (9) \qquad \text{For } k=1, 2,\ldots, n;\ k \neq i$$

حيث $d'(A_i)$: أقل درجة إمكانية للعنصر A_i (i=1,2,…,5) n عدد العناصر (المعايير).

المرحلة الرابعة: نقوم بتطبيع الأوزان وفق ما يلي:

$W = (d(A_1), d(A_2), \ldots, d(A_n))^T$ (10) حيث W الأرقام الثابتة غير الضبابية.

الخطوة 4): حساب الأوزن النسبية النهائية للبدائل: إنّ الوزن النسبي النهائي للبدائل يتم الحصول عليه من الأوزان النسبية للمعايير والبدائل وفق كل معيار التي تم حسابها في الخطوة السابقة وبتطبيق الصيغة التالية [13]:

$$Ai = \sum_{j=1}^{n} (A_i \text{ to } U_j \times U_j \text{to GOAL}) \quad (11)$$

حيث: Ai to Uj وزن البديل Ai وفق المعيار Uj، Uj to GOAL وزن المعيار Uj وفق الهدف الأساسي، j=1,2,…,n حيث j رقم المعيار، و n عدد المعايير، i رقم البديل.

يوجد عدة أشكال لمقياسFAHP، استخدمنا في بحثنا الأعداد الضبابية المثلثية وفق المقياس الموجود في الجدول رقم (1):

الجدول رقم (1) المتغيرات اللغوية والأعداد الضبابية المثلثية لقياس درجة الأهمية

الأعداد الضبابية المثلثية	المتغيرات اللغوية	Linguistic scale	الأعداد الضبابية
(1,1,3)	أهمية متساوية	Equal Important (Eq)	**1**
(1,3,5)	أهمية ضعيفة	Weakly important (Wk)	**3**
(3,5,7)	أهمية قوية	Essentially important (Es)	**5**
(5,7,9)	أهمية قوية جداً	Very Strongly important (VS)	**7**
(7,9,9)	أهمية مطلقة	Absolutely important (Ab)	**9**

Source: Kohli Ritika, Sehra Kaur Sumeet, 2014, Fuzzy Multi Criteria Approach for Selecting Software Quality Model", nternational Journal of Computer Applications, Volume 98, P13.

2. تقنية ترتيب الأفضلية بالتشابه بالحل المثالي الضبابية FUZZY TOPSIS [14]:

تم تطويرها في عام 1981 من قبل Hwang و Yoon مع مزيد من التطورات بواسطة Yoon في عام 1987 و Hwang و Lai و Liu في عام 1993.

وتستند TOPSIS على مفهوم أن البديل المختار يجب أن يكون أقرب ما يمكن من الحل المثالي الإيجابي وأبعد ما يمكن من الحل المثالي السلبي. استخدمت الأرقام الضبابية في TOPSIS لتحليل المعايير بشكل يجعلها أكثر دقة في التقييم.

4. **الخطوات الأساسية لتقنية ترتيب الأفضلية بالتشابه بالحل المثالي الضبابية [15]:**

عرضت العديد من الدراسات خطوات هذه الطريقة بعدد وتسلسل وصيغ تطبيع مختلفة، والخطوات التي استخدمناها في بحثنا هي كالآتي:

1. الحصول على رأي الخبراء على شكل متغيرات لغوية لتقييم البدائل وفق كل معيار.
2. استبدال المتغيرات اللغوية بالإعداد الضبابية المقابلة لها، والموضحة في الجدول رقم (2):

الجدول رقم (2) المتغيرات اللغوية والأعداد الضبابية المثلثية لتقييم البدائل

الأعداد الضبابية	Linguistic scale	المتغيرات اللغوية	الأعداد الضبابية المثلثية
1	Very Poor (VP)	أهمية ضعيفة جداً	(1,1,3)
2	Poor (P)	أهمية ضعيفة	(1,3,5)
3	Fair (F)	أهمية متوسطة	(3,5,7)
4	Good (G)	أهمية جيدة	(5,7,9)
5	Very Good (VG)	أهمية جيدة جداً	(7,9,9)

Source: Yazdani Morteza, Alidoosti Ali, Basiri Hossein Mohammad, 2012.

3. الحصول على أوزان المعايير.
4. مصفوفة القرار المطبّعة المثقّلة: وذلك من خلال تحديد فيما إذا كان المعيار تكلفة أم منفعة، والتي يمكن التعبير عنها بإيجاز في شكل مصفوفة على النحو الآتي:

$$\bar{X} = \begin{matrix} \\ A_1 \\ A_2 \\ A_m \end{matrix} \begin{matrix} \begin{matrix} C_1 & C_2 & & C_n \end{matrix} \\ \begin{pmatrix} \bar{X}_{11} & \bar{X}_{12} & \dots & \bar{X}_{1n} \\ \bar{X}_{21} & \bar{X}_{22} & \dots & \bar{X}_{2n} \\ \bar{X}_{m1} & \bar{X}_{m2} & \dots & \bar{X}_{mn} \end{pmatrix} \end{matrix} \quad (12)$$

$$\bar{W} = (\bar{w}_1, \bar{w}_2, \dots., \bar{w}_n) \quad (13)$$

حيث أن: $\bar{X}$:مصفوفة البدائل المطبعة. $\bar{W}$: مصفوفة أوزان المعايير المطبعة.

ومن ثم القيام بعملية التطبيع: $\bar{R} = [\bar{r}_{ij}]_{m\times n}, i = 1,2,\dots,m\,; j = 1,2,.,n$ (14)

$$\left.\begin{matrix} \bar{r}_{ij} = \left(a_{ij}/c_j^*, b_{ij}/c_j^*, c_{ij}/c_j^*\right) \quad and \\ c_j^* = \max_i c_{ij} \ (benefit\ criteria) \end{matrix}\right\} \quad (15)$$

$$\left.\begin{matrix} \bar{r}_{ij} = \left(\bar{a}_j/c_{ij}, \bar{a}_j/b_{ij}, \bar{a}_j/a_{ij}\right) \quad and \\ \bar{a}_j = \min_i a_{ij} \ (benefit\ criteria) \end{matrix}\right\} \quad (16)$$

وللحصول على مصفوفة القرار المطبعة المثقّلة بأوزان المعايير من خلال المعادلة الآتية: $\bar{P} = [\bar{P}_{ij}]$ where$\bar{P}_{ij} = \bar{r}_{ij} \times \bar{w}_j$ (17)

5. إيجاد قيمة الحل الإيجابي والحل السلبي وذلك من خلال تطبيق القانون الآتي:

$$\mathrm{A}^+ = (P_1^+, P_2^+, \dots, P_n^+)\ where \quad (18)$$

$$P_J^+ = \max_i\{p_{ij3}\}, i = 1,2 \ldots . m; j = 1,2.n \quad (19)$$ حيث أن: P_J^+ الحل الأمثل الإيجابي.

$$A^- = (p_1^-, p_2^-, \ldots, p_n^-) \; where \quad (20)$$

$$P_J^- = \min_i\{p_{ij1}\}, i = 1,2 \ldots . m; j = 1,2, \ldots . n \quad (21)$$ حيث أن: $\boldsymbol{p_J^-}$ الحل الأمثل السلبي.

6. إيجاد المسافة لكل معيار من الحل الإيجابي والحل السلبي للبدائل كافة وذلك من خلال تطبيق القانون الآتي والجداول الآتية تبين نتائج ذلك:

$$\text{FPIS}\,(A_I) = d(p_{ij}, p_j^+) \quad (22) \qquad \text{FNIS}\,(A_i) = d(p_{ij}, p_j^-) \quad (23)$$

$$d(\bar{a}, \bar{b}) = \sqrt{1/3[(a_1 - b_1)^2 + (a_2 - b_2)^2 + (a_3 - b_3)^2]} \quad (24)$$

7. حساب مجموع المسافة لكل بديل: وذلك من خلال تطبيق القانون الآتي:

$d_i^+ = \sum_{j=1}^n d\,(\bar{p}_{ij}, p_j^+)$ (25) حيث أن: d_i^+ : الإيجابية المسافة

$d_i^- = \sum_{j=1}^n d\,(\bar{p}_{ij}, p_j^-)$(26) حيث أن: d_i^- : السلبية المسافة

8. حساب معامل التقارب لكل بديل من الحل الأمثل وذلك بتطبيق القانون الآتي.

$$CC_i = \frac{d_i^-}{d_i^- + d_i^+} i = 1,2 \ldots m \quad (27)$$

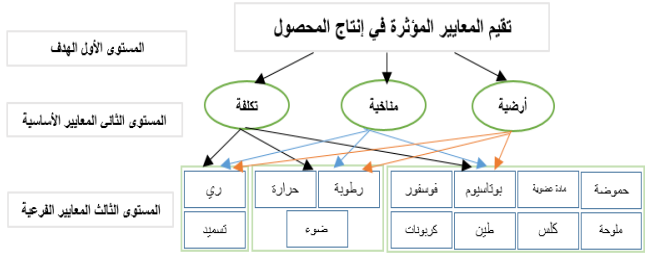
الحالة التطبيقية:

تم جمع البيانات من دائرة البحوث الزراعية (البيانات الخاصة بالأراضي)، ومن موقع *meteoblue* (البيانات الخاصة بالمناخ)، وتم ملئ استبانات الخبرة من الخبراء والدكاترة المختصين بالتربة والمحاصيل الزراعية.

تتكوّن الدّراسة من **قسمين رئيسين:**

1. **القسم الأوّل:** إيجاد الأوزان النسبية للمعايير (الأرضية - المناخية - التكلفة) وذلك باستخدام تقنية التحليل الهرمي الضّبابيّة **FAHP.**

1.1. بناء نموذج التحليل الهرمي لتقييم الأراضي وفق المعايير المتعلقة بتقييمها (الأرضية – المناخية – التكلفة) كما هو موضح في الشكل (1.1):



الشكل (1) نموذج التحليل الهرمي المقترح لتقييم الأراضي. المصدر: إعداد الباحثون

1.2. تشكيل مصفوفات المقارنة الزوجية بين المعايير الأساسية لتقييم المعايير الأساسية وفق آراء الخبراء وذلك من خلال تطبيق العلاقات (1) و(2) كما هو موضح في الجدول التالي:

الجدول رقم (4) المصفوفة الضبابية للمقارنة الزوجية بين المعايير الأساسية

المعايير	U1	U2	U3
أرضية (U1)	(1 1 1)	(1 1 3)	(5 7 9)
تكلفة (U2)	(0.33 1 1)	(1 1 1)	(0.11 0.11 0.14)
مناخية (U3)	(0.11 0.14 0.2)	(7 9 9)	(1 1 1)

المصدر: إعداد الباحثون بالاعتماد على مخرجات برنامج Matlab.

1.3. حساب الأوزان النسبية للمعايير الأساسية بتطبيق خطوات طريقة تحليل المدى Chang's على مصفوفات المقارنة الزوجية التي تم الحصول عليها في الخطوة السابقة وفق ما يلي:

الخطوة الأولى: حساب قيمة المدى التركيبي الضبابي وذلك من خلال تطبيق العلاقات السابقة (3) و(4) و(5) و(6) كما هو موضح في الجداول (5) و(6):

الجدول رقم (5) عملية الجمع الضبابية لكل قيم عناصر مصفوفة المقارنة الزوجية بين المعايير الأساسية

	U1	U2	U3	$\sum_{j=1}^{m} M_{gi}^{j} = \left(\sum_{j=1}^{m} l_i, \sum_{j=1}^{m} m_i, \sum_{j=1}^{m} u_i\right)$
U1	(1 1 1)	(1 1 3)	(5 7 9)	(7 9 13)
U2	(0.33 1 1)	(1 1 1)	(0.11 0.11 0.14)	(1.444 2.1111 2.14285)
U3	(0.11 0.142 0.2)	(7 9 9)	(1 1 1)	(8.1111 10.1428 10.2)
			$\sum_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{m} M_{gi}^{j}$	(16.55 21.253 25.342)

المصدر: إعداد الباحثون بالاعتماد على مخرجات برنامج Matlab.

الجدول رقم (6) طريقة حساب المدى التركيبي الضبابي للمعايير الأساسية

	$\sum_{j=1}^{m} M_{gi}^{j} = \left(\sum_{j=1}^{m} l_i, \sum_{j=1}^{m} m_i, \sum_{j=1}^{m} u_i\right)$	×	$\left[\sum_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{m} M_{gi}^{j}\right]^{-1}$	=	S_i
S_1=	$\sum_{j=1}^{5} M_{g1}^{j}$ = (7 9 13)	×	(0.0394 0.047 0.0604)	=	(0.276 0.423 0.785)
S_2=	$\sum_{j=1}^{5} M_{g2}^{j}$ = (1.44 2.11 2.14)	×	(0.0394 0.047 0.0604)	=	(0.056 0.099 0.129)
S_3=	$\sum_{j=1}^{5} M_{g3}^{j}$ =(8.11 10.14 10.2)	×	(0.0394 0.047 0.0604)	=	(0.32 0.477 0.616)
	$\sum_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{m} M_{gi}^{j}$ = (16.55 21.25 25.342)				

	$\left[\sum_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{m} M_{gi}^{j}\right]^{-1}$ =(0.039 0.047 0.06)		

المصدر من إعداد الباحثون بالاعتماد على مخرجات برنامج Matlab.

الخطوة الثانية: حساب درجة الأولوية: وذلك من خلال تطبيق العلاقة رقم (7) ويوضح الجدول رقم (7) نتيجة تطبيق العلاقة السابقة ودرجة الأولوية بين المعايير الأساسية:

الجدول رقم (7) حساب درجة الأولوية بين المعايير الأساسية

$V(S_1 \geq S_K)$	$V(S_2 \geq S_K)$	$V(S_3 \geq S_K)$	$d'(A_i) = \min V(S_i \geq S_k)$
	$V(S_2 \geq S_1)=0$	$V(S_3 \geq S_1)= 1$	0.89638
$V(S_1 \geq S_2)= 1$		$V(S_3 \geq S_2)= 1$	0
$V(S_1 \geq S_3)= 0.896$	$V(S_2 \geq S_3)= 0$		1

المصدر من إعداد الباحثون بالاعتماد على مخرجات برنامج Matlab.

الخطوة الثالثة: حساب أقل درجة إمكانية محتملة وذلك بتطبيق الصيغ رقم (8) و(9) لحساب أقل درجة إمكانية محتملة بين المعايير والموضحة في الجدول رقم (8):

الجدول رقم (8) حساب أقل درجة إمكانية محتملة بين معايير التقييم

$d'(A_i) = \min V(S_i \geq S_k)$	$d'(A_i)$
$d'(A_1) = \min V (S_1 \geq S_2, S_3, S_4, S_5)$	0.89638
$d'(A_2) = \min V (S_2 \geq S_1, S_3, S_4, S_5)$	0
$d'(A_3) = \min V (S_3 \geq S_1, S_2, S_4, S_5)$	1

المصدر من إعداد الباحثون بالاعتماد على مخرجات برنامج Matlab.

ثم نحسب الوزن العامل لكل معيار وفق الصيغة التالية:

$$W' = (d'(A_1), d'(A'_2), \dots, d'(A_5))^T = (0.89638, 0, 1)$$

الخطوة الرابعة: نقوم بتطبيع أوزان المعايير بتطبيق العلاقة رقم (10) وفق ما يلي:

$$W = (0.472681, 0, 0.527319)$$

ومن نتائج أوزان المعايير الأساسية تبين أنه لا يوجد أهمية نسبية لمعايير التكلفة وذلك لأنها حصلت على وزن نسبي مقداره 0، وأن المعايير الأرضية والمناخية متقاربة في الأهمية إلّا أن المعايير الأرضية حصلت على الوزن النسبي الأعلى وقدره 0.527319 والوزن النسبي للمعايير المناخية هو 0.472681. وبتكرار الخطوات السابقة على المعايير الأرضية والمناخية نحصل على الأوزان النسبية لكل معيار من المعايير الفرعية الموضحة في الجدول رقم (9):

الجدول رقم (9) الأوزان النسبية للمعايير الأرضية والمناخية

	المادة العضوية	بوتاسيوم	طين	فوسفور	كلس	كربونات	حموضة التربة	ملوحة التربة	حرارة	ضوء	رطوبة
W	0.509	0.04	0.37	0.07	0	0	0	0	0.45	0	0.54

المصدر من إعداد الباحثون بالاعتماد على مخرجات برنامج Matlab.

ومن نتائج أوزان المعايير الأرضية تبين أنه لا يوجد أهمية نسبية للكلس والكربونات وحموضة التربة وملوحة التربة وذلك لأنها حصلت على وزن نسبي مقداره 0، وأن المادة العضوية حصلت على أعلى وزن نسبي وقدره 0.5 يليها الطين ثم الفوسفور ثم البوتاسيوم ووزنها النسبي على التتالي هو (0.37- 0.07- 0.04). ومن نتائج أوزان المعايير المناخية تبين أنه لا يوجد أهمية نسبية للضوء، وأن الرطوبة حصلت على أعلى وزن نسبي وقدره 0.5 تليها الحرارة 0.45.

حساب الأوزان النهائية للمعايير الأرضية والمناخية: وذلك بتطبيق العلاقة رقم (11) كما هو موضح في الجدول رقم (10):

الجدول رقم (10) الأوزان النهائية للمعايير

	المعايير الأرضية								المعايير المناخية		
أساسية	0.527319								0.472681		
	ملوحة التربة (C1)	حموضة التربة (C2)	كربونات (C3)	كلس (C4)	فوسفور (C5)	طين (C6)	بوتاسيوم (C7)	المادة العضوية (C8)	رطوبة (C9)	ضوء (C10)	حرارة (C11)
فرعية	0	0	0	0	0.07	0.37	0.04	0.5	0.54	0	0.45
نهائية	0	0	0	0	0.04	0.19	0.02	0.26	0.21	0	0.25

المصدر من إعداد الباحثون بالاعتماد على مخرجات برنامج Matlab.

من الجدول السابق حصلنا على الأوزان النهائية للمعايير الأرضية وتبين أن المادة العضوية حصلت على أعلى وزن يليها الطين يليها الفوسفور ثم البوتاسيوم وانعدام وزن الملوحة والحموضة والكربونات والكلس، وحصلنا أيضاً على الأوزان النهائية للمعايير المناخية وحصلت الحرارة على أعلى وزن تليها الرطوبة وانعدام وزن معيار الضوء، هذه الأوزان تم استخدامها في القسم الثاني من أجل تقييم الأراضي.

2. **القسم الثّاني:** اختيار الأرض المناسبة بناءً على المعايير السّابقة وذلك باستخدام تقنية ترتيب الأفضلية بالتّشابه بالحل المثالي الضّبابيّة **FTopsis**.

2.1. الحصول على رأي الخبراء على شكل متغيرات لغوية باختيار إحدى التدرجات

الموجودة في الجدول رقم(2) وذلك لتقييم البدائل وفق كل معيار من المعايير، والموضحة في الجدول التالي:

الجدول رقم (11) مصفوفة الخبراء لتقييم بدائل القرار (الأراضي) وفق المعايير

رأي الخبراء	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	C11
عفرين (A1)	F	VG	G	V	G	VP	G	V	VG	VG	G
اعزاز (A2)	G	P	G	VG	F	VG	G	G	VG	VG	G
تل رفعت(A3)	F	VG	G	G	VP	F	G	VG	VG	VG	G

المصدر من إعداد الباحثون بالاعتماد على رأي الخبراء.

2.2. استبدال المتغيرات اللغوية لمصفوفات القرار للخبراء كافة بالأعداد الضبابية كما هو موضح في الجدول رقم (12):

الجدول رقم (12) المصفوفة الضبابية لمصفوفة الخبراء وفق المعايير

رأي الخبراء	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	C11
عفرين	[3,5,7]	[7,9,9]	[5,7,9]	[3,5,7]	[5,7,9]	[1,1,3]	[5,7,9]	[3,5,7]	[7,9,9]	[7,9,9]	[5,7,9]
اعزاز	[5,7,9]	[1,3,5]	[5,7,9]	[7,9,9]	[3,5,7]	[7,9,9]	[3,5,7]	[5,7,9]	[7,9,9]	[7,9,9]	[5,7,9]
تل رفعت	[3,5,7]	[7,9,9]	[5,7,9]	[5,7,9]	[1,1,3]	[3,5,7]	[5,7,9]	[7,9,9]	[7,9,9]	[7,9,9]	[5,7,9]

المصدر من إعداد الباحثون.

2.3. الحصول على أوزان المعايير: تم الحصول على أوزان المعايير من خلال تطبيق تقنية التحليل الهرمي الضبابية FAHP الموضحة في الجدول رقم (10).

تطبيع مصفوفة القرار: وذلك من خلال تطبيق العلاقة (12) و(13) و(14) و(15) و(16) كما هو مبين في الجداول التالية:

جدول رقم (13) قيمة MAX لأوزان البدائل الثلاثة وفق المعايير

	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	C11
A1	7	9	9	7	9	3	9	7	9	9	9
A2	9	5	9	9	7	9	7	9	9	9	9
A3	7	9	9	9	9	7	3	9	9	9	9
MAX	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9

المصدر من إعداد الباحثون بالاعتماد على مخرجات برنامج Matlab.

جدول رقم (14) قيمة Min لأوزان البدائل الثلاثة وفق المعايير

	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	C11
A1	3	7	5	3	5	1	5	3	7	7	5
A2	5	1	5	7	3	7	3	5	7	7	5
A3	3	7	5	5	1	3	5	7	7	7	5
MIN	3	1	5	3	1	1	3	3	7	7	5

المصدر من إعداد الباحثون بالاعتماد على مخرجات برنامج Matlab.

وحسب الدراسة فمعايير التكلفة ومعيار الملوحة هما معايير تكلفة تأخذ min، وباقي المعايير هي معايير منفعة تأخذ max. بعد ذلك نقوم بعملية تطبيع مصفوفة القرار والجدول الآتي يوضح مصفوفة القرار المطبعة.

جدول رقم (15) مصفوفة القرار المطبعة

C6	C5	C4	C3	C2	C1	
[0.1,0.1,0.3]	[0.5,0.7,1]	[0.3,0.5,0.7]	[0.5,0.7,1]	[0.1,0.1,0.1]	[0.3,0.5,0.7]	**A1**
[0.7,1,1]	[0.3,0.5,0.7]	[0.77,1,1]	[0.5,0.7,1]	[0.2,0.33,1]	[0.55,0.7,1]	**A2**
[0.3,0.5,0.7]	[0.1,0.1,0.3]	[0.5,0.77,1]	[0.5,0.7,1]	[0.1,0.1,0.1]	[0.3,0.5,0.7]	**A3**

C11	C10	C9	C8	C7	
[0.5,0.77,1]	[0.77,1,1]	[0.77,1,1]	[0.3,0.5,0.7]	[0.5,0.7,1]	**A1**
[0.5,0.77,1]	[0.77,1,1]	[0.77,1,1]	[0.55,0.77,1]	[0.3,0.5,0.7]	**A2**
[0.5,0.77,1]	[0.77,1,1]	[0.77,1,1]	[0.77,1,1]	[0.55,0.7,1]	**A3**

المصدر: من إعداد الباحثون بالاعتماد على مخرجات برنامج Matlab.

والجدول رقم (16) يبين المصفوفة المطبعة المثقّلة وذلك بتطبيق العلاقة رقم (17).

C6	C5	C4	C3	C2	C1	
[0.004,0.004,0.01]	[0,0,0]	[0,0,0]	[0,0,0]	[0,0,0]	[0.08,0.14,0.2]	**A1**
[0.032,0.042,0.04]	[0,0,0]	[0,0,0]	[0,0,0]	[0,0,0]	[0.14,0.2,0.26]	**A2**
[0.014,0.023,0.03]	[0,0,0]	[0,0,0]	[0,0,0]	[0,0,0]	[0.08,0.14,0.2]	**A3**

C11	C10	C9	C8	C7	
[0.11,0.16,0.21]	[0,0,0]	[0.2,0.25,0.25]	[0.007,0.01,0.01]	[0.10,0.15,0.19]	**A1**
[0.11,0.16,0.21]	[0,0,0]	[0.2,0.25,0.25]	[0.01,0.01,0.02]	[0.065,0.1,0.15]	**A2**
[0.11,0.16,0.21]	[0,0,0]	[0.2,0.25,0.25]	[0.01,0.02,0.02]	[0.10,0.15,0.19]	**A3**

المصدر: من إعداد الباحثون بالاعتماد على مخرجات برنامج Matlab.

2.4. إيجاد الحل الإيجابي والحل السلبي: من خلال تطبيق العلاقات (18) و(19) و(20) و(21) كما هو مبين في الجداول التالية:

الجدول رقم (17) قيمة MAX لمصفوفة القرار المطبعة الموزونة

C11	C10	C9	C8	C7	C6	C5	C4	C3	C2	C1	
0.2	0	0.25	0.01	0.19	0.01	0	0	0	0	0.208	**A1**
0.2	0	0.25	0.02	0.15	0.04	0	0	0	0	0.268	**A2**
0.2	0	0.25	0.02	0.19	0.03	0	0	0	0	0.208	**A3**
0.2	0	0.25	0.02	0.19	0.04	0	0	0	0	0.208	**MAX**

المصدر من إعداد الباحثون بالاعتماد على مخرجات برنامج Matlab.

الجدول رقم (18) قيمة MIN لمصفوفة القرار المطبعة الموزونة

C11	C10	C9	C8	C7	C6	C5	C4	C3	C2	C1	
0.11	0	0.2	0.007	0.1	0.004	0	0	0	0	0.08	**A1**
0.11	0	0.2	0.01	0.06	0.03	0	0	0	0	0.14	**A2**
0.11	0	0.2	0.01	0.1	0.014	0	0	0	0	0.08	**A3**
0.11	0	0.2	0.007	0.06	0.014	0	0	0	0	0.08	**MIN**

المصدر من إعداد الباحثون بالاعتماد على مخرجات برنامج Matlab.

2.5. إيجاد المسافة لكل معيار من الحل الإيجابي والحل السلبي للبدائل كافة، من خلال تطبيق العلاقات (22) و(23) و(24) والجداول الآتية تبين نتائج ذلك:

جدول رقم (19): مسافة كل معيار عن الحل الإيجابي للبدائل كافة

C11	C10	C9	C8	C7	C6	C5	C4	C3	C2	C1	
0.06	0	0.03	0.01	0.05	0.034	0	0	0	0	0.12	**A1**
0.06	0	0.03	0.006	0.09	0.005	0	0	0	0	0.07	**A2**
0.06	0	0.03	0.002	0.05	0.02	0	0	0	0	0.12	**A3**

المصدر من إعداد الباحثون بالاعتماد على مخرجات برنامج Matlab.

جدول رقم (20): مسافة كل معيار عن الحل السلبي لكافة البدائل (الأراضي)

C11	**C10**	**C9**	**C8**	**C7**	**C6**	**C5**	**C4**	**C3**	**C2**	**C1**	
0.14	0	0.1	0.05	0.13	0.1	0	0	0	0	0.2	**A1**
0.14	0	0.1	0.04	0.17	0.04	0	0	0	0	0.1	**A2**
0.14	0	0.1	0.03	0.13	0.08	0	0	0	0	0.2	**A3**

المصدر من إعداد الباحثون بالاعتماد على مخرجات برنامج Matlab.

2.6. حساب مجموع المسافة لكل بديل: وذلك من خلال تطبيق العلاقة (25) و(26) كما هو موضح في الجدول التالي:

جدول رقم (21): مجموع المسافة لكل بديل (أرض)

$d_{i^-} = \sum n_j = 1d(\overline{p}_{ij}, p_{j^-})$	$d_{i^+} = \sum n_j = 1d(\overline{p}_{ij}, p_{j^+})$	
0.758	0.324	**A1**
0.672	0.277	**A2**
0.704	0.302	**A3**

المصدر من إعداد الباحثون بالاعتماد على مخرجات برنامج Matlab.

2.7. حساب معامل التقارب لكل بديل من الحل الأمثل من خلال تطبيق العلاقة رقم (27) كما هو مبين في الجدول الآتي:

جدول رقم (22): معامل التقارب لكل بديل من الحل الأمثل

تل رفعت	**اعزاز**	**عفرين**	$CC_i = \frac{d^{-i}}{d^{-i} + d^{+i}} i = 1, 2 \dots m$
0.699549	0.708349	0.700275	

المصدر: من إعداد الباحثون بالاعتماد على مخرجات برنامج Matlab.

من الجدول السابق تبين أن أرض اعزاز هي الأرض الأكثر ملائمة لزراعة القمح لأنها حصلت على أعلى قيمة من معامل التقارب من الحل الأمثل وقدرها 0.708349 تليها عفرين ثم تل رفعت.

النتائج:

- توصلنا من خلال تطبيق تقنيات اتخاذ القرار متعددة المعايير الضبابية أن أرض اعزاز هي الأمثل لزراعة القمح تليها عفرين ثم تل رفعت.
- أن تقنية التحليل الهرمي الضبابي وتقنية ترتيب الأفضلية بالتشابه بالحل المثالي ساعدتنا على اتخاذ القرار بشكل أفضل ومعالجة الحيرة وعدم التأكد.

التوصيات:

- يوصي الباحثون بتطبيق تقنيات اتخاذ القرار متعددة المعايير لتحديد الأرض الأنسب لمحاصيل زراعية أخرى.
- بناء نظام خبير لاختيار المحصول الأنسب لزراعة الأرض.

المراجع:

1. **المجموعة الإحصائية الزراعية السنوية**، 2018، قسم الإحصاء، **مديرية الإحصاء وزارة الزراعة والإصلاح الزراعي**، الجمهورية العربية السورية.
2. **السيف** عبد الله وآخرون، 2020- **التغيرات المناخية وأثرها في إنتاجية بعض المحاصيل الاقتصادية في الجمهورية اليمنية**، المجلة السورية للبحوث الزراعية 7(3):246-258.
3. **خلوف** علاء وآخرون، 2019- **تقييم ملاءمة الأراضي لزراعة الزيتون باستخدام طرائق التقييم الحسابية في منطقة مصياف بمحافظة حماه**، المجلة السورية للبحوث الزراعية 7(6):100-114.
4. **كاظم** محمد وآخرون ،2017- **تصنيف ترب منطقة شرق شط العرب وتقييم قابليتها للأغراض الزراعية بالاستعانة بتقانات الاستشعار عن بعد**، مجلة العلوم الزراعية، جامعة البصرة، العراق 48(2).
5. **Yangouliba**.G.I ,et.al .**(2020).Suitable Land Assessment for Rice Crop in Burkina Faso Using GIS,Remote Sensing and Multi Criteria Analysis**.Journal of Geographic Information System.vol 12**.**
6. **López**.R.S.,et.al. Á. (2020). **Land Suitability for Coffee (Coffea arabica) Growing in Amazonas, Peru: Integrated**

Use of AHP, GIS and RS. ISPRS International Journal of Geo ,vol9(11).

7. **Js**.N.,et.al. −2020-**Evaluation of land suitability for coffee plants based on fuzzy logic in Enrekang distric,**IOP Conference Series Earth and Environmental Science.vol 486.
8. **Pilevara**.A**,**et.al−,2020-**Integrated fuzzy, AHP and GIS techniques for land suitability assessment in semi-arid regions for wheat and maize farming,**Ecological Indicators vol 110.
9. **طرابيشي** زكوان وآخرون، (2005)، **إنتاج المحاصيل الحقلية**، المجلة السورية للبحوث الزراعية، المجلد (3) العدد (1).
10. **Kahraman**.C.,et.al.2015- **Fuzzy Multicriteria Decision-Making: A Literature Review**,International Journal of Computational Intelligence Systems, Vol (8), No (4).
11. **Aliei Maryam**، **Rafiean Hesam, 2014**.
12. **Çebi**.A.,**Karal**.H.,2017- **An application of fuzzy analytic hierarchy process (FAHP) for evaluating students' project,**academic journals, vol.12 (3).
13. **EBRAHIMABADI** ARASH.,2014- **A Fuzzy AHP Approach to Select the Proper Roadheader in Tabas Coal Mine Project of Iran**", Bulletin of the Earth Sciences Application and Research Centre of Hacettepe University, vol 35 (3).
14. **Shi**. Y., et.al.,2010- **FMCDM: a Fuzzy Multi-Criteria Decision-Making hybrid approach to evaluate the damage level of Typhoon,** IEEE.
15. **Kore** N. **B.,** et.al**.,2017- A Simplified Description of Fuzzy Topsis Method for Multi Criteria Decision Making**, International Research Journal of Engineering and Technology(IRJET), Vol4(5).