الفصل الثاني: خوارزميات البحث في الذكاء الاصطناعي

❖ مقدمة:

أدى استخدام الحوسبة والإنترنت في كافة المجالات إلى تجميع كميات كبيرة من المعلومات، ما هي الاحتياجات المترتبة على ذلك ؟

١. الحاجة إلى زيادة قدرتنا على البحث في المعلومات وإيجاد المطلوب منها.
٢. الحاجة إلى خوارزميات البحث المصممة من قبل الذكاء الاصطناعي للبحث عن حلول لأصعب المشكلات في الكثير من التطبيقات مثل عمليات المِلاحة البحرية والجوية.

❖ تذكير:

مفهوم الذكاء الاصطناعي:

الذكاء الاصطناعي علم من علوم الحاسوب، يختص بتصميم وتمثيل وبرمجة نماذج حاسوبية في مجالات الحياة المختلفة، تحاكي في عملها طريقة تفكير الإنسان وردود أفعاله في مواقف معينة.

ومن إحدى تطبيقات الذكاء الاصطناعي النظام الخبير فهو:

هو برنامج حاسوبي ذكي، يستخدم مجموعة من قواعد المعرفة في مجال معين لحلّ المشكلات التي تحتاج إلى الخبرة البشرية.

فالإنسان يستطيع حل المشكلات من خلال قاعدة المعرفة المخزنة لديه، حيث يبحث عن أفضل الحلول للتعامل مع المشكلات وحلها، وهذا ما سوف تعمله النظم الخبيرة من خلال خوارزميات البحث.

أولا: تمثيل المشكلات المطلوب حلها من خلال خوارزمية البحث

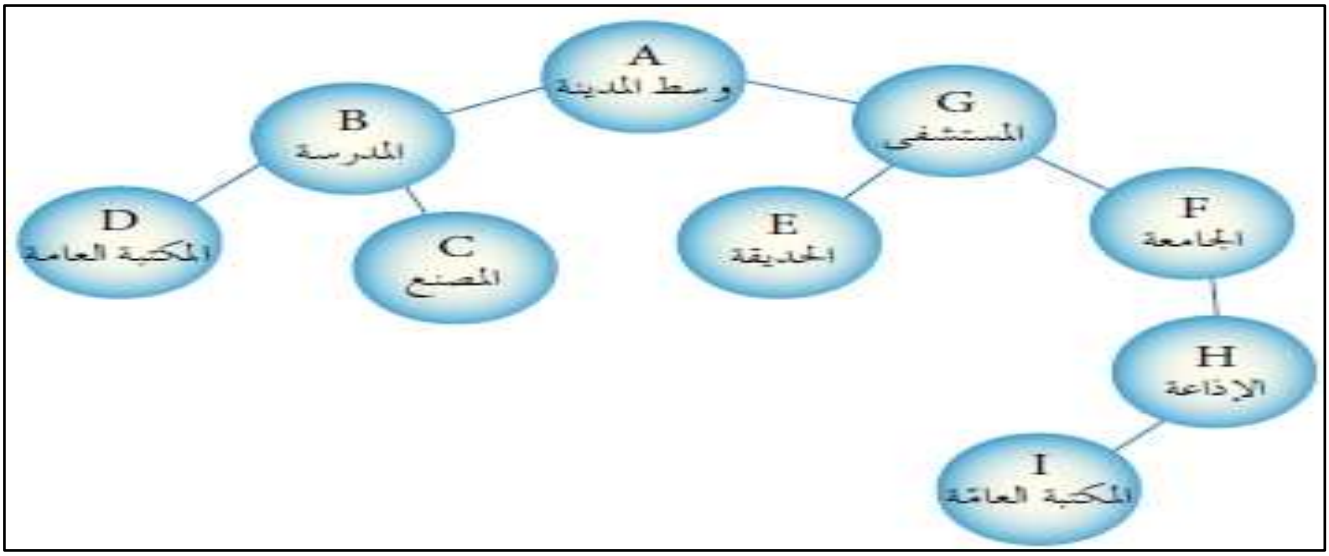
س١: عرِّف شجرة البحث ؟

هي الطريقة المستخدمة للتعبير عن المشكلة (المسألة) لتسهيل عملية البحث عن الحلول الممكنة من خلال خوارزميات البحث، حيث تجد حلا محتملا لها بالنظر إلى البيانات المتاحة بطريقة منظمة تعتمد على هيكلية الشجرة.

س٢: هل يمكن وصف جميع المشكلات بهذه الطريقة ؟

لا يمكن ذلك، لأن بعض المشكلات تكون معقدة ويصعب وصفها بهذه الطريقة.

يمثل الشكل الآتي خارطة للأماكن الرئيسية في المدينة على شكل شجرة هرمية، لتمثيل مسارات الطرق التي يمكن أن نسلكها للوصول إلى المكتبة العامة بدءا من وسط المدينة، فما أجزاؤها بالتفصيل ؟



١. **النقاط والعقد:** هي النقاط (A, B, C, D, E, F, G, H, I)، وهي جميع النقاط في شجرة البحث، وتسمى حالات فضاء البحث، حيث نلاحظ أنها موزعة في مستويات مثل المستوى الأول (A)، والمستوى الثاني (B, G)، والمستوى الثالث (D, C, E, F)، والمستوى الرابع (H)، والمستوى الخامس (I).

٢. **جذر الشجرة:** هي النقطة (A)، وهي أعلى نقطة في شجرة البحث، وتسمى الحالة الابتدائية للمشكلة، أو نقطة البداية للبحث، وعادة ما تكون نقطة واحدة في المستوى الأول، وهذه النقطة سيتم البدء منها في خوارزميات البحث المختلفة.

٣. **الأب أو الآباء:** هي (A, B, G, F, H)، وهي النقطة أو النقاط التي يتفرع منها نقطة واحدة أو عدة نقاط في شجرة البحث.

٤. **الابن أو الأبناء:** هي النقاط (B, D, C, G, E, F, H, I)، هي النقطة أو النقاط المتفرعة من الآباء في شجرة البحث، وعادة ما تكون جميع النقاط ما عدا نقطة جذر الشجرة.

يمكننا الربط بين الآباء وأبنائهم كما يلي:

النقطة (A) هي الأب للنقاط (B, G)، والنقطة (B) هي الأب للنقاط (D, C)، والنقطة (G) هي الأب للنقاط (E, F)، والنقطة (F) هي الأب للنقطة (H)، والنقطة (H) هي الأب للنقطة (I).

٥- **النقطة أو النقاط الميتة:** هي النقاط (D, C, E, I)، وهي النقاط التي لا يتفرع منها أبناء في شجرة البحث، وعادة ما تكون في نهايات كل مسار عمودي، ولا تعتبر آباء.

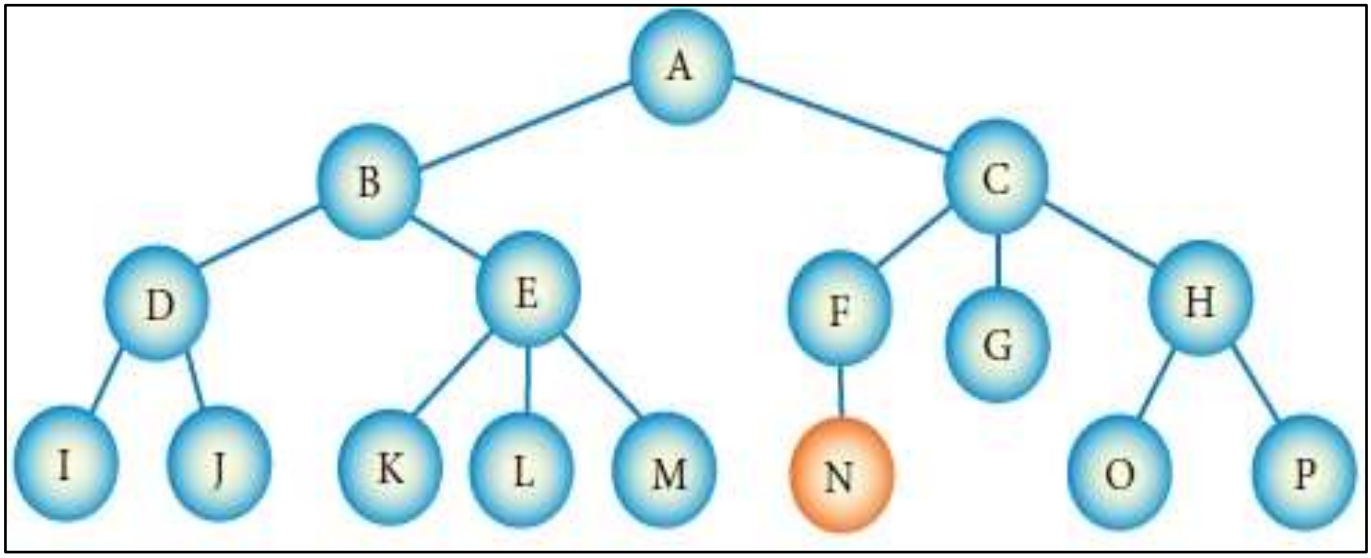
٦- **النقطة أو النقاط الهدف أو الحالة الهدف:** هي النقاط (D, I)، وهي النقطة أو النقاط المطلوب الوصول إليها في شجرة البحث وهي هنا المكتبة العامة.

٧- **المسار أو المسارات:** هي المسارات (A-B-D) و(A-B-C) و(A-G-E) و(A-G-F-H-I)، وهي مجموعة النقاط المتتالية من الأعلى للأسفل في شجرة البحث، والتي تبدأ من الحالة الابتدائية إلى النقاط الميتة في المسار الرأسي.

٨- **مسارات الحل الممكنة:** هي المسارات (A-B-D) و(A-G-F-H-I)، وهو المسارات المؤدية للحالة الهدف.

٩- **مسار الحل:** هو المسار (A-B-D)، وهو أقصر مسار من بين مسارات الحل المتاحة.

سؤال: تأمل الشكل الآتي مجيبا عن الأسئلة التي تليه:



جد كلا مما يلي	الحل
١. جميع النقاط أو العقد لشجرة البحث، أو حالات فضاء البحث:	(A, B, C, D, E, F, G, H, I, J, K, L, M, N, O, P)
٢. نقطة جذر الشجرة، أو الحالة الابتدائية للمشكلة، أو نقطة البداية للبحث:	(A)
٣. جميع نقاط الآباء في شجرة البحث:	(A, B, C, D, E, F, H)
٤. جميع نقاط الأبناء في شجرة البحث:	(B, C, D, E, F, G, H, I, J, K, L, M, N, O, P)
٥. جميع الأمثلة على علاقة الأب مع الأبناء في شجرة البحث:	النقطة (A) هي الأب للنقاط (B, C) النقطة (B) هي الأب للنقاط (D, E) النقطة (C) هي الأب للنقاط (F, G, H) النقطة (D) هي الأب للنقاط (I, J) النقطة (E) هي الأب للنقاط (K, L, M) النقطة (F) هي الأب للنقطة (N) النقطة (H) هي الأب للنقاط (O, P)
٦- جميع النقاط الميتة في شجرة البحث:	(G, I, J, K, L, M, N, O, P)
٧- جميع النقاط الهدف في شجرة البحث:	(N)
٨- ثلاث مسارات فقط:	(A-B-D-I) (A-B-D-J) (A-B-E-K)
٩- مسار الحل:	(A-C-F-N)

ثانيا: مفهوم خوارزميات البحث

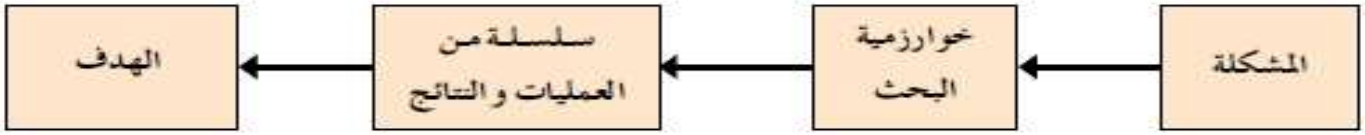
س١: عرِّف خوارزمية البحث ؟

هي سلسلة من الخطوات الغير معروفة مسبقا، للعثور على الحل الذي يطابق مجموعة من المعايير من بين مجموعة من الحلول المحتملة، وذلك في الذكاء الاصطناعي.

س٢: وضح مبدأ عمل خوارزميات البحث ؟

تأخذ المشكلة على أنها مدخلات ثم تقوم بسلسلة من العمليات وتتوقف عند الوصول للهدف.

س٣: وضح بالرسم مبدأ عمل خوارزميات البحث ؟



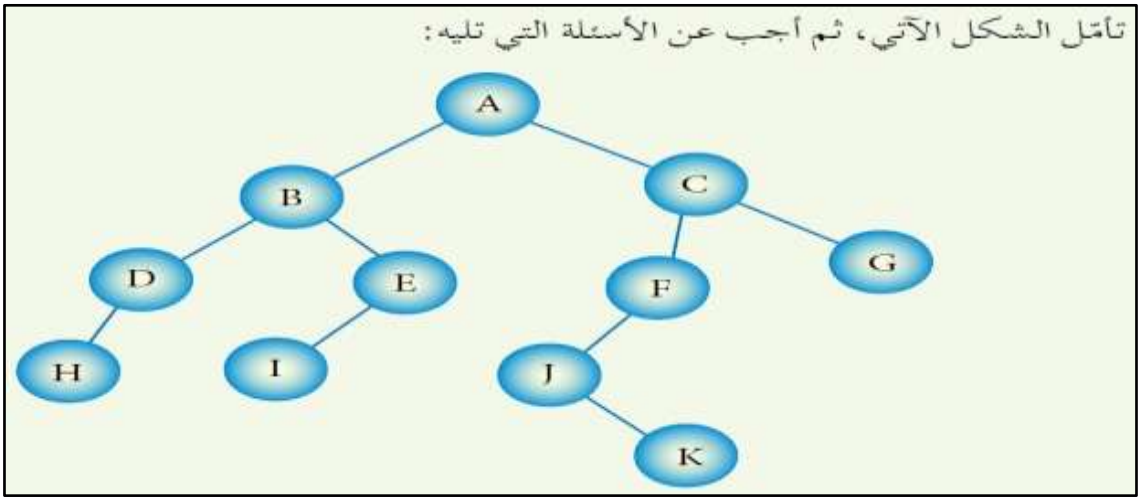
س٤: ما هي صفات المشكلات التي وُجدت خوارزميات البحث في الذكاء الاصطناعي لحلها ؟

١. لا يوجد للحل طريقة تحليلية واضحة، أو أن الحل مستحيل بالطرائق العادية.
٢. يحتاج الحل لعمليات حسابية كثيرة ومتنوعة لإيجاده مثل الألعاب والتشفير.
٣. يحتاج الحل إلى حدس عال مثل إيجاد الحل في لعبة الشطرنج.

س٥: كيف يتم تمثيل المشكلات من خلال خوارزمية البحث ؟

تمثل من خلال شجرة البحث.

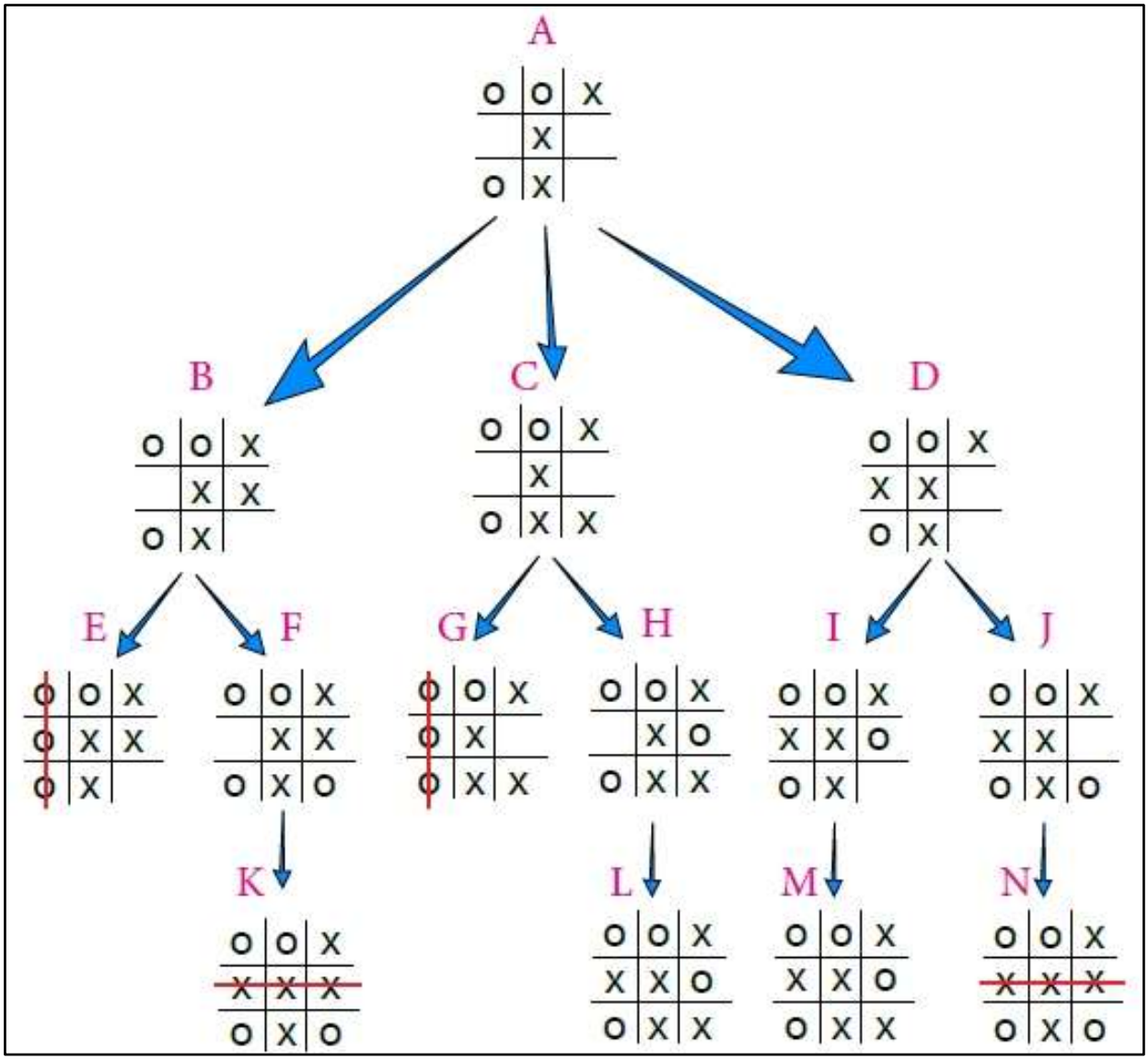
تأمل الشكل الآتي، ثم أجب عن الأسئلة التي تليه:



أ – عدّد حالات فضاء البحث التي تمثلها هذه الشجرة.
ب– ما الحالة الابتدائية للمشكلة؟
جـ– ما جذر الشجرة؟
د – عدّد أمثلة على نقاط تحتوي على علاقة (الأب – الأبناء).
هـ – ما المسار بين النقطتين (B) و(H)؟
و – عدّد النقاط الميتة في الشجرة.

أ- هي النقاط (A, B, C, D, E, F, G, H, I, J, K)
ب- هي النقطة (A)
ج- هي النقطة (A)
د- النقطة (A) هي الأب للنقاط (B, C)، والنقطة (B) هي الأب للنقاط (D, E)
هـ- هو (B-D-H)
و- هي النقاط (H, I, K, G)

تأمل الشكل التالي الذي يمثل جزء من شجرة البحث للعبة (O X) بين لاعبين هما الحاسوب (X) والمستخدم (O)، ويقومان باللعب بالتناوب، ثم أجب عن الأسئلة التي تليه:



١ – ما النقطة التي تمثّل جذر الشجرة؟

٢ – كم عدد حالات فضاء البحث؟ اذكرها.

٣ – اذكر أمثلة على مسار.

٤ – ما عدد النقاط الميتة؟

٥ – ما الحالة الهدف في هذه الشجرة؟ ولماذا؟

١- هي النقطة (A)
٢- هي ١٤ حالة و هي النقاط (A, B, C, D, E, F, G, H, I, J, K, L, M, N)
٣- المسار (A-B-E) والمسار (A-B-F)
٤- هي ٦ نقاط
٥- هي النقاط (E, K, G, N) حيث تمثل النقاط (E, G) فوز الحاسوب، والنقاط (K, N) فوز المستخدم

ثالثا: أنواع خوارزميات البحث

س١: يوجد العديد من آليات وطرائق البحث في الذكاء الاصطناعي، فعلى ماذا يعتمد الاختلاف فيما بينها ؟

يعتمد الاختلاف فيما بينها حسب الترتيب الذي تُختار فيه النقاط في شجرة البحث أثناء البحث عن الحالة الهدف.

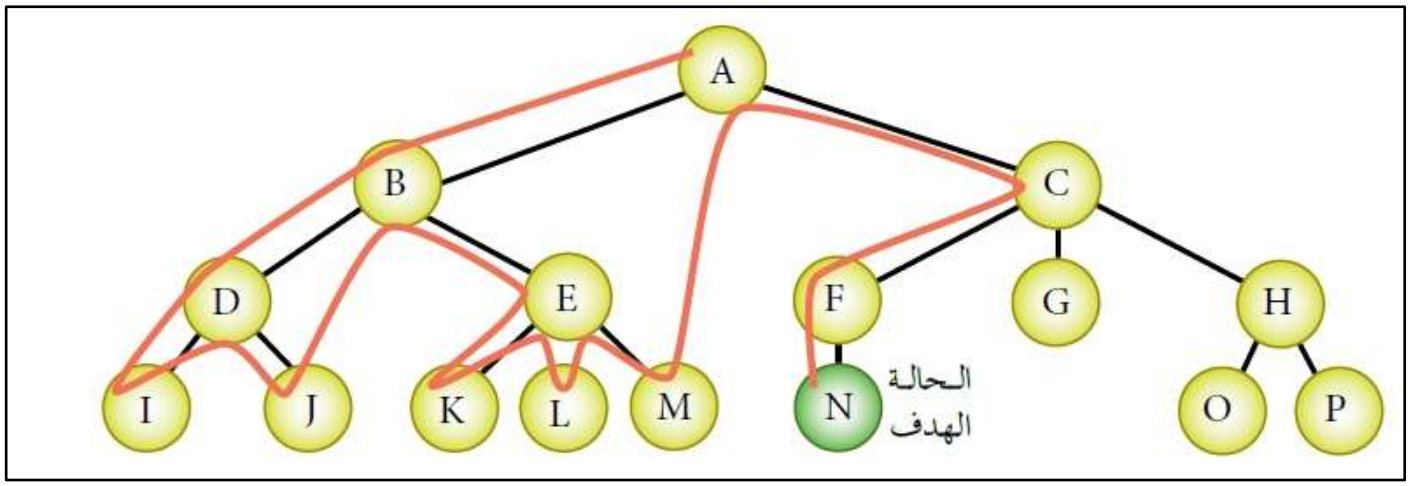
س٢: وضح صفات خوارزميات البحث ؟

١. ليس لديها أية معلومات مسبقة عن المسألة التي تريد حلها.
٢. تستخدم استراتيجية ثابتة للبحث عن الهدف ضمن حالات فضاء البحث.
٣. تميز الحالة الهدف عن الحالة الغير هدف بفحص كل حالة على حدا.
٤. بناء على الآلية التي تتبعها في البحث ومقارنة كل حالة مع الحالة الهدف يكون نوع خوارزمية البحث.

س٣: أذكر مثالا على أحد أنواع خوارزميات البحث موضحا مبدأ عملها ؟

هي خوارزمية البحث في العمق أولا (البحث الرأسي)، ويقوم مبدأها على البحث باتخاذ المسار اليسار أولا وفحص حالات فضاء البحث حالة حاله حتى الوصول للحالة الهدف أو الوصول للنقطة الميتة في هذا المسار، فإن لم يتم إيجاد الهدف عندها يتم الرجوع بنفس المسار لأقرب تفرع ثم السير به وهكذا تتكرر هذه العملية حتى التوصل للحالة الهدف، وتتوقف هذه الخوارزمية عند الوصول للهدف ولا تستمر بالبحث بالمسارات وحالات الفضاء الأخرى.

الشكل الآتي يمثل شجرة مشكلة معينة، والحالة الهدف فيها هي النقطة (N)، والمطلوب هنا اتباع خوارزمية البحث في العمق أولا لإيجادها، وتحديد المسار الهدف:



مسار البحث عن الحل باستخدام خوارزمية البحث في العمق أولا هو: (A-B-D-I-J-E-K-L-M-C-F-N)، حيث نلاحظ أن هذا المسار يتألف من النقاط التي مرت بها خوارزمية البحث في العمق أولا دون تكرار للنقاط وباتخاذ المسار جهة اليسار أولا.

كيف توصلنا لهذا المسار باتباع خوارزمية البحث في العمق ؟

ننطلق من النقطة (A) ثم نمر على النقطة (B) ثم (D) ثم (I)
ثم نعود للنقطة (D) ثم نمر على النقطة (J)
ثم نعود للنقطة (D) ثم نعود للنقطة (B) ثم نمر على النقطة (E) ثم (K)
ثم نعود للنقطة (E) ثم نمر على النقطة (L)
ثم نعود للنقطة (E) ثم نمر على النقطة (M)
ثم نعود للنقطة (E) ثم نعود للنقطة (B) ثم نعود للنقطة (A) ثم نمر على النقطة (C) ثم (F) ثم (N) فنصل للنقطة الهدف وتتوقف الخوارزمية.

س٤: ما هي سلبيات خوارزمية البحث في العمق أولا ؟

أنها لا تعطي المسار الأقصر للحل، فلو كانت الحالة الهدف في آخر نقطة من المسار الأيمن لاضطرت هذه الخوارزمية لفحص كل حالات فضاء البحث.

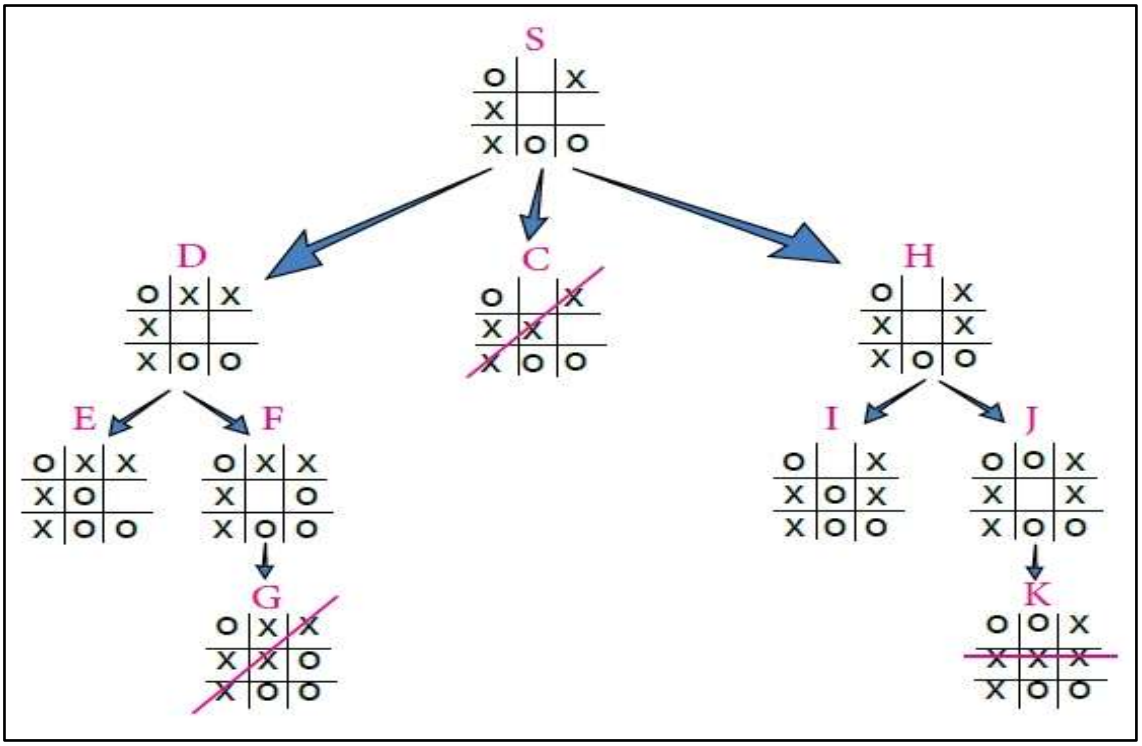
س٥: هل يوجد أنواع أخرى لخوارزميات البحث، أذكرها موضحا مبدأ عمل كل منها ؟

١. **خوارزمية البحث في العرض أولا:** حيث تبحث عن النقطة الهدف بجميع النقاط المتواجدة في مستوى واحد قبل الاستمرار بمتابعة البحث بالمستويات الأخرى (أي بشكل أفقي).

٢. **الخوارزمية الحدسية:** التي تعمل على حساب معادل حدسي يقيس بعد النقطة الحالية عن النقطة الهدف وبناء عليه تقرر المسار الأقصر للحل.

نلاحظ أن خوارزميات البحث السابقة أفضل من خوارزمية البحث في العمق أولا، إلا أن التطبيق في هذا المنهاج منصب على خوارزمية البحث بالعمق أولا فقط.

تأمل الشكل التالي، ثم أجب عن الأسئلة التي تليه:



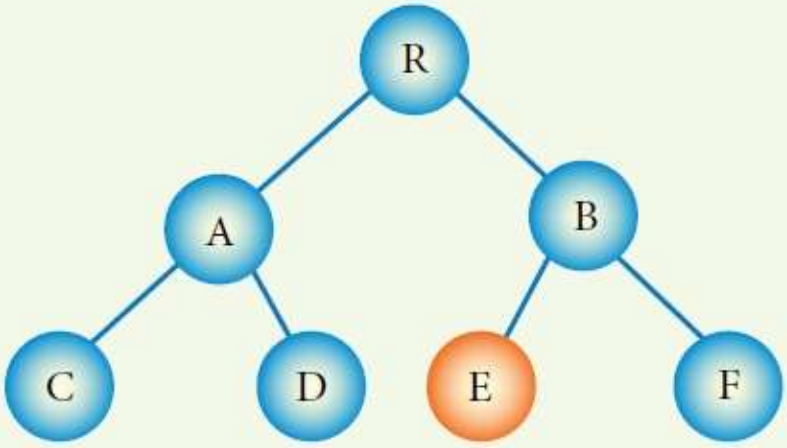
أ- جد مسار البحث عن الحالة الهدف في شجرة البحث، باستخدام خوارزمية البحث في العمق أولا، علما بأن اللاعب الفائز هو اللاعب (X) ؟

المسار هو (S-D-E-F-G)

ب- هل يوجد مسار آخر للحل ؟ ما هو ؟ وهل يمكن الوصول إليه باستخدام خوارزمية البحث في العمق أولا ؟

نعم ، وهو المسار (S-C) والمسار (S-H-J-K) ، إلا أن هذه المسارات لا يمكن التوصل إليها من خوارزمية البحث في العمق أولا كونها تأخذ الحل الأول من خلال البحث في المسارات ابتداء من الجهة اليسار.

تأمّل الشكل الآتي، ثم أجب عن السؤال الذي يليه:



- جد مسار البحث عن الحالة الهدف باستخدام خوارزمية البحث في العمق أولًا، علمًا بأن E هي الحالة الهدف.

مسار البحث عن الحالة الهدف هو (R-A-C-D-B-E)

لا تبدأ بدراسة الوحدة الثالثة قبل أن تجيب عن أسئلة الفصل الثاني صفحة ٨٩ ، وأسئلة الوحدة الثانية صفحة ٩١

وأن تتأكد من تحقيقك لجميع أهداف التقويم الذاتي

إجابات أسئلة الفصل الثاني

١ – ما المقصود بكلٍّ من:

أ – خوارزميات البحث.

ب – الحالة الابتدائية.

جـ – المسار.

الفرع	الإجابة
أ	هي سلسلة من الخطوات الغير معروفة مسبقا، للعثور على الحل الذي يطابق مجموعة من المعايير من بين مجموعة من الحلول المحتملة.
ب	وهي أعلى نقطة في شجرة البحث، وتسمى نقطة البداية للبحث، أو جذر الشجرة، وتبدأ منها خوارزمية البحث.
ج	وهي مجموعة النقاط المتتالية من الأعلى للأسفل في شجرة البحث، والتي تبدأ من الحالة الابتدائية إلى النقطة الميتة في ذلك المسار الرأسي.

---

٢ – أي العبارات الآتية صحيحة، وأيّها خطأ؟

أ – تعدّ خوارزميات البحث، من طرائق حلّ المشكلات في الذكاء الاصطناعي. ( )

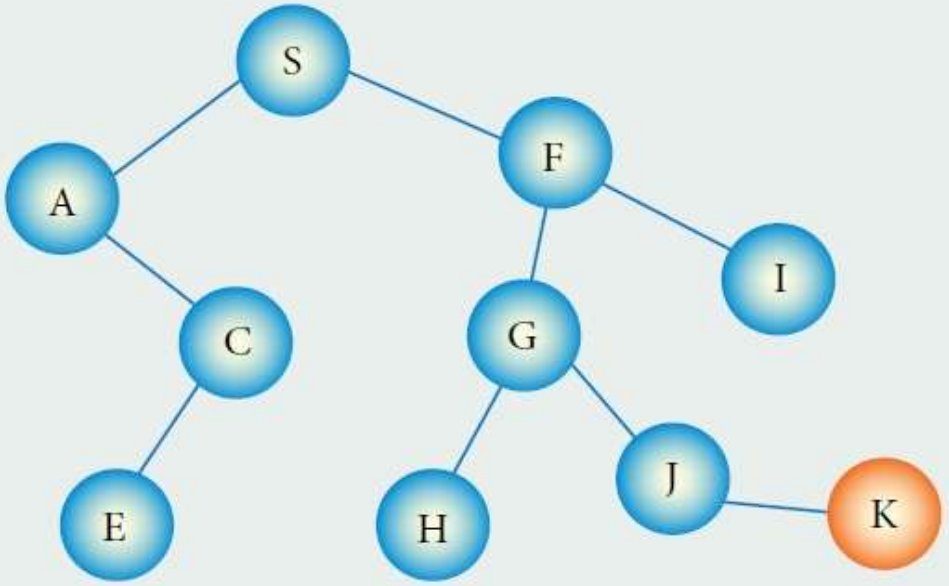
ب– تستخدم خوارزمية البحث في العمق أولًا، معلومات مسبقة عن المشكلة المطلوب حلها في عملية البحث. ( )

جـ– النقطة الميتة هي النقطة الهدف. ( )

د – الحالة الابتدائية تُمثّل جذر الشجرة. ( )

الفرع	الإجابة
أ	نعم
ب	لا
ج	لا
د	نعم

٣ – تأمّل الشكل الآتي، ثم أجب عن الأسئلة التي تليه، علمًا بأن النقطة (K) هي الحالة الهدف:



أ – حدّد جذر الشجرة.

ب– اذكر مثالًا على مسار.

جـ– اذكر مثالًا على نقطة ميتة.

د – عدّد الأبناء للنقطة (C).

هـ– ما مسار البحث عن الحالة الهدف؛ باستخدام خوارزمية البحث في العمق أولًا؟

الفرع	الإجابة
أ	هي النقطة (S)
ب	المسار (S-A-C-E)
ج	النقطة (E)
د	النقطة (E)
هـ	هو المسار (S-A-C-E-F-G-H-J-K)

إجابات أسئلة الوحدة الثانية

١ – حدّد المصطلح المناسب لكلٍّ من الجمل الآتية:.

أ – الطريقة المستخدمة للتعبير عن المسألة لتسهيل عملية البحث عن الحلول الممكنة عن طريق خوارزميات البحث. ( )

ب– آلة (إلكترو – ميكانيكية) تُبرمج بوساطة برامج حاسوبية خاصة للقيام بالكثير من الأعمال الخطرة الشاقة والدقيقة. ( )

جـ– الجزء النهائي من الروبوت الذي ينفّذ المهمة التي يصدرها الروبوت، ويعتمد شكله على طبيعة المهمة. ( )

الفرع	الإجابة
أ	شجرة البحث
ب	الروبوت
ج	المستجيب النهائي

---

٢ – صنّف الآتي إلى إحدى صفات الروبوت (استشعار، تخطيط ومعالجة، استجابة).

أ – تغيير الروبوت لمساره بسبب وجود عائق.

ب– التقاط ضوء يدل على وجود جسم قريب من الروبوت.

جـ– دوران الروبوت ٤٠° لليمين؛ لأنه مبرمج على ذلك.

الفرع	الإجابة
أ	تخطيط ومعالجة
ب	استشعار
ج	استجابة

٣ – اذكر وظيفة واحدة لكلٍّ من:

أ – الذراع الميكانيكية. ب– محرّك الاستدلال.

جـ– المتحكّم. د – واجهة المستخدم في النظام الخبير.

الفرع	الإجابة
أ	تشبه ذراع الإنسان، وتحتوي مفاصل صناعية لتسهيل حركتها عند تنفيذ الأوامر الصادرة إليها حسب الغرض الذي صُمم الروبوت لأجله.
ب	هو برنامج حاسوبي يبحث في قاعدة المعرفة عن حل للمشكلة بآلية استنتاج تحاكي آلية عمل الخبير عند استشارته واختيار النصيحة المناسبة له.
ج	هو دماغ الروبوت، حيث يستقبل البيانات من البيئة المحيطة ثم يعالجها من خلال التعليميات البرمجية المخزنة به، ويعطي الأوامر اللازمة للاستجابة لها.
د	هي وسيلة تفاعل المستخدم مع النظام الخبير، حيث تسمح بإدخال المشكلة والمعلومات إلى النظام ومن ثم تُظهر النتيجة.

---

٤ – عدّد محدّدات الأنظمة الخبيرة.

١. عدم قدرتها على الإدراك والحس مقارنة بالإنسان الخبير.
٢. عدم قدرتها على التجاوب مع المواقف غير الاعتيادية أو المشكلات خارج نطاق التخصص أو المجال المحدد.
٣. صعوبة جمع الخبرة والمعرفة اللازمة لبناء قاعدة المعرفة من الخبراء.

---

٥ – علّل ما يأتي:

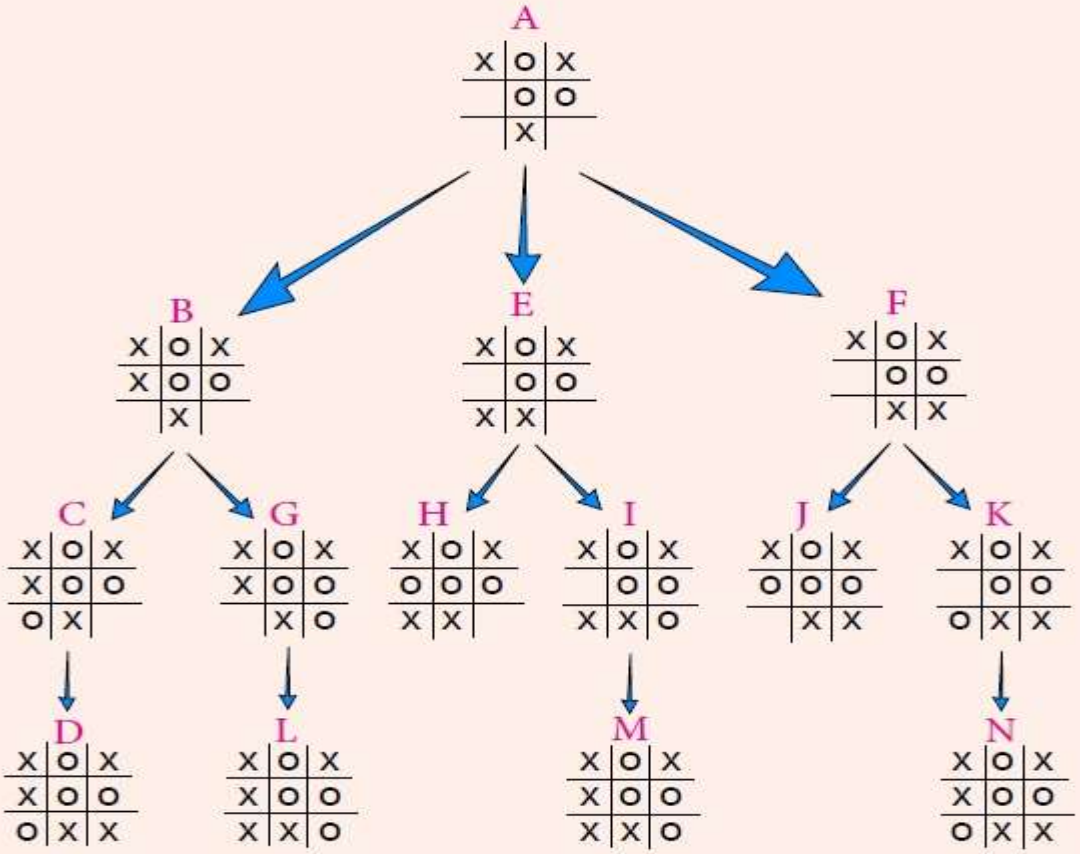
– لا يمكن أن تحلّ النظم الخبيرة مكان الإنسان الخبير نهائيًّا.

– استخدام خوارزمية البحث في العمق أولًا، لا يعطي المسار الأقصر للحلّ دائمًا.

- لأنها تعمل جيدا ضمن موضوع محدد فقط، كتشخيص الأعطال لنوع واحد من الآلات، فكلما اتسع نطاق المجال ضعفت قدرة النظم الخبيرة الاستنتاجية، فلا يمكنها أن تحل مكان الإنسان الخبير بشكل مطلق.

- لأن مبدأها يقوم على البحث باتخاذ المسار جهة اليسار أولا وفحص حالات فضاء البحث حالة حاله حتى الوصول للحالة الهدف في هذا المسار، فإن لم يتم إيجاد الهدف عندها يتم الرجوع بنفس المسار لأقرب تفرع ثم السير به وهكذا تتكرر هذه العملية حتى التوصل للحالة الهدف، وتتوقف هذه الخوارزمية عند الوصول للهدف، حتى لو اضطرت لفحص كامل حالات فضاء البحث.

٦ – تأمّل الشكل، ثم أجب عن الأسئلة التي تليه، علمًا بأن الهدف هو فوز اللاعب (X):



أ – كم عدد حالات فضاء البحث؟ اذكرها.

ب– ما جذر الشجرة؟

جـ– عدّد النقاط الميتة.

د – ما مسار البحث عن الحالة الهدف؛ باستخدام خوارزمية البحث في العمق أولاً ؟

الفرع	الإجابة
أ	١٤ حالة و هي النقاط (A, B, C, D, E, F, G, H, I, J, K, L, M, N)
ب	هي النقطة (A)
ج	هي النقاط (D, L, H, M, J, N)
د	هو المسار (A-B-C-D-G-L)

التقويم الذاتي

الرقم	المهـــارة	درجة الإتقان	
		نعم	لا
١	أُعرّف مفهوم الذكاء الاصطناعي، وأعدّد أهدافه.		
٢	أُعدّد ميزات برامج الذكاء الاصطناعي، وبعض تطبيقاته.		
٣	أُعرّف الروبوت؛ مكوّناته، وصفاته وأنواعه وفوائده.		
٤	أُصنّف الروبوتات حسب التطبيقات والخدمات التي تقدّمها، أو حسب حركتها.		
٥	أُميّز الحسّاسات الخاصة بالروبوت، وأُحدّد وظائفها.		
٦	أُعرّف مفهوم النظم الخبيرة، ومكوّناتها ووظائفها، ومزاياها، ومحدّداتها.		
٧	أُحدّد أنواع المشكلات التي تحتاج إلى النظم الخبيرة.		
٨	أُعرّف مفهوم خورازميات البحث.		
٩	أُعرّف شجرة البحث.		
١٠	أُعدّد أنواع خوارزميات البحث.		
١١	أُطبّق خوارزمية البحث في العمق أولًا؛ لإيجاد مسار الحلّ عن الحالة الهدف.		