الذكـــاء الاصطناعي الانساني ودعم تحليلات التعلم

Human artificial intelligence and support for learning analytics

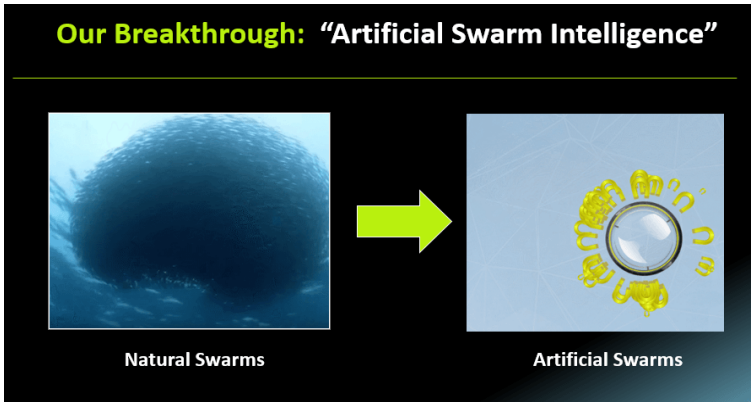
أ.د. خالد محمد فرجون

أستاذ تكنولوجيا التعليم والمعلومات

كلية التربية – جامعة حلوان

يعد الذكاء الاصطناعي الانساني human artificial intelligence مـن اكثـر الأنمـاط انتشـارا فـي الآونـة الأخيـرة، خاصـة بعـد ظهـور إرهاصات الثورة الصناعية الخامسة التي تركز على عودة الأيدي والعقول البشرية إلى الإطار الصناعي، ومحاولـة التغلـب علـى مشـكلات الثـورة الصـناعية الرابعة والتي يرى البعض تركيزها على الالة في مقابل ابتعاد الدور الإنساني، ولذا فقد ظهر هذا النمط من الذكاء تحت مسمى التكامل بين الالة والكائنات الحية فسمي بذكاء السرب الاصطناعي Artificial swarm intelligence(ASI) ، وهو نمط من الذكاء يقوم على فكرة جعل بعض الأشخاص يشاركون بشكل عشوائي في بيئة محددة، وفي نظام الوقت الفعلي ونطلب منهم إيجاد حل لمشكلة محددة داخل هذه البيئة، وبعد أخذ الردود من كل مشارك يتم حساب الحل النهائي، والذي يتم تقديمه وهو أكثر تحسينًا مقارنة بالحل المأخوذ من مشارك واحد فقط. أي أن ذكاء السرب الاصطناعي يدور حول الوكلاء والتفاعلات بينهم والبيئة المتواجدين فيها (خالد فرجون، ٢٠٢٢، ج).

وقد أظهر الذكاء الاصطناعي كقدرة تنبؤيه ملحوظة في سياقات الرياضة والترفيه والأعمال. وفي مقابلة عام ٢٠٠٩ مع "لويس روزنبرغ"، مخترع وعالم ورائد أعمال تعزيز الإنتاج، والذي طور ذكاء السرب الاصطناعي Swarm AI ، أكد على أن هذه التقنية تجمع بين الرؤى البشرية في الوقت الفعلي وخوارزميات الذكاء الاصطناعي لإنتاج "عقول خلية" على غرار الأسراب الطبيعية ، لكي يتقارب البشر على رؤى وتوقعات وقرارات محسّنة. وقد شارك الدكتور "روزنبرغ" بأفكاره في هذه المقابلة واسعة النطاق حول مستقبل الذكاء الاصطناعي والثقة وكيف يمكن للبشر تضخيم ذكائهم لاتخاذ قرارات أفضل (Warnock, Charles, 2020, p.2)



شكل (١) فكرة الاخذ بنظام السرب الطبيعي لسرب الذكاء الاصطناعي

وبصفة عامة في العالم الطبيعي، هناك شكلين فريدين وقويين من الذكاء هما الذكاء العصبي وذكاء السرب. حيث يظهر الذكاء العصبي عن طريق ربط عدد كبير من وحدات المعالجة البسيطة (الخلايا العصبية) بشبكات معقدة في الوقت الحقيقي (أدمغة).

ويتشابه "ذكاء السرب" من نواحٍ عديدة من هذا الذكاء ولكنه يربط بمجموعات الكائنات الذكية (الأدمغة) بشبكات معقدة في الوقت الفعلي يشير إليها علماء الأحياء على أنها أسراب. من منطلق أن السرب هو "عقل الأدمغة" ولديه القدرة على العمل كذكاء خارق، حيث يمكن أن يتفوق بشكل كبير على الأعضاء الفرديين الذين يشكلون النظام. فمثلاً في الطبيعة، ثبت أن أسراب النحل تتخذ قرارات من خلال العمل معًا كنظام موحد، مما يضخم بشكل كبير من ذكائهم المشترك. وينطبق الشيء نفسه على قطعان الطيور ومستعمرات النمل وأسراب الأسماك.

في هذا السياق، ركز معظم الباحثين العاملين على الذكاء الاصطناعي على تكرار الذكاء العصبي، وبناء أنظمة اصطناعية بأنها تحاكي الخلايا العصبية البيولوجية، والشبكات الكثيفة المترابطة التي ينبثق منها الذكاء. ولذا فقد أصبح تركيز العلماء على مدار السنوات الخمس الماضية هو البحث عن تقنية أخرى من الطبيعة، وهي ذكاء السرب، من أجل بناء أنظمة اصطناعية تربط مجموعات من البشر معًا عبر شبكات الكمبيوتر، مما يمكننا من التفكير معًا في أنظمة تحاكي الذكاء الخارق الذي ينشأ من الأسراب الطبيعية. وهي ما يشار اليها بالذكاء الاصطناعي الإنساني او" ذكاء السرب الاصطناعي"، لأنها تربط المجموعات البشرية بالأنظمة الناشئة التي تديرها خوارزميات الذكاء الاصطناعي المصممة على أسراب بيولوجية.

إن تمكين البشر من التفكير معًا كنظم فائقة الذكاء هو السبب وراء إنشاء منصات على

الانترنت مثل برمجيات Swarm وغيرها، حيث تقوم مجموعات من الأشخاص بتسجيل الدخول إلى النظام الأساسي، فيمكنهم التفكير معًا كنظام في الوقت الفعلي والإجابة بسرعة على الأسئلة، والتنبؤ، والوصول إلى القرارات، وتحديد أولويات الأهداف، وتقريب الحلول التي تتفوق بشكل كبير على قدراتهم الفردية. في حين أن بناء "عقول الخلية" من المجموعات البشرية يبدو وكأنه خيال علمي، ولذا فإن العديد من شركات Fortune 500 تستخدم بالفعل منصة Swarm لتضخيم ذكاء فرق الأعمال، مما يتيح تنبؤات أكثر دقة، وترتيب أولويات أفضل، ورؤى أعمق، وترتيبات أولويات محسّنة.

على سبيل المثال، نشر مؤخرًا دراسة مع جامعة ستانفورد حيث تم ربط مجموعات من الأطباء معًا في أسراب بشرية في الوقت الفعلي باستخدام منصة Swarm. تم تكليفهم بتشخيص الأشعة السينية للصدر لوجود الالتهاب الرئوي. وقد أظهرت النتائج، التي نُشرت في عام ٢٠١٨، أنه عند التفكير معًا كسرب، قلل الأطباء من أخطاء التشخيص لديهم بأكثر من ٣٠٪.

في دراسة أخرى أجريت مع باحثين في جامعة أكسفورد، حيث تم تكليف مجموعات من عشاق الرياضة بالتنبؤ بمباريات كرة القدم في الدوري الإنجليزي الممتاز. وقد أظهرت النتائج أنه عند التفكير معًا كذكاء فائق يعمل بنظام Swarm، كان هؤلاء المشجعون المنتظمون قادرين على التفوق على أسواق المراهنات في لاس فيجاس. حيث تم العثور على تضخيم مماثل للذكاء في العديد من الدراسات المنشورة التي تنبأت بأسواق الأسهم، وحجم المبيعات، والانتخابات السياسية. ببساطة، الأسراب البشرية ذكية جدًا.

كما قام "بيتر ديامينذز Peter Diamandis" بتضمين تقنية ذكاء السرب الاصطناعي (ASI) في تقرير إخباري بعنوان "أفضل ١٠ اتجاهات تقنية تحول الإنسانية". وقد تناول في تقريره بتضخيم الذكاء البشري، وأشار باننا نحن البشر بإمكاننا أن نصبح أكثر ذكاءً بشكل كبير معًا، وأن نتواصل لنصبح ذكاءً خارقًا حقيقيًا – مع إمكانية المحافظة بطبيعته الامر على قيمنا وتطلعاتنا الإنسانية. على عكس العديد من تقنيات الذكاء الاصطناعي التي تدفع لاستبدال البشر بخوارزميات آلية، في حين تهدف تقنية ذكاء السرب الاصطناعي إلى إبقاء البشر في الحلقة، وتضخيم قدراتنا الطبيعية على اتخاذ القرار مع الاستفادة من قاعدة البيانات الضخمة للمعلومات غير المنظمة المخزنة في رؤوسنا. يوفر لنا هذا طريقًا إلى أنظمة فائقة الذكاء والتي تستفيد بطبيعتها من المعرفة والحكمة والقيم والأخلاق والحساسيات البشرية (Warnock, Charles, 2020, p.3).

وقد تعددت حالات استخدام نظام ذكاء السرب، حيث نجد تطبيقها على وجه الخصوص في

علــوم الكمبيــوتر وشــبكات الاتصــالات الســلكية واللاسلكية منذ ١٩٩٠. كما تناولـه البـاحثين فـي المجال الطبي فـي دراسـة عـام ١٩٩٢ عـن إمكانيـة استخدام نظـام ذكـاء السـرب للـتحكم فـي النانوتيـات داخل جسـم الإنسـان لقتـل الأورام دون التـأثير علـى أشياء أخرى.

ويستخدم مفهوم ذكاء السرب الاصطناعي على نطاق واسع في مجـال الروبوتـات، لدرجـة أننـا نتحدث عن"Robotics Swarm" .

ويتضـمن ذكـاء السـرب الاصـطناعي فـي المجتمعات الرقميـة دراسـة وبنـاء مجتمعـات لأفـراد اصـطناعيين بسـيطين قـادرين بشـكل جمـاعي علـى تقـديم اسـتجابة معقـدة، ودور كـل وكيـل افتراضـي ينحصر في رؤيـة محـدودة فقـط للنظـام، لكنـه يقـرر بشـكل مسـتقل أفعالـه، ونتيجـة لـذلك، يتميـز النظـام بعملية لامركزية، حيث لا يوجد وكيل يقرر أو ينسـق تصرفات الآخرين. ولذا فالوكيل دوره بسيط، حيث لا يستدعي أي تمثيـل أو آليـة تفكيـر معقـدة . وبالتـالي فإن الدقة هي حقيقة التفاعلات وديناميكيات النظـام، أي الـذكاء يولـد بطريقـة جماعيـة، وبالتـالي فـإن النتيجة الإجمالية للنظام هي منبثقة مـن سلسـلة مـن السلوكيات معاً.

على سبيل المثـال، تخيـل نظامًـا مـن خـلال تطبيق متعدد العوامل هدفه أن يرتب كل عامل نفسـه على مسافة متساوية على دائرة مركزها O ونصـف قطرها .r وحتى يمكن تحقيق هذا الهدف مـن خـلال منح كل عامل سلوكين أساسيين، حيث يُذكر السلوك الأول على النحو التالي: "الانتقال إلى مسافة r مـن النقطة O (يُنظر إليها على أنها حافز مـن البيئـة)" والثاني: "مرة واحدة على مسـافة .r مـن O ، وأن يبتعد قدر الإمكان عن الآخرين." وقد تم تطوير هذا التطبيـق الصـغير باسـتخدام NetLogo بواسـطة Dizier Aurélien Saint- لموقــع Interstices ، حيث يُظهر قدرة الوكلاء، الذين تم وضعهم عشـوائيًا فـي البدايـة، علـى تنظـيم أنفسـهم لتشكيل دائـرة ، وذلـك عـن طريـق الانتشـار بانتظـام حولها. حيث يتحول لون العوامل، وهـي حمـراء فـي الأصل، إلى اللـون الأصـفر عنـدما تكـون فـي وضـع مستقر نسبيًا، وتتحول إلى اللون الأخضـر فـي حالـة مستقرة جدًا، ويُظهر التطبيـق الصـغير أيضًـا أهميـة ضبط المعلمات في الواقع، ولا تجعل المعلمات سيئة التكييف من الممكن الوصول إلى وضع مستقر.

وقـد أنشـأت شـركة Unaimous AI ذكـاء اصـطناعيا يسـمى UNU يجمـع بـين ذكـاء الأفـراد والخوارزميـات لإجـراء تنبـؤاً، ويسـبب كـل رأي يضاف إلى البرنـامج "تغييـرات صـغيرة"، ممـا يسـمح لمجموعـة مـن المسـتخدمين بـالتفكير بشـكل جماعي ككيان واحد على طريقة سرب النحل.

على عكـس تقنيـات شـركات Google و Facebookوالتقنيات الأخرى التي تطور "الـذكاء الاصــطناعي بــالمعنى التقليــدي"، فــإن شــركة

Unanimous AI، استخدمت الذكاء الاصطناعي بطريقة مغايره حيث اعتمدت على ذكاء السرب، بدلاً من استخدام الذكاء الاصطناعي لتحل محل البشر، لكنهم جمعوا بين البشر وخوارزميات الذكاء الاصطناعي لتضخيم الذكاء البشري.

وهنا ندعو الأنظمة التعليمية للتعود بالاعتماد على الجماعية وخصوصا في الأنظمة الذكية داخل البيئات التكيفية حتى يسهل الوصول لأفضل النتائج، حيث تتميز هذه الأنظمة بقدرتها على التكيف لخدمة السواد الأعظم من المشاركين في هذه البيئات، حيث يتسبب التحكم اللامركزي، بعدم الاعتماد على حلول فردية للوصول للهدف، بل يصبح دور كل وكيل دور وفقًا لتصوراته الخاصة بحيث يعتاد على التكيف باستمرار مع الاختلافات في هذا السياق

علاوة على ذلك، فإن عدد الوكلاء وطبيعتهم القابلة للتبادل وغياب الكيان المركزي بينهم يجعل مثل هذا النظام متسامحًا مع فشل أحد أعضائه . في حالة مثال الدائرة، لا يلزم تحديد عدد الوكلاء الذين يؤلفون النظام لكي يعمل النظام (يمكن للمرء إضافة عوامل أو إزالتها أثناء تشغيله). إذ تسمح هاتان الخاصيتان لمثل هذا النظام بتغيير السلوك أثناء التشغيل بحيث يتكيف مع التغيرات في بيئته ولديه تدهور تدريجي في الأداء الجماعي بدلاً من الانهيار المفاجئ. ولتصميم مثل هذه الأنظمة، فإن الصعوبة الرئيسية التي تنشأ هي تحديد السلوكيات الفردية، وبيئتها والديناميكيات التي ستحكم عمل النظام بحيث ينتج الاستجابة الجماعية المرغوبة، وهي المتوفرة في تقنية ذكاء السرب.

ومع ذلك، فإن خصائص هذه النماذج تجعل من الصعب أو حتى من المستحيل التنبؤ بالسلوك الجماعي مسبقًا من السلوك الفردي، وهذا هو السبب في أن تطوير هذه الأنظمة يمر عمومًا بمرحلة تجريبية حيث يتم تقييم السلوك العام وفقًا لقيم مختلفة لمعلمات النموذج، مما يجعل هناك ضرورة مستمرة للبحث التجريبي للعاملين في تكنولوجيا التعليم للوقوف على أنسب النماذج للوصول الى أفضل السلوك الجامعي المزمع استخدامه للوصول للأهداف المرجوة Louis Rosenberg Unanimous A.I., 2016, (p.6).

مزايا ذكاء السرب:

١) مرن: تستجيب المستعمرة للاضطرابات الداخلية والتحديات الخارجية.

٢) متين: تكتمل المهام حتى في حالة فشل بعض الوكلاء.

٣) قابل للتطوير: من بضعة وكلاء إلى ملايين.

٤) اللامركزية: لا توجد سيطرة مركزية في المستعمرة.

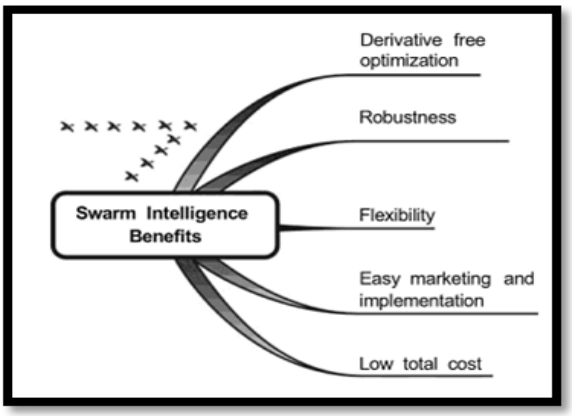
٥) منظمة ذاتيًا: الحلول ناشئة وليست محددة مسبقًا.

٦) التكيف: لا يمكن أن يتكيف النظام فقط مع المحفزات المحددة سلفًا ولكن أيضًا مع المحفزات الجديدة.

٧) السرعة: يمكن نشر التغييرات في الشبكة بسرعة كبيرة.

٨) نمطية: يعمل الوكلاء بشكل مستقل عن طبقات الشبكة الأخرى.

٩) التوازي: عمليات الوكلاء متوازية بطبيعتها.



شكل (٢) مزايا ذكاء السرب الاصطناعي

ورغبة في توفر بيئات تعليمية تكيفية، فإن تقنية ذكاء السرب المستمد من الطبيعة كتقنية ناشئة أو ذاتية التنظيم تعد وسيلة مناسبة لتحليل أكبر كم ممكن من بيانات التفاعل التي يتم إنشاؤها بواسطة مجتمعات التعلم التكيفي واسعة النطاق أو التفاعلات المتصلة بالعديد من موارد التعلم أو آليات إدارة التعلم. وتستند هذه التقنية على مجموعة من الخوارزميات الحاسوبية المعدة على شكل أنظمة متعددة العوامل تحاكي كيفية تحرك أسراب الحشرات أو الطيور في الطبيعة، بحيث توظف في العديد من وظائف التخطيط للمحتوى التكيفي وبناء الاختبارات التكيفية وتوليد أوراق التقييم Swarm (Intelligence, 2022, pp-2-3).

اساليب ذكاء السرب.

يتحرك ذكاء السرب من خلال اسلوبين: يهدف الأسلوب الأول الى البحث عن مساحة حل أو حلول لاستخراج البيانات، وذلك لتحسين تقنية استخراج البيانات، كضبط العلامات والتي كان من الصعب الوصول فيها لدفة عالية عبر تقنيات الذكاء الاصطناعي بدون تقنية ذكاء السرب. أما الاسلوب الثاني فيتمثل في تنقل أسراب البيانات المتماثلة والتي يتم وضعها على مساحة منخفضة الأبعاد بهدف الوصول إلى تجميع مناسب أو تعيينات منخفضة الأبعاد للبيانات، وهذا ما يعرف بنهج تنظيم البيانات.

وفي الآونة الأخيرة بدأ تطبيق ذكاء السرب بشكل مباشر على عينات البيانات الكبيرة وذلك لتقليل أبعاد البيانات المختلفة الابعاد، حيث يتم استخدام ذكاء تحسين سرب الجسيمات أو خوارزميات التوقيت المستمد من فكرة مستعمرة النمل، بحيث يتم استخراج البيانات لحل هدف واحد للمشكلات متعددة الأهداف.

واستنادًا إلى تقنية ذكاء السرب وما تحتويه من قدرة في جمع البيانات عن التعلم الذاتي المعرفي والاجتماعي في مجتمع البيئة التعلمية، فإن عملية جمع البيانات والمستندات ذات الصلة تتطلب الدقة والسرعة في الوقت من خوارزمية ذكاء السرب، وهذا ما تتميز به في القدرة في التغلب على المتغيرات المتعددة عند تجميع البيانات عالية الأبعاد، وكذلك القدرة على التصنيف النصي القائم على التعلم شبه الخاضع للإشراف، وكذلك التنقيب عن بيانات الويب، والبحث عن الحلول المتعددة في نفس الوقت. ومع ذلك، فإن مجموعة الحلول ليست دائمًا ضارة للتحسين. ففي إحدى خوارزميات ذكاء السرب كالعصف الذهني على سبيل المثال، يتم استخدام التحليل العنقودي للكشف عن الشكل العام للمشاكل وتوجيه الأفراد نحو المناطق الأفضل. وكل فرد في خوارزمية تحسين العصف الذهني ليس فقط حلاً للمشكلة المطلوب تحسينه، ولكنه أيضًا نقطة بيانات للكشف عن المنظر العام للمشكلة. ويمكن الجمع بين تقنيات التعلم الآلي واستخراج البيانات لإنتاج فوائد فوق و/ أو تتجاوز ما يمكن أن تحققه أي من الطريقتين بمفردها.

ولا شك أن تحليلات البيانات الضخمة من خلال ذكاء السرب تحدث من خلال جمع كميات هائلة وفي وقت قصير، بحيث تجذب المزيد والمزيد من الاهتمام، ومع ذلك، فإن بُعد البيانات وعدد أهداف المشكلات يزيد أيضًا من قوة المشكلات. ولذا فقد توفرت عدة حلول للتغلب على أهم ثلاثة صعوبات لحل مشكلات البيانات الضخمة وهي:

١- التحسين المستمر لمشكلات البيانات واسعة النطاق:

تتطلب تحليلات البيانات الضخمة تعديلًا سريعًا على مجموعة بيانات واسعة النطاق، أي يجب معالجة كميات هائلة من البيانات في وقت محدود. ويمكن نمذجة مشكلة على أنها مشاكل تحسين. وبشكل عام، يهتم التحسين بإيجاد أفضل الحلول المتاحة لمشكلة معينة في غضون الوقت المسموح به، وقد يكون للمشكلة العديد من الحلول المثلى، والعديد منها حلول مثالية. وعادة، ستزداد صعوبة المشكلة مع زيادة عدد المتغيرات والأهداف، ولذا فالمشاكل ذات المتغيرات المتعددة، أكثر من ألف متغير، تسمى مشاكل واسعة النطاق. ولذا تعاني أساليب الذكاء الاصطناعي التقليدية من العديد من طرق التحسين والتي تسمى بـ " لعنة الأبعاد "، مما يعني أن أداؤها يتدهور بسرعة مع

زيادة أبعاد مساحة البحث. وهناك العديد من الأسباب التي تسبب هذه الظاهرة:

- مساحة حل المشكلة غالبًا ما تزداد أضعافًا مضاعفة مع بُعد المشكلة، وهناك حاجة إلى استراتيجيات بحث أكثر كفاءة لاستكشاف جميع المناطق الواعدة ضمن ميزانية زمنية معينة. ولذا يستند ذكاء السرب الحسابي التطوري على تفاعل مجموعة من الحلول. والتي من الصعب جدًا الكشف عن المناطق الواعدة أو مشهد المشكلات عن طريق عينات الحلول الصغيرة (مقارنة بعدد جميع الحلول الممكنة). وتعطي "ظاهرة الفضاء الفارغ" مثالاً على المشكلات التي تزداد صعوبة عندما يزداد البعد. ويتم زيادة عدد الحلول الممكنة أضعافا مضاعفة عند زيادة البعد. ويعتمد أداء البحث لمعظم الخوارزميات على تجربة البحث السابقة. ونظرًا لقيود الموارد الحسابية، فإن النسب المئوية لنقاط البيانات التي تم استردادها ستقترب من الصفر عندما يزداد البعد إلى عدد كبير. وهذا ما يجعل أن أداء الخوارزميات يتأثر بزيادة أبعاد المشكلات.

- قد تتغير خصائص المشكلة مع المقياس. ولذا سوف تصبح المشاكل أكثر صعوبة وتعقيدًا عندما يزداد البعد. ولذا فوظيفة Rosen-brock ، على سبيل المثال ، كأحادية الوسائط للمشكلات ثنائية الأبعاد بأن تصبح متعددة الوسائط لمشاكل الأبعاد الأعلى، وبسبب هذا التدهور في ميزات مشكلة التحسين الناتجة عن زيادة النطاق ، قد لا تكون استراتيجية البحث الناجحة سابقًا قادرة على إيجاد الحل الأمثل.

- يصعب تحديد اتجاه الحلول "الجيدة". وهنا يأخذ ذكاء السرب "تحديثًا لكل بُعد، وتقييم للأبعاد الكاملة". وهنا من الصعب جدًا أن تحدد الخوارزمية أيهما أفضل عندما يكون لكل من الحلين بعض الأجزاء الجيدة وقيم اللياقة الخاصة بهما سيئة للغاية. والسيناريو المماثل يحدث أيضًا في التحسين متعدد الأهداف. في قياس الهيمنة، حيث تكون جميع الحلول تقريبًا غير خاضعة للسيطرة عندما يكون عدد الكائنات أكبر من ١٠، في النهاية يتم تجميع التحيز.

في ذكاء السرب، يتم تحديث كل حل حسب البعد، ويتم حساب قيمة اللياقة للحل الكامل. ويعتمد تحديث الحل على مجموعة من المتجهات المتعددة، أي القيمة الحالية، والفرق بين القيمة الحالية وأفضل قيمة سابقة، وكذلك الفرق بين القيمة الحالية وأفضل قيمة للجوار، أو الفرق بين حلين عشوائيين، إلخ. في الأبعاد المنخفضة الفضاء، اتجاه تركيبة المتجه لديه احتمال كبير للإشارة إلى المستوى العالمي الأمثل ومع ذلك، فإن قياس المسافة، الذي يتم استخدامه في الفضاء ذي البعد

المنخفض، ليس فعالاً في الفضاء عالي الأبعاد. وكذلك اتجاه البحث بعيد جدًا عن المستوى العالمي الأمثل بسبب تراكم التحيز. وقد تم اقتراح العديد من الاستراتيجيات الفعالة لمشاكل التحسين عالية الأبعاد، مثل تحلل المشكلة والتعاون في المكونات الفرعية، وتكييف المقياس، وتقييمات اللياقة القائمة على البدائل.

استنادًا إلى ذكاء السرب، يمكن أن تجد طريقة فعالة لحلولًا جيدة للمشكلات واسعة النطاق، سواء فيما يتعلق بالتعقيد الزمني أو دقة النتائج، ولذا فإن عملية "الإسقاط" هي طريقة فعالة. إذ تقترح خوارزمية التجزئة الحساسة للموقع للعثور على الجيران الأقرب في الفضاء عالي الأبعاد المقترنين بالردود الصحيحة.

وتعتمد هذه الخوارزمية على وظائف التجزئة ذات "الحساسية المحلية" القوية من أجل استرداد أقرب الجيران في الفضاء الإقليمي باستخدام التصفيف دون الخطي في كمية البيانات. حيث يمكن تحويل مشكلة التنقيب عن البيانات إلى مشكلة تحسين، لأن العديد من الأبحاث تم إجراؤها على مشكلات التحسين على نطاق واسع. ويتم استخدام ذكاء السرب، وخاصة تحسين سرب الجسيمات أو خوارزميات تحسين مستعمرة النمل، في استخراج البيانات لحل المشكلات الفردية والأهداف المتعددة.

٢- معالجة البيانات الديناميكية البيانات الضخمة:

يعرف عن هذه البيانات تغيرها بسرعة كبيانات استخدام الويب للإنترنت، وكذلك معلومات حركة المرور في الوقت الفعلي، حيث تتغير كل لحظة، وهنا تحتاج الخوارزميات التحليلية إلى معالجة هذه البيانات بسرعة. ولذا توصف أحيانًا هذه البيانات بغير الثابتة أو بالبيئات الديناميكية بمرور الوقت مما يجعلها تحمل العديد من المشكلات الديناميكية. ولذا يطبق الذكاء الدافئ على نطاق واسع لحل هذه المشكلات بهدف التحسين. وغالبًا ما يتعين على الذكاء الدافئ حل مشاكل التحسين في وجود نطاق واسع بسبب عدم التيقن من حل المشكلة. وبشكل عام، يمكن تقسيم حالات عدم التيقن في المشكلات المحسَّنة إلى عدة فئات ترتبط بوظيفة الملاءمة أو البيانات المعالجة الصاخبة. وقد تتغير متغيرات التصميم و/ أو المعلمات البيئية بعد التحسين، ويجب أن تكون جودة الحل الأمثل الذي تم الحصول عليه مقاومة للتغيرات البيئية أو الانحرافات عن النقطة المثلى.

٣- التحسين متعدد الأهداف:

تم دمج مصادر مختلفة من البيانات في أبحاث البيانات الضخمة، وفي معظم مشاكل تحليلات البيانات الضخمة، يجب تلبية أكثر من هدف واحد في نفس الوقت. وفقًا لعدد الأهداف، ويمكن تقسيم

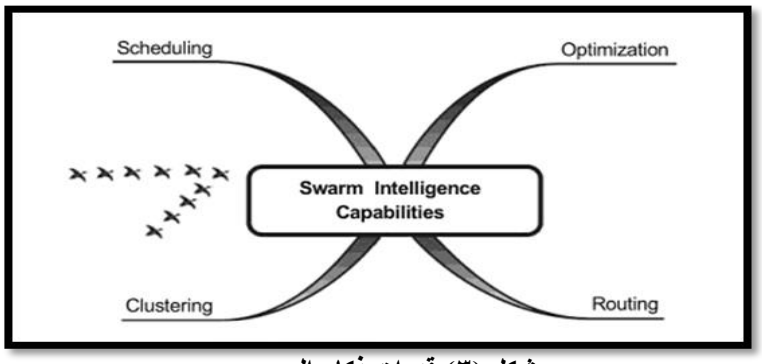
مشاكل التحسين إلى أهداف فردية ومتعددة الأهداف. فبالنسبة للمشكلات متعددة الأهداف، يتعين على تقنيات البرمجة الرياضية التقليدية إجراء سلسلة من عمليات التشغيل المنفصلة لتحقيق أهداف مختلفة. وهنا يشير التحسين متعدد الأهداف إلى مشكلات التحسين التي تتضمن هدفين أو أكثر، ويتم البحث عن مجموعة من الحلول بدلاً من واحد. ويمكن وصف مشكلة التحسين العامة متعددة الأهداف على أنها دالة متجه f التي تحدد مجموعة من معلمات n (متغيرات القرار) لمجموعة من الأهداف k. على عكس تحسين الهدف الفردي، تحتوي المشكلات متعددة الأهداف على حلول عديدة أو لا نهائية. يتكون هدف التحسين من MOP من ثلاثة أهداف:

١- يجب تقليل مسافة الحلول غير المنتظمة الناتجة عن الحل الأمثل الحقيقي؛
٢- التوزيع الجيد (الموحد في معظم الحالات) للحلول التي تم الحصول عليها مرغوب فيه؛
٣- يجب تعظيم انتشار الحلول غير المهيمنة التي تم الحصول عليها، أي لكل هدف، كما يجب تغطية مجموعة واسعة من القيم من خلال الحلول غير المسيطرة.

المجموعة المثلى. تم نزع الغرامة فيما يتعلق بمفهوم النقاط غير المحددة في الفضاء الموضوعي، حيث يمكن لأساليب الذكاء أن تحل المشكلات متعددة الأهداف بشكل فعال، ويتم دمج العديد من التقنيات الجديدة في تقنيات ذكاء السرب لحل المشكلات متعددة الأهداف مع أكثر من عشرة أهداف، حيث يكون كل حل غير مقيد بكل المشاكل. كما تتضمن هذه التقنيات التحلل الموضوعي، والتخفيض الموضوعي، والتكتل في مساحة الأهداف.

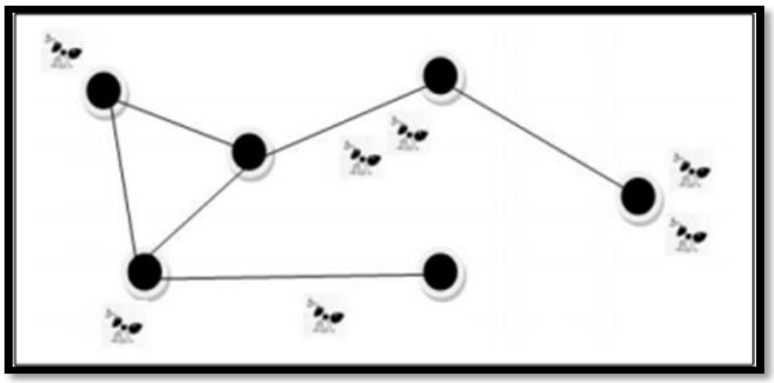
قدرات ذكاء السرب الاصطناعي:

تحددت قدرات ذكاء السرب في اربع قدرات وهي الجدولة أو ما تسمى موازنة الحمل والتجميع والتحسين والتوجيه، وفيما يلي توضيح مختصر لذلك.



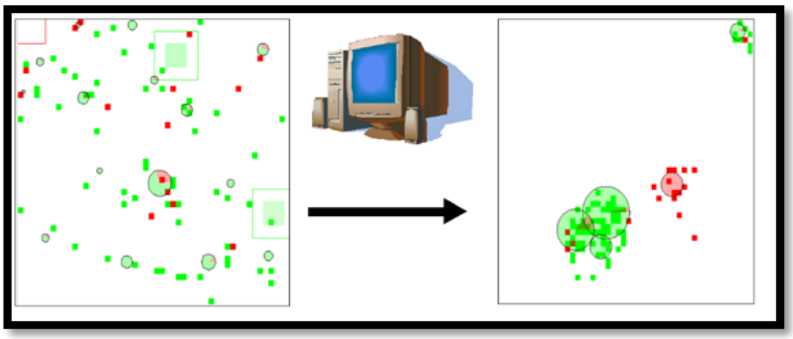
شكل (٣) قدرات ذكاء السرب

١- **الجدولة / موازنة الحمل Scheduling:** حيث تنصب هذه القدرة في التركيز على الموضع النسبي للوظيفة بدلاً من سابقتها المباشر أو خلفها المباشر في قاعدة تقييم الجدول الزمني والجمع / يتم اتباع قاعدة تقييم الفرمون.



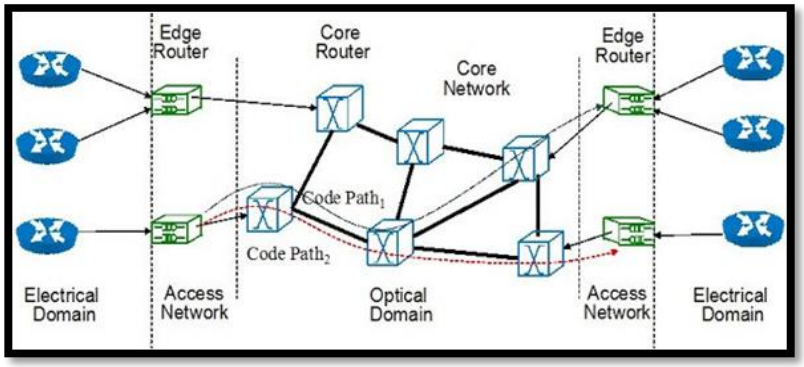
شكل (٤) موازنة تحميل مستعمرة النمل – AntZ

٢- **التجميع:Clustering هي مجموعة من العوامل المتشابهة والمختلفة عن العوامل الموجودة في المجموعات الأخرى.**



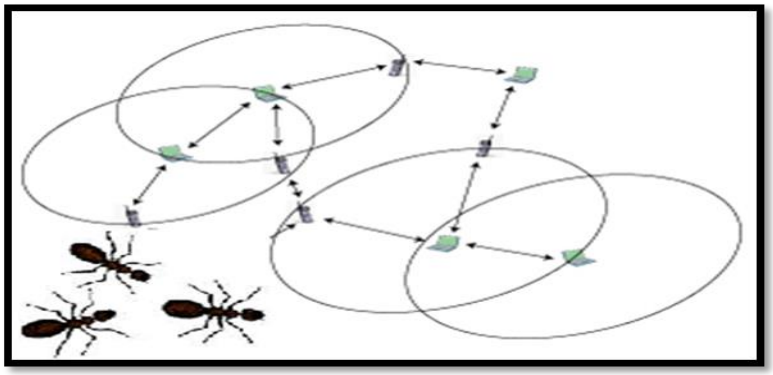
شكل(٥) تكوين عنقود من السلالة لتنظيف أعشاش النمل

٣- التحسين Optimization: هي مشكلة إيجاد الحل الأفضل مع الحد الأدنى من التكلفة من جميع الحلول الممكنة.



الشكل(٦) تحسين الشبكة الضوئية – مثال لتطبيق عملي لذكاء سرب الجسيمات

٤- التوجيه Routing: يعتمد هذا على مبدأ، أن النمل المتخلف يستخدم المعلومات المفيدة التي يجمعها النمل الأمامي في رحلته من المصدر إلى الوجهة أو الهدف.



شكل (٧) إعادة توجيه النمل المتخلف من المصدر الى الواجهة

جوانب ذكاء السرب Swarm Intelligence Aspects:

- الوصمة: حيث يتفاعل المتعلمين بشكل غير مباشر عن طريق التعديل، وهي في الأساس ترتبط بوعي بالسياق، ودورها فصل تفاعلات الوكلاء عن بعضهم البعض.
- التعاون: حيث يتعاون المتعلمين لإخراج سلوك جماعي غير حتمي ومعقد من أجل حل المهام المعقدة.
- التنظيم الذاتي: تتحدد قواعده في ردود الفعل الإيجابية (التضخيم) من أجل تعزز الحلول الأفضل بتخصيص المزيد من العوامل لها، علاوة على التركيز على ردود الفعل السلبية

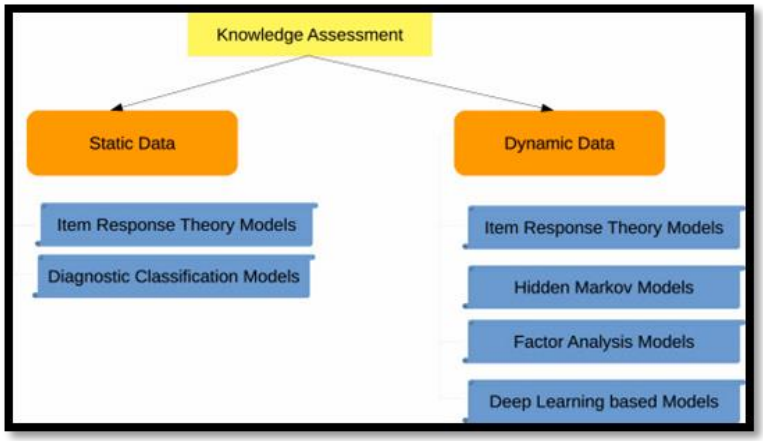
(من أجل التوازن المضاد والاستقرار)، حتى يمكن تجنب تقارب جميع الأفراد في نفس السلوك أو إلى نفس الحالة، بالإضافة الى تضخيم التقلبات العشوائية، والأخطاء، والتحرك العشوائي، وكذلك التفاعلات الاجتماعية المتعددة، كما يركز التنظيم الذاتي في أحد قواعده على التوتر المستمر بين ردود الفعل الإيجابية والسلبية ، مثل الأوتوماتا الخلوية والأسواق والشبكات المعقدة وما إلى ذلك.

- التوزيع: وفيه يختار الوكلاء أفعالهم المتجه للهدف ثم ينفذونها.
- الظهور: حيث ينشأ السلوك الذكي المعقد من العوامل البسيطة التي تتبع قواعد بسيطة، وقد يكون هذا الظهور ضعيف؛ إذ يمكن تتبع سلوك الوكيل من الخصائص الناشئة، وقد يكون الظهور قوي؛ أي لا يتبع سلوك الوكيل مباشرة من السلوك الناشئ.
- تقليد الطبيعة: حيث يتم تصميم السرب الاصطناعي بتقليد سلوك السرب الطبيعي.
- الآلية البيئية: يتفاعل المتعلمين بشكل غير مباشر مع بعضهم البعض عن طريق التعديل البيئي الذي يعمل كذاكرة خارجية، وتُعرف هذه الظاهرة باسم الوصمة Stigmergy والتي تعني التحفيز بالعمل.
- آلية التفاعل: لا توجد اتصالات مباشرة ولكن التفاعلات غير المباشرة بين العوامل من خلال التعديل البيئي المعروف باسم وصمة العار/ التحفيز من خلال العمل.
- أنشطة الوكلاء: يعتمد هذا الإجراء على الاختيار العشوائي، وهو التوازن بين نموذج بسيط للإدراك والتفاعل والنموذج العشوائي، كما يتفاعل الوكلاء ايضاً على أساس نموذج بسيط للإدراك والتفاعل، ووفقًا لذلك يدرك الأفراد خصائص البيئة ويؤثرون فيها إلى حد ما، علاوة على تحرك الوكلاء فيها (Swarm Intelligence, 2022, p.5).

أنواع البيانات داخل البيئات التعلمية الذكية:

إذا كانت البيئة التعلمية الذكية تقوم على تقديم المحتوى بواسطة مجموعة من الأدوات التقنية المعتمدة على الإنترنت والوسائط الإلكترونية، دون مراعاة لنوعية واختلاف أساليب تعلم الطلاب المستخدمين لتلك البيئات، مستندة في ذلك على كم وكيف المعلومات والبيانات المجمعة عن الفئة المستهدفة من المتعلمين داخل هذه البيئة، فإنه كلما ذادت سعة هذه البيانات وحجمها؛ كلما احتاجت المعالجة بقدر يتجاوز القدرة على معالجتها على قاعدة بيانات نموذجية أو أجهزة كمبيوتر تقليدية، كان من الضروري توفر تقنيات مختلفة ومعالجات اكثر حداثة.

ويتمثل إطار عمل البحث العام حول تقييم المعرفة داخل هذه البيئات في تحليل بيانات أداء الطالب أو نتائج العناصر في تمثيل النتيجة بشكل عام على أنها متغير ذو قيمتين، نجاح أو فشل، ولكنها قد تكون أيضًا مستمرة أو إسمية (عادل / جيد / ممتاز)، نظرًا لأننا لم نلاحظ أبدًا مكونات المعرفة (KCs) أو المهارات بشكل مباشر، فهذه الطريقة الشائعة لتقييم مدى جودة نموذج الطالب في تقييم حالة معرفة الطالب والتنبؤ بنتائج (نجاح أو فشل) تتم وفق نوعين من البيانات: ثابت وديناميكي.



شكل (٨) تقييم البيانات المعرفية بنمطيها الساكن والديناميكي

البيانات الثابتة:

هي نتائج اختبار موحدة على محتوى دورة معينة مع افتراض أن "عدم التعلم" يحدث أثناء الاختبار، وبالتالي لا تتغير حالة معرفة الطالب. كما يُعرف هذا النوع من البيانات أيضًا باسم بيانات المقطع العرضي.

كما تأتي هذه البيانات ايضاً في شكل مصفوفة ثنائية تسمى مصفوفة الاستجابة. وغالبًا ما يتم استخدام النمذجة باستخدام هذا النوع من البيانات في سياق التقييم الختامي. وذلك بهدف تقييم تعلم الطالب في نهاية الوحدة التعليمية من خلال مقارنته ببعض المعايير. ويمكن استخدام المعلومات من التقييمات النهائية بشكل شكلي لتوجيه أنشطتهم في الدورات اللاحقة. وعادةً ما يحتوي هذا النوع من البيانات على عدد قليل فقط من الردود أو لا توجد ردود مفقودة من المستجيبين (الطلاب).

البيانات الديناميكية:

النوع الثاني من البيانات هو ديناميكي، إذ يفترض أن "عدم التعلم" سيكون غير واقعي لأنظمة التدريس، حيث يحدث تعلم الطلاب أثناء استخدامهم للنظام. في مثل هذه الحالات، يجرب

الطلاب أحيانًا نفس النوع من الأسئلة عدة مرات، ربما لفترات طويلة. وهنا يسجل النظام السلوك الكامل للطلاب طوال مرحلة التعلم بأكملها. وتتضمن البيانات الديناميكية بالضرورة فكرة التسلسل. ويُعرف هذا النوع من البيانات أيضًا باسم البيانات الطولية. والنمذجة باستخدام هذا النوع من البيانات هو إجراء تتبع المعرفة وغالبًا ما تستخدم في سياق التقييم التكويني. وعادةً ما يحتوي هذا النوع من البيانات على الكثير من القيم المفقودة وفقًا لطبيعة أنظمة التدريس. وقد تم التأكيد على أربعة أشياء في التعريف للبيانات الديناميكية، وهي الاستيلاء والتخزين والإدارة والتحليل. ولا شك أن تحليلات البيانات الضخمة يعتمد على الدقة في استخراج المعرفة من هذا الكم الهائل من البيانات، بحيث يُنظر إليه على أنه معالجة وجمع للمعلومات "المفيدة" وبالتالي يمكن استرجاعها في أي وقت وبدقة عالية.

وترتكز تحليلات البيانات الضخمة في ثلاثة أجزاء: حجم كبير، مجموعة متنوعة من المصادر المختلفة، وزيادة السرعة، بحيث تكون هذه الخوارزميات فعالة في الحل مشاكل تحليل البيانات الضخمة الديناميكية بصورة واسعة النطاق.

وبصفة عامة تنقسم تحليلات البيانات إلى أربعة مكونات: التعامل مع كمية كبيرة من البيانات، التعامل مع البيانات عالية الأبعاد، والتعامل مع البيانات الديناميكية، والأهداف المتعددة، ولذا فأنه يمكن نمذجة معظم مشاكل البيانات الضخمة في العالم الحقيقي على نطاق واسع، ديناميكية، ومتعددة الأهداف.

وقد أظهر ذكاء السرب إنجازات كبيرة في هذه المشاكل. إذ يلاحظ أنه مع ذكاء السرب، تكون النتائج أكثر فعالية حيث يمكن تصميم الطرق واستخدامها في مشاكل تحليل البيانات الضخمة داخل بيات التعلم التكيفي بشكل أكثر دقة وفاعلية.

وتبدأ عملية اكتشاف المعرفة في قواعد البيانات (KDD) من خلال عملية التحويل البيانات الخام إلى معلومات مفيدة. ثم استخراج البيانات (خطوة تحليل KDD)، اي العملية التي تحاول اكتشاف معلومات (أو أنماط) مفيدة بشكل كبير مستودعات البيانات. كما يتضمن مجال التنقيب عن البيانات العديد من الحقول الفرعية، مثل تحليل التصنيف وتحليل المجموعات وتحليل الارتباط، على سبيل المثال لا الحصر (Ramson, Jino & at al., 2019, p.6).

تحليلات البيانات الضخمة:

نحن نعيش في مجتمع يحركه البيانات وخاصة البيانات الضخمة، وسيزداد هذا الامر وضوح في السنوات القليلة الماضية، ولا شك أن المرجع الحقيقي والدقيق لكافة المجالات بداية من السياسيين وصناع القرار والصحفيين وصولا الى الاطباء والتربويين يرتبط بالمعالجة المستمرة

للمواقف وتحليل البيانات المكتسبة التي تشمل مجموعة الأدوات التحليلية المتقدمة (الإحصاء، استخراج البيانات، التحليلات التنبؤية، التعلم الآلي، التعلم العميق، تعلم التعزيز) والتي يستخدمها المعلم ومن معه في البيئات التعليمية الذكية لجمع البيانات وتحليلها عن المتعلمين المترددين على البيئة التعليمية الذكية حتى توظف للكشف عن كافة البيانات اللازمة لنجاح دوره في الوصول بهذه البيئة بأعلى درجات التكييف وذلك بهدف تعزيز قيمة الإجراءات الحاسمة داخلها (خالد فرجون، ٢٠٢٢أ).

وتعرف البيانات الضخمة على أنها مجموعة البيانات التي يتجاوز حجمها القدرة على المعالجة وفق قاعدة بيانات نموذجية أو أجهزة كمبيوتر. وقد تم التأكيد على أربعة أشياء في التعريف، وهي الاستيلاء والتخزين والإدارة والتحليل. ويتم تحليلات البيانات الضخمة من خلال استخراج المعرفة تلقائيًا من كميات كبيرة من البيانات. يمكن أن يكون يُنظر إليه على أنه تعدين أو معالجة بيانات ضخمة، ويمكن للمعلومات "المفيدة" استرجاعها من مجموعة بيانات كبيرة. وتتركز في ثلاثة أجزاء: حجم كبير، مجموعة متنوعة من المصادر المختلفة، وزيادة السرعة، بحيث تكون الخوارزميات فعالة في الحل مشاكل تحليل البيانات الضخمة الديناميكية واسعة النطاق.

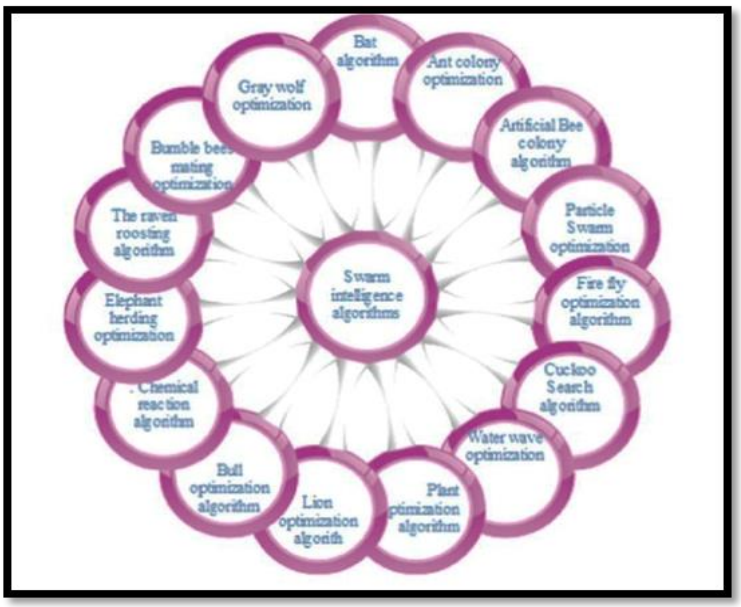
ونظرًا لأن بيانات العالم - جنبًا إلى جنب مع بيانات أي مؤسسة وفي نمو مستمر من حيث الحجم والتعقيد، فأننا بحاجة إلى طريقة لمواءمة تلك البيانات مع أهدافك التنظيمية. تدعم استراتيجية البيانات من خلال تعيين التقدم المحرز والمعالم، وتساعد على اكتشاف رؤى جديدة وزيادة الميزة التنافسية، ولا شك أن اكتشاف المعرفة في قواعد البيانات (KDD) غاية في الأهمية للمضي قدما، ويقصد باكتشاف المعرفة عملية التحويل البيانات الخام إلى معلومات مفيدة. كما أن استخراج البيانات (خطوة تحليل KDD)، هو العملية التي تحاول اكتشاف معلومات (أو أنماط) عملية مفيدة بشكل كبير لمستودعات البيانات. ولذا يتضمن مجال التنقيب عن البيانات العديد من الحقول الفرعية، مثل تحليل التصنيف وتحليل المجموعات وتحليل الارتباط. وقد تحتوي البيانات الضخمة على أنواع عديدة من البيانات غير أو شبه المهيكلة ، ولذا هناك عمليات تقنية لتحويل هذه البيانات إلى بيانات منظمة. كما أن نوع من البيانات سيحول السمة كميزة للبيانات، وبالتالي كمثال للبيانات كما سيتم تحويله الى عديد من الميزات. يشير هذا إلى أن أبعاد مشاكل تحليل البيانات الضخمة وهو أعلى بكثير من المشاكل التقليدية (Shi Cheng and at al., 2013).

يمكن أيضًا تطبيق طرق تجميع البيانات بناء على ذكاء السرب، لتحسين عاصفة الدماغ،

لنشر كل حل في مساحة البحث. كما يمكن استخدام توزيع الحلول للكشف عن الهيئة الحقيقية لمشكلة ما من خلال التحليل العنقودي للحلول، للوصول لنتائج البحث المرغوبة (Ramson, Jino & at al., 2019, p.8).

استراتيجيات ذكاء السرب الاصطناعي:

الاستراتيجية هي فن التخطيط لجملة عمليات في إطار محدد تتكامل معاً للوصول لهدف محدد، وهي ايضاً فن إدارة العمليات ويطلق عليها في الذكاء الاصطناعي بالخوارزمية والتي يرجع تسميتها إلى العالم المسلم محمد بن موسى الخوارزمي والذي كان مبدع في الرياضيات والفلك وهو الذي وضع مبادئ علم الجبر.



شكل (٩) استراتيجيات ذكاء السرب الاصطناعي

وتتكون الاستراتيجية من مجموعة من الخطوات والإجراءات المنطقية المتسلسلة التي تقوم بعملها لحل مشكلة ما أو عمل حسبة معينة، كما يمكن الإشارة اليها على انها خطة مكونة من خطوات منطقية لحل مشكلة أو عمل فكرة ما. وهي ليس لها علاقة بلغة برمجة معينة أنما هي خطوات فقط للتنفيذ ومن ثم الحصول على نتائج او مخرجات محددة Output ناتجة عن جملة من المدخلات أو المعطيات المدخلة Inputs ، فمثلا عندما يطلب منك شخص عمل تطبيق معين أو حل مشكلة معينة فأول ما تفكر به هو كتابة استراتيجية معينة لعمل هذا الحل قبل البدء بتنفيذها بواسطة (لغة برمجة) وهذه الاستراتيجية تسمىAlgorithm

١ – استراتيجية تحسين سرب الجسيمات Particle Swarm Optimization:

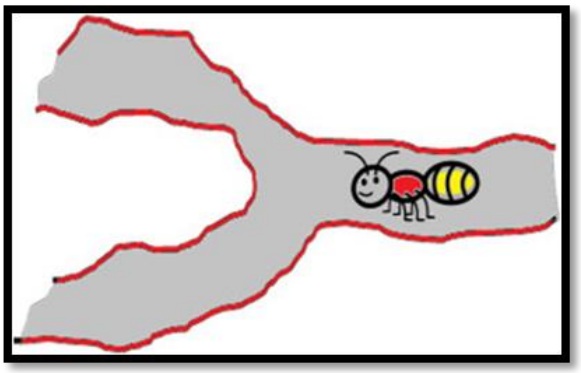
شكل (١٠) تنظيم سرب الجسيمات

- **الاستلهام: يُستوحى تحسين سرب الجسيمات من سلوك البحث الاجتماعي لبعض الحيوانات مثل سلوك حشد الطيور وسلوك تربية الأسماك.**
- **الهدف: لجعل جميع الجسيمات تحدد موقع Optima في فضاء متعدد الأبعاد، حيث يتم تعيينه مبدئيًا مع موضع عشوائي وسرعة عشوائية، ويتقدم تدريجياً نحو أفضل انتاج من خلال استخدام الاستكشاف واستغلال المواقع الجيدة والمعروفة في الفضاء.**
- **قواعد تحسين سرب الجسيمات: وتتحدد في التباعد؛ أي عدم الاصطدام في القطيع، والمحاذاة بحيث يكون على مسافة واحدة بين من امامه أو بجواره، والتماسك والذي يعني التحرك نحو متوسط موقف الجيران، علاوة على عامل الرغبة حيث يتواجد كل طائر في مناطق القطيع، للحاجة الى التعاون بين الحشود بهدف زيادة قوة العلاقة لسهولة الوصول إلى منطقة محددة.**

٢ – استراتيجية نظام النمل Ant System:

- **الاستلهام: مستوحى من التواصل الفرموني للنمل الأعمى لاتباع مسار جيد بين المستعمرة ومصدر الغذاء في البيئة، وتعرف هذه الظاهرة باسم وصمة العار. علما بأن احتمال إتباع النملة لطريق معين ليس فقط دالة على شدة الفرمون ولكن أيضًا دالة للمسافة نحو المكان المستهدف، وهي الوظيفة المعروفة بالرؤية.**
- **الهدف: الاستغلال للمعلومات السابقة، أي المعلومات القائمة على الفرمون والمعلومات الاستكشافية لإنشاء حلول مرشحة لكل منها بطريقة تدريجية احتمالية وطي المعلومات المستفادة من**

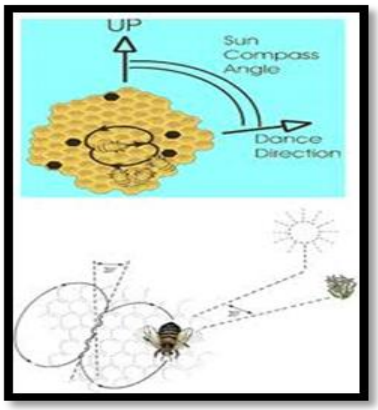
بنـاء الحلـول فـي التـاريخ. ويـتم تحديـد احتمالية اختيـار أحـد المكونـات مـن خـلال المسـاهمة التجريبيـة للمكـون فـي التكلفـة الإجماليـة للحـل ويـتم تحـديث جـودة الحـل والتـاريخ بمـا يتناسـب مـع جـودة أفضـل الحلول المعروفة.



شكل (١١) نظام النمل للوصول للهدف

٣- استراتيجية النحل :Bees Algorithm:

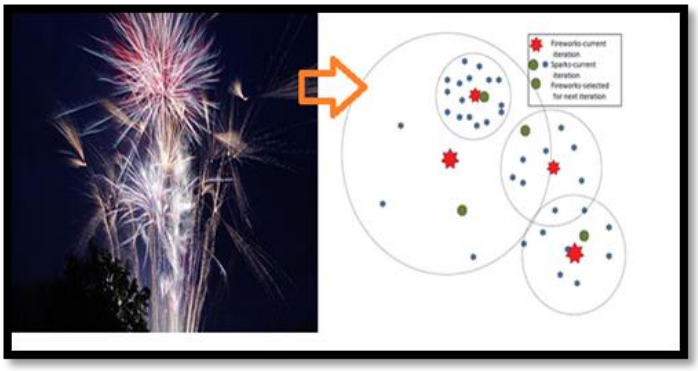
- الاستلهام: مستوحى من سلوك النحل في البحث عن الطعام، حيث ترسل الخلية النحل الكشفي لتحديد موقع الرحيق المفرز من الزهور، ثم يعود النحل المكلف إلى الخلية ويبلغ النحل الآخر بأنسب السبل من لياقة وجودة ومسافة واتجاه لمصدر الغذاء من خلال رقصة الاهتزاز.
- الهدف: تحديد واستكشاف المواقع الجيدة داخل مساحة البحث عن المشكلة، ويتم إرسال العديد من النحل الاستكشافي، بهدف تكرار البحث بصفة مستمرة للبحث عن مواقع جيدة إضافية يتم استغلالها باستمرار في تطبيق البحث داخل البيئة.



شكل (١٢) خوارزمة النحل

٤ – استراتيجية الألعاب النارية Fireworks Algorithm:

- الاستلهام: مستوحى من مراقبة انفجار الألعاب النارية.
- الهدف: تصميم آليات الحفاظ على تنوع الشرر بشكل جيد. ويمكن النظر إلى عملية انفجار الألعاب النارية على أنها بحث في الفضاء المحلي حول نقطة معينة حيث يتم إطلاق الألعاب النارية من خلال الشرر الناتج عن الانفجار.



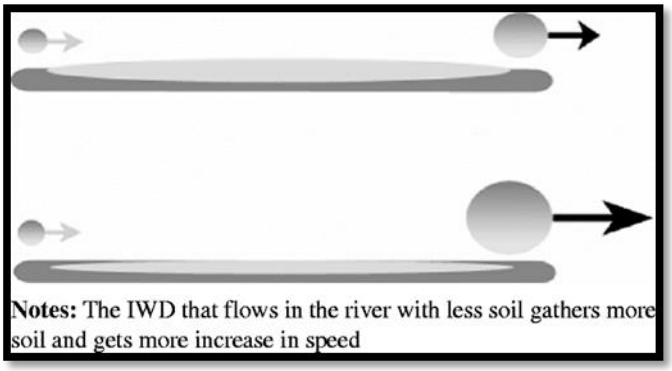
شكل (١٣) فكرة انفجار الألعاب النارية

٥ – استراتيجية ديناميكيات تكوين النهر River Formation Dynamics Algorithm:

- الاستلهام: استوحيت خوارزمية RFD من كيفية تكوين المياه للأنهار عن طريق تآكل الأرض وترسب الرواسب. ونظرًا لأن المياه تعمل على تغيير البيئة، يتم تعديل ارتفاعات الأماكن ديناميكيًا، ويتم إنشاء تدرجات متناقصة. يتبع التدرجات اللونية قطرات لاحقة لإنشاء تدرجات جديدة، وتعزيز أفضل التدرجات. من خلال القيام بذلك، يتم تقديم حلول جيدة على شكل ارتفاعات متناقصة.
- الاستعارة: تتعرض مجموعة القطرات الموضوعة عند نقطة البداية لقوة الجاذبية التي تجذبها إلى مركز الأرض. نتيجة لذلك، يتم توزيع هذه القطرات في جميع أنحاء البيئة بحثًا عن أدنى نقطة للتجمع المائي. نتيجة لذلك، تتشكل مجاري الأنهار، وغالبًا ما تحتوي على العديد من التعرجات.
- الهدف: يستخدم خوارزمة RFD هذه الفكرة في مشاكل نظرية الرسم البياني (على سبيل المثال، مشاكل العثور على الحد الأدنى من شجرة المسافة وإيجاد الحد الأدنى من الشجرة الممتدة في رسم

بيـاني متغيـر)، وإنشـاء مجموعـة مـن قطرات الوكيل التـي تتحـرك علـى الحـواف بين العقـد حسـب التـدرج المتنـاقص للعقـد واستكشاف البيئة للحصول على أفضل حل باتباع آليات التعرية وترسيب التربـة التـي تتعلق بالارتفاع المخصص لكل عقدة.

٦- استراتيجية قطرات الماء الذكية **Intelligent Water Drops:**



شكل (١٤) خوارزمة قطرات الماء الزكية

- **الاستلهام: خوارزمية قطرات الماء الذكية (IWD) المستوحاة من الأنهـار الطبيعيـة وكيـف تجـد المسـارات المثلـى تقريبًـا إلـى وجهتها. تأتي هذه المسـارات القريبـة مـن المثاليـة مـن الإجـراءات والتفـاعلات التـي تحدث بين قطرات الماء وقطرات الماء مع مجاري الأنهار.**
- **الاسـتعارة: يتحقـق ذلـك مـن خـلال ثـلاث خصـائص مهمـة لقطـرات المـاء. أولاً، السرعة التي تسمح لهم بتجميع التربة من قـاع النهـر، وبالتـالي كلمـا زادت سـرعة القطرات، زادت كمية التربة التـي تحملهـا. وبهذه الطريقة، تنظف قطرة المـاء مسـار القطـرات القادمـة. ثانيًـا، تـزداد سـرعة قطـرات المـاء علـى المسـارات ذات الحـد الأدنى من التربـة أكثـر مـن تلـك التـي بهـا تربة عالية. ثالثًا، عندما يتعين علـى قطـرة مـاء واحـدة تحديـد مسـار، فإنهـا تختـار المسار الـذي يحتـوي علـى أقل كميـة مـن التربة.**
- **الهدف: تتعـاون العديـد مـن قطـرات المـاء الاصطناعية على تغيير بيئتهـا بحيـث يـتم الكشف عـن المسـار الأمثـل باعتبـاره ذلـك المسار الذي يحتـوي علـى أقـل تربـة علـى روابطه. يتم إنشاء الحلول بشـكل تـدريجي بواسطة خوارزمية IWD.**

٧- اســـــتراتيجية البحـــــث الجاذبيـــــة **Gravitational search algorithm:**

- **الاستلهام: خوارزمية البحث عن الجاذبيـة (GSA) عبـارة عـن خوارزميـة بحـث**

عشوائية مطورة حديثًا تعتمد على الجاذبية النيوتونية - "كل جسيم في الكون يجذب كل جسيم آخر بقوة تتناسب طرديًا مع ناتج كتلها وتتناسب عكسيًا مع المربع من المسافة بينهما وبين التفاعلات الجماعية.

- الهدف: في هذا النهج، يتحدد دور الوكلاء في مجموعة من الكتل التي تتفاعل مع بعضها البعض بناءً على الجاذبية النيوتونية وقوانين الحركة التي تجذب فيها جميع الكائنات بعضها البعض بواسطة قوة الجاذبية، بينما تسبب هذه القوة حركة عامة من جميع الأشياء تجاه الأشياء ذات الكتل الأثقل. مما يجعل الكائنات الثقيلة تتوافق مع الحلول الجيدة للمشكلة.

شكل (١٥) توافق الكائنات الثقيلة مع بعضها للبحث عن الحلول الجيدة للمشكلة

٨- استراتيجية المجموعة القائمة على نظام النمل: Ant based Clustering Algorithm

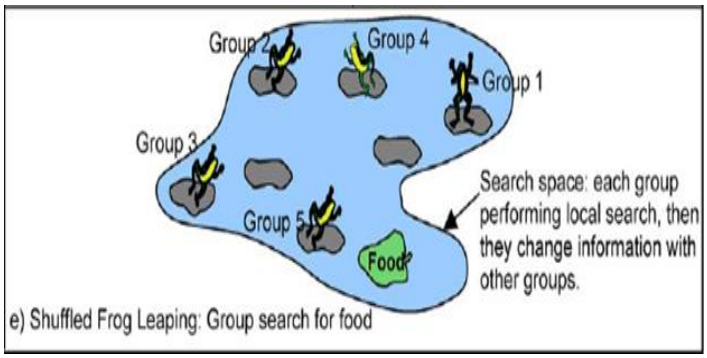
- يقوم ACO بإيجاد أقصر طريق بواسطة النمل وتجميع ACO هو إيجاد أقصر طريق بين عناصر البيانات لمجموعة بيانات معينة ليتم تجميعها. على سبيل المثال: يتم تجميع المستندات المستند إلى ACO هو العثور على المستندات الأكثر تشابهًا (أقصر طريق بين المستندات).
- نظرًا لكونها مجرد خوارزمية تجميع، فإن المجموعات القائمة على النمل تؤدي أداءً جيدًا بالمقارنة مع طرق التجميع الشائعة الأخرى للوسائل k، والتكتل الهرمي التجميعي والخرائط ذاتية التنظيم ذات البعد الواحد.

٩- استراتيجية SoS-ACO (حاسة الشم - تحسين مستعمرة النمل) SoS-ACO (Sense of Smell - Ant Colony Optimization):

الاستلهام: مستوحاة من حيوية البحث للعلاقات في الشبكات الاجتماعية في مستعمرة النمل.

- يسرع البحث عن العلاقات بين العناصر الموجودة في الشبكات الاجتماعية.
- يتضمن تحديد موقع سلسلة المرجع التي تقود من شخص إلى آخر عن طريق تسريع البحث عن المسارات بين عقدتين تنتمي إلى رسم بياني يمثل الشبكة الاجتماعية داخل البيئة.
- تعتمد خوارزمية SoS-ACO على الطريقة التي يتحرك بها النمل عندما يبحثون عن الطعام.
- يحصل تطبيق هذه الخوارزمية على الشبكات الاجتماعية الحقيقية على الاستجابة المثلى في وقت قصير جدًا (عشرات الملي ثانية).

١٠- استراتيجية قفز خلط الضفدع Shuffled Frog-Leaping:



شكل (١٦) تقنية قفز خلط الضفدع

- الاستلهام: تتضمن خوارزمية SFL مجموعة من الحلول الممكنة التي تحددها مجموعة من الضفادع المقسمة إلى مجموعات فرعية يشار إليها باسم memeplexes. وتمتلك كل مجموعة فرعية ثقافات مختلفة عن الضفادع غيرها، وكل منها يقوم ببحث داخل كل مجموعة. داخل كل memeplex ، يحمل الضفدع الفردي أفكارًا يمكن أن تتأثر بأفكار الضفادع الأخرى ، وغالبا ما تتطور هذه الافكار اثناء عملية التطور الحركي. وبعد عدد من خطوات التطور الحركي، يتم تمرير الأفكار بين كل مجموعة اثناء عملية خلط بينهم. تستمر عمليات البحث الداخلي والخلط حتى يتم استيفاء معايير التقارب لتحقيق الهدف.

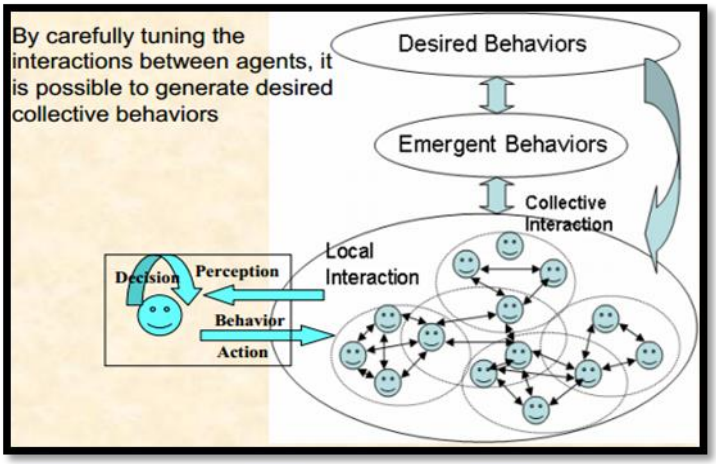
١١- استراتيجية الوقواق Cuckoo Search

استوحيت هذه الخوارزمة CS من التحسين مستوحاة من تطفل الدم الإجباري لبعض أنواع الوقواق عن طريق وضع بيضها في أعشاش الطيور المضيفة الأخرى.

Methaphor: لدى الوقواق استراتيجية تكاثر عدوانية تتضمن أن تضع الأنثى بيضها المخصب في أعشاش الأنواع الأخرى للطيور بحيث يرفع الوالدان البديلان حضنتها عن طريق الخطأ. في بعض الأحيان يتم اكتشاف بيضة الوقواق في العش المضيف، يقوم الوالدان البديلان إما برميها أو التخلي عنها وبناء حضنتها الخاصة في مكان آخر، ولكن بخلاف ذلك بمجرد فقس كتكوت الوقواق الأول، يقوم أولاً بطرد بيض المضيف عن طريق دفع البيض بشكل أعمى للخارج من العش حتى يأخذ نصيبه من الغذاء.

١٢ – الاستراتيجية التصاعدية للسلوك الهندسي لتقنية ذكاء السرب:

تبني هذه الاستراتيجية في نظام سرب العمليات على محاكاة اجتماعية معقدة من خلال تصميم وكلاء يتمتعون بالتنظيم الذاتي الفردي، علاوة على سلوكيات معقولة نفسياً لتوليد حدث اجتماعي / سلوك ناشئ، وتهدف هذه الاستراتيجية في النهاية الى سلوك عام للسرب أبسط اهدافه هو البحث عن الطعام وبناء العش والتحرك في البيئة (Swarm Intelligence, 2022, p.5).



شكل (١٧) امكانية ضبط التفاعلات بين الوكلاء بعناية، مع متابعة توليد سلوكيات جماعية مرغوبة

لغات ذكاء السرب الاصطناعي Artificial swarm Languages:

١- لغة Swarm:

- **إنها لغة برمجة حقيقية موزعة.**
- **المفهوم الأساسي وراء لغة Swarm أنه يجب علينا تحريك الحساب الرقمي، وليس البيانات.**
- **نموذج Swarm: إنها لغة قائمة على لغة stack-based ، تشبه النسخة البدائية من مترجم Java bytecode ويتم الآن تنفيذها كمكتبة Scala.**

٢- لغة StarLogo :

- **لغة برمجة وبيئة برمجة لنظام لامركزي متعدد الوكلاء.**

- هي بيئة نمذجة قابلة للبرمجة لاستكشاف عمل الأنظمة اللامركزية - اي الأنظمة التي يتم تنظيمها بدون منظم، وتنسقها بدون منسق مركزي.
- باستخدام هذه اللغة، يمكنك نمذجة (واكتساب نظرة ثاقبة) للعديد من ظواهر الحياة الواقعية، مثل قطعان الطيور ، والاختناقات المرورية ، ومستعمرات النمل ، واقتصاديات السوق، توزيع الطلاب.

٣- **لغة Growing Point Language:**

- الإلهام: مستوحى من استعارة نباتية: نقطة النمو هي موضع نشاط يمكن أن ينتشر من خلال وسيط الحوسبة غير المتبلور عن طريق نقل نشاطه من عنصر حسابي إلى عنصر مجاور، وفقًا لتأثير نقطة النمو (فرمون).
- إنها لغة برمجة لبرمجة وسيط الحوسبة غير المتبلور لتوليد أنماط معقدة للغاية ومحددة مسبقًا.
- إنها لغة برمجة تسهل التنظيم الذاتي للأنماط المعقدة المحددة مسبقًا، مثل بنية الترابط لدائرة كهربائية عشوائية.

٤- **لغة ASSL (Autonomic System Specification Language**

١- هي إطار لتحديد وتوليد الأنظمة اللاإرادية بشكل رسمي.

٢- يعد النظام اللاإرادي AS نماذج رسمية قابلة للتنفيذ مع بروتوكول التفاعل والعناصر اللاإرادية الاخرى.

٣- هي لغة مناسبة لتحديد سرب تكنولوجيا النانو المستقلة (ANTS)، ونمذجة سياسات الإدارة الذاتية لـ ANTS مثل التكوين الذاتي، والشفاء الذاتي، والجدولة الذاتية، والتكيف الذاتي الناشئ. بالإضافة إلى تطوير نماذج مواصفات لمتطلبات السلامة Swarm ANTS (Intelligence, 2022, p.4).

١) أطر ذكاء السرب الاصطناعي Artificial swarm intelligence frameworks

- إطار The Swarm Framework:

هو نظام تستخدم كخدمة للحساب الموزع في الحوسبة السحابية، كما انه لدية السعة مع العديد من الأنظمة مثل Google App Engine من إعفاء المبرمج من صعوبات التعامل مع الحوسبة السحابية.

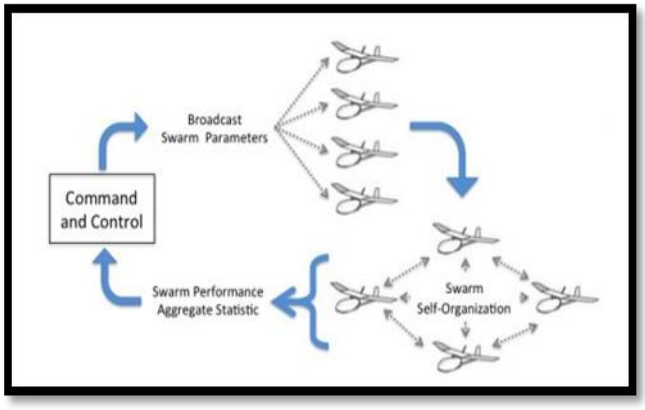
- **إطار Swarm Organ**

إطار نظري لتنظيم سرب من العوامل التي تسيطر عليها شبكة تنظيم الجينات والتي تعرض الأنسجة التكيفية مثل التنظيم.

- نظام DDDAS: يعد نظام Dynamic Data Driven Application System

١. بمثابة تطبيق ديناميكي مدفوع بالبيانات للتحكم في السرب الاصطناعي يتمتع بقدرته على دمج بيانات إضافية ديناميكيًا في التطبيق المنفذ، وفي الاتجاه المعاكس، مما يجعل قدرة التطبيق على توجيه عملية القياس ديناميكيًا.

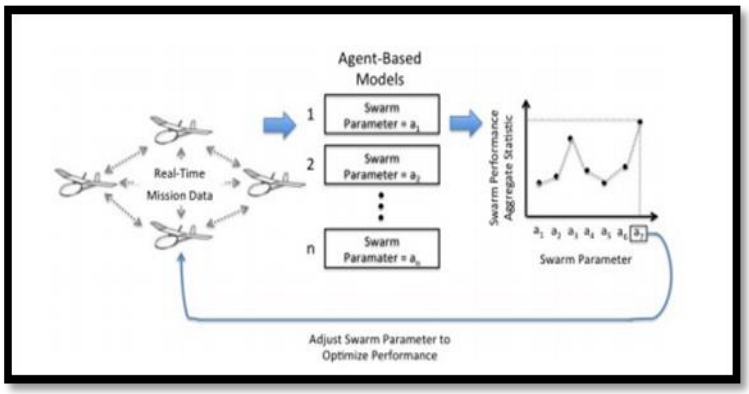
٢. تم اقتراح تصميمين للتطبيق للتحكم في تطبيق السرب عبر DDDAS: هندسة تطبيقات Swarm المدمجة مع DDDAS و DDDAS Swarm Control Framework.



شكل (١٨) التحكم في نظام السرب

٣. بناء تطبيق السرب Swarm Application Architecture: هنا تم دمج تطبيق سرب مع DDDAS للتحكم في العديد من العوامل عن طريق بث واحد أو عدد قليل من معلمات السرب ثم الإبلاغ عن أداء التطبيق إلى وحدة التحكم المركزية كإحصاء واحد مجمع.

٤. إطار عمل التحكم في سرب DDDAS Swarm Control Framework يسمح إطار DDDAS مع حلقة التحكم في التغذية المرتدة للتحكم في السرب في ضبط معلمات الوكلاء بشكل مناسب للتطبيق.



شكل (١٩) حلقة التحكم في التغذية المرتدة للتحكم في السرب في ضبط معلمات الوكلاء

يتضمن هذا الإطار بنية تطبيق السرب حيث يعمل على تحسين القدرات التحليلية والتنبؤية واتخاذ القرار لتطبيق السرب من خلال حلقة التغذية المرتدة التآزرية التي يتم تحقيقها من خلال تنفيذ نفس تطبيق السرب في عمليات محاكاة متوازية متعددة، كل منها يستخدم نفس البيانات الحقيقية مع معايير تحكم مختلفة على مستوى العامل.

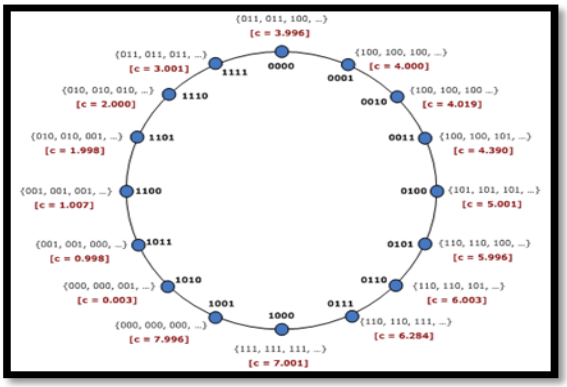
- **إطار عمل موزع لدعم تطبيقات الحشد ثلاثية الأبعاد A Distributed Framework for Supporting 3D Swarming Applications:**
  - **يدعم الاحتشاد داخل شبكات الاستشعار أثناء الطيران (سرب من المروحيات الرباعية في هذه الدراسة)، والتي تتطلب حركة منسقة في الفضاء ثلاثي الأبعاد.**
  - **تشمل تطبيقات الحشد ثلاثية الأبعاد عالية التأثير رسم الخرائط المستقلة والمسح والخدمة والمراقبة البيئية وإدارة مواقع الكوارث.**
  - **تم اقتراح إعداد عام للأجهزة للتحكم في أسراب شبكات الاستشعار أثناء الطيران من خلال الجمع بين تقنية إنترنت الأشياء (IoT) وروبوتات السرب.**
- **إطار موحد لتحليل الصور المستند إلى السرب A Unified Framework for Swarm Based Image Analysis:**
  - **إنه مجرد اقتراح ولا توجد حاليًا طريقة لتنفيذ خوارزمية سرب لتحليل الصورة.**
  - **الهدف الرئيسي هو تحقيق تصور عالمي لصورة واحدة كمجموع ناشئ من التصورات المحلية للمستعمرة بأكملها.**
  - **على عكس ACO و PSO ، يركز هذا على بناء قواعد وتفاعلات**

مختلفة للحصول على سلوك ناشئ محدد ، والذي يتم استخدامه بعد ذلك في سياق تحليل الصورة.

- إطار النمذجة العامة للسرب A General Modeling Framework for Swarm:
  - في غالبية الأبحاث التي أجريت على أنظمة السرب الذكية، تم تصميم العوامل المتحركة في السرب كعوامل تفاعلية بسيطة. حيث تشتمل نماذج الأسراب الحالية على القليل من الذكاء للاستفادة الكاملة من إمكانات الأسراب.
  - يركز تحليل نظام ذكاء السرب عادةً على ديناميكيات السرب ككل، بدلاً من ديناميكيات العوامل الفردية.

مفهوم هذا الإطار:

- مشكلة التحكم الأكثر شيوعًا في أدبيات السرب: تمت دراسة التجميع والحركة المنسقة لسرب الروبوت في هذا البحث.
- يستخدم هذا الإطار طريقتين رئيسيتين لذكاء السرب في التحسين والتحكم، وهما تحسين سرب الجسيمات (PSO) والحقول المحتملة الفنية لتجميع السرب.



الشكل (٢٠) لا يوجد ارتباط مباشر بين فهرس الأقران ويتم تخزين المفاتيح المخزنة بواسطة النظير مع كل مفتاح في نظير يكون centroid الخاص به قريبًا جدًا من قيمة هذا المفتاح

- الوتر الذاتي Self-Chord:

إطار عمل P2P مستوحى من الحيوية لنظام معلومات الشبكة الموزعة والمنظم ذاتيًا.

- يعد نظام Self-Chord يتبع P2P فهو يرث أنظمة مهيكلة تشبه Chord لبناء وصيانة تراكب الأقران، ولكنه يستمد

سلوك الاستقلالية والتنظيم الذاتي والقدرة على التكيف مع ميزات البيئة المتغيرة من خوارزميات مستوحاة من النمل لترتيب المفاتيح واكتشافها.

- يتمتع بنظام فهارس النظراء ومفاتيح الموارد غير مرتبطة، مما يفتح إمكانية إعطاء معنى دلالي للمفاتيح وتنفيذ استعلامات فئة (أو نطاق).
- يمر وكلاء الجوّال عبر حلقة الوتر ومفاتيح موارد الطلب.
- الفوائد: السلوك الديناميكي (إدارة الاضطرابات، مثل الاتصال بأقران جدد)، وكذلك موازنة الحمل، وإمكانية خدمة استعلامات النطاق، حيث يمكن تعيين قيم دلالية للمفاتيح.

- إطار So-Grid:

إنه إطار عمل P2P مستوحى من الحيوية لنظام معلومات الشبكة الموزعة والمنظم ذاتيًا.

- يتكون من مجموعة من الخوارزميات المستوحاة من الحيوية مصممة للبناء اللامركزي لنظام معلومات الشبكة الذي يتميز بخصائص التكيف والتنظيم الذاتي.
- يوفر وظيفتين رئيسيتين يتم استغلالهما بشكل مستمر ومتزامن:
  - تتم إعادة التنظيم المنطقي للموارد، المستوحى من سلوك النمل والنمل الأبيض، عن طريق نقل العناصر وجمعها داخل بيئتهم ثم فرز واصفات الموارد مكانيًا عبر الشبكة وفقًا لتصنيفهم.
  - اكتشاف الموارد، مستوحى من آلية النمل التي يبحثون فيها عن مصادر الغذاء باتباع آثار الفرمون التي خلفها النمل الآخر.
- نظام المعلومات Antare
- إنه نظام معلومات P2P مستوحى من Ant-Inspired لشبكة ذاتية التنظيم.
- إنه مصمم لنشر الموارد وإعادة تنظيمها بشكل فعال لتسريع عمليات اكتشاف الموارد في بيئة متغيرة ديناميكيًا.
- إطار عمل Myra

يهدف هذا الإطار لتحسين مستعمرة النمل وهو متعدد المنصات ومكتوب بلغة جافا (Swarm Intelligence, 2022, p. 6)

التطبيقات والشركات الصاعدة في مجال ذكاء السرب الاصطناعي:

لقد تغير مفهوم التطبيقات الذكية بسبب الاهتمام بمفهوم التحول الرقمي، حيث تكاملت معه النظم الذكية المعدة مسبقاً، والتي تطلبت معها توفير قنوات جديدة من العائدات تعتمد على التواصل البيني للآلات والإنسان احياناً؛ رغبة في زيادة دقة

مخرجات المؤسسات التي تسعى للتطوير والتي تتمثل في جودة مخرجاتها (خالد فرجون، ٢٠٢٢ب)، وبدأت في الآونة القريبة توظيف تطبيقات ذكاء السرب في بناء البيانات الضخمة لبيئات التواصل الاجتماعي وفق تقنيات ذكاء الأسراب، مما جعل هذه التطبيقات أكثر فعالية، إذ يمكن أن توظف في حل مشاكل العالم الحقيقي، ويعد نظام النقل الذكي وشبكات الاستشعار اللاسلكية مثالين نموذجيين لذلك.

فيما يتعلق بنظام النقل الذكي للمواصلات، فقد وظفت هذه التقنية في حل مشاكل المرور في العديد من المدن داخل الولايات المتحدة ودول اوروبا. حيث تبين أن نظام المرور والمواصلات يتأثر بعدة عوامل مثل عدد المركبات والطقس والحوادث، وما إلى ذلك، وتتغير معلومات المرور في الوقت الفعلي. ولذا فكان الغرض من النقل الذكي هو بناء حركة مرور أكثر سرعة وأمانًا وفعالية وأنظمة النقل من خلال إنشاء المركبات الذكية وبيئة الطرق. وهناك أكثر من هدف واحد يجب أن يكون راضيا في نفس الوقت في أنظمة النقل الذكية، على سبيل المثال، النقل السريع، والتلوث البيئي، وجدولة النقل؛ والعديد من هذه الأهداف تتعارض مع بعضها البعض.

فيما يتعلق بالمثال الثاني وهو "شبكات الاستشعار اللاسلكية"، فقد وظفت تقنية ذكاء السرب في تحول العالم المادي إلى ملف لنوع من نظام المعلومات، حيث يتم نقل المعلومات في هذه الشبكة من خلال تقنيات الاتصال. ويمكن جمع معلومات العالم المادي من شبكات الاستشعار تقريبًا في أي مكان وفي أي وقت.

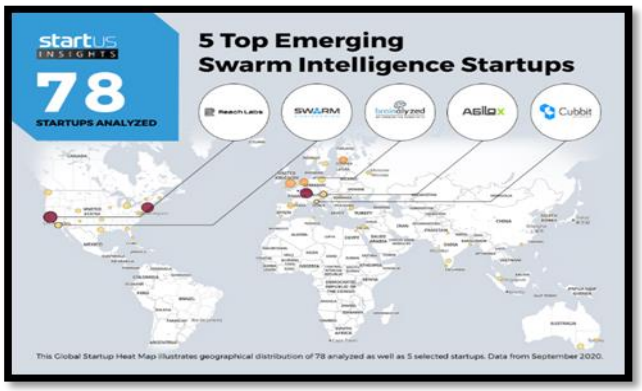
وصفة عامة فأن شبكات الاستشعار وتقنيات الاتصال تعتمد على تقنية إنترنت الأشياء. وقد تم تطبيق شبكات الاستشعار اللاسلكية على العديد من مشاكل العالم الحقيقي، مثل المراقبة البيئية، ومراقبة النقل، والمسح الهندسي، والرقابة الصناعية، على سبيل المثال لا الحصر. ومن ثم ستكون البيانات الضخمة التي تم إنشاؤها من نظام شبكة الاستشعار اللاسلكية على المدى الطويل و/ أو واسع النطاق ووفق تقنية ذكاء السرب وسيلة مناسبة لتحليل البيانات وتقديمها في أسرع وقت للتعامل مع هذه البيانات، وللحصول على معلومات "مفيدة".

ولقد أظهرت هذه التقنية إنجازات كبيرة في حل المشكلات واسعة النطاق والديناميكية ومتعددة الأهداف. ولذا يمكن معها في الآونة القريبة، أن تكون من أكثر الأساليب سرعة وفعالية مصممة لحل مشاكل تحليلات البيانات الضخمة داخل بيئات التعلم التكيفي.

وقد استخدمت منصة StartUs Insights Discovery في تغطيت أكثر من ١,٣٧٩,٠٠٠ شركة ناشئة وتوسع عالميًا، نظرنا

إلى الابتكار في مجال الذكاء الاصطناعي، حددت ٧٨ حلًا ذا صلة واخترنا خمس من هذه الشركات بناءً على نهج استكشاف الشركات الناشئة المستند إلى البيانات، مع مراعاة عوامل مثل الموقع وسنة التأسيس وأهمية التكنولوجيا، من بين أمور أخرى. اعتمادًا على معاييرك المحددة، قد تبدو أفضل الاختيارات مختلفة تمامًا.

وتسلط الخريطة الحرارية العالمية لبدء التشغيل أدناه الضوء على ٥ شركات ناشئة وشركات تعمل على تطوير حلول ذكاء الأسراب المبتكرة. علاوة على ذلك، تكشف خريطة Heat Map عن المناطق التي تلاحظ نشاطًا عاليًا لبدء التشغيل وتوضح التوزيع الجغرافي لجميع الشركات الـ ٧٨ التي قمنا بتحليلها لهذا الموضوع المحدد.



شكل (٢١) الشركات الناشئة في مجال ذكاء السرب الاصطناعي

١- شركة Reach Labs

مع نمو إنترنت الأشياء، فإن الأجهزة الذكية المتصلة عبر الشبكات اللاسلكية آخذة في الارتفاع أيضًا. غالبًا ما تستخدم الأجهزة الموجودة في نفس الشبكة المحلية تقنيات وبنيات مختلفة لتنفيذ هدف واحد. تعمل خوارزميات ذكاء الحشود على تحسين تدفق المعلومات في مثل هذه الشبكات وتجعلها أكثر قوة.

وتعد شركةReach Labs من الشركات الناشئة ومقرها الولايات المتحدة تعمل على إيجاد حلول للاتصالات اللاسلكية بعيدة المدى. تحدد الخوارزميات الخاصة بالشركة الناشئة المسارات المثلى لتوصيل الطاقة إلى أجهزة متعددة في وقت واحد. تقدم الشركة الناشئة حلاً ذكاءً سربًا للأدوات الكبيرة كثيفة الاستهلاك للطاقة. يخدم هذا الحل أيضًا التطبيقات التي تستخدم أسرابًا من المركبات المستقلة أو الطائرات بدون طيار أو الروبوتات الصناعية.

٢- شركة هندسة الأسراب Swarm Engineering وتحسين العمليات:

يشير ذكاء السرب إلى مجموعة من الحلول المستوحاة من الطبيعة في الذكاء

الاصطناعي التي تحاكي عملية صنع القرار للأسراب. تجمع هذه الحلول بين مدخلات من عدد كبير من الوكلاء اللامركزين والمنظمين ذاتيًا. من خلال توفير السرعة والقوة والقابلية للتوسع، تجد خوارزميات ذكاء السرب تطبيقات التحسين والتوجيه في صناعات مختلفة، مثل ثورة الاتصالات والصناعة الرابعة.

هي شركة ناشئة مقرها الولايات المتحدة تستخدم ذكاء السرب لتحسين العملية دون الاعتماد على التحكم المستند إلى السحابة. خوارزميات التعلم الآلي الخاصة بالشركة الناشئة لحل المشكلات الاندماجية، مثل الحمل أو الطلب أو تخطيط الإنتاج. تقوم Swarm بتحسين كل وظيفة بشكل مستقل وتربطها لاحقًا في حل شامل. لتخطيط الحمل، فإنه يستخدم خوارزميات توجيه متعددة المركبات تعمل ضمن قيود الوقت والسعة.

٣- شركة التنبؤ المالي Brainalyzed

تعمل الشركات الناشئة على حلول تحسين السرب التي تجمع بين الذكاء البشري والذكاء الاصطناعي للتنبؤ بالأحداث. يعمل ذكاء السرب على تضخيم دقة التنبؤات الفردية، مما يتيح تقديرات أفضل لقرارات العمل. تساعد ميزة Swarm Intelligence كذلك تجار التجزئة والمستثمرين على تحسين توقعاتهم بشأن المبيعات وحركات السوق، على التوالي.

هي شركة ألمانية ناشئة تقدم منصة AI مؤسسية لذكاء الأسراب. بالنسبة لعملاء التكنولوجيا المالية، يتيح الحل زيادة الأرباح والتنبؤ بحركات السوق. تجمع منصة الشركة الناشئة بين ذكاء السرب الاصطناعي وتحليلات البيانات لتحسين عملية اتخاذ القرار. يكتشف الحل أيضًا حالات الشذوذ في مجموعة من الصناعات، بما في ذلك التصنيع والطاقة والاتصالات.

٤- شركة اللوجيستيات AGILOX

تستخدم المستودعات الطائرات بدون طيار والمركبات الموجهة لأتمتة الكثير من العمليات مثل الفرز والاختيار والمكان والتعبئة. يلغي ذكاء السرب الحاجة إلى مشغل مركزي مع تحسين الاتصال بين المركبات الآلية. تبادل المعلومات في الوقت الحقيقي يجعل اللوجيستيات الداخلية أسرع وأكثر كفاءة.

تستخدم الشركة النمساوية الناشئة AGILOX ذكاء الأسراب لتطوير المركبات الموجهة الآلية (AGVs). تتواصل المركبات اللوجستية الذكية مع بعضها البعض دون نظام تحكم خارجي. يتيح الحل توزيع النظام الديناميكي وإعادة التوزيع حسب السياق لزيادة الكفاءة. تقوم مركبات AGILOX أيضًا بإعادة تجهيز نفسها تلقائيًا لخدمة أغراض مختلفة.

٥- شركة التخزين السحابي Cubbit :

تسهل الشركة ذكاء Swarm التفاعلات الديناميكية بين الأجهزة أو الأنظمة المختلفة عبر بنية أساسية مشتركة. يشجع ذلك على استخدامه في تطبيقات إنترنت الأشياء (IoT)، مثل السيارات أو الآلات المترابطة والحوسبة الموزعة. غالبًا ما يكون ذكاء السرب، وبالتالي أداءه، أعلى بكثير من مجموع الأجزاء الفردية. وقد طورت شركة Cubbit الإيطالية الناشئة تقنية موزعة للتخزين السحابي. وتستخدم الشركة الناشئة ذكاء السرب لتوفير السرعة والخصوصية، حيث تعمل كل خلية Cubbit كعقدة في سرب. تتيح شبكة نظير إلى نظير (P2P) لخلايا Cubbit تخزين سحابي آمن للغاية ومستدام وتعاوني. علاوة على ذلك، فإن تكلفة صيانة هذه الأنظمة أقل بكثير مقارنة بمراكز البيانات التقليدية (StartUs insights, 2022) .

تحديات تحليل البيانات وفق الذكاء الاصطناعي الإنساني:

هناك عدد من السلبيات في تقنية الذكاء الاصطناعي الانساني عند توظيفه في جمع البيانات من هنا جاءت صعوبة التنبؤ بالسلوك من القواعد الفردية، ولا يمكن الحكم على وظائف البيئة بأكملها من خلال أخذ متعلم كمثال فردي للحكم على الأداء العام، علاوة على ما تحمله هذه التقنية من حساسية عالية حيث أن التغيير البسيط في القواعد البسيطة ينتج عنه سلوك مختلف على مستوى المجموعة، كما أن هناك بعض المؤثرات في الإجراء، إذ يبدو سلوك الوكيل غير منتظم ويشبه الضجيج عند الاختيار عشوائي.

نظراً لما تمثله تحليلات البيانات من دور هام في نجاح البيات التكيفية ومن ثم لفت انتباه المزيد من الباحثين، لكونها تمثل حجر الأساس لنجاح البحث في البيانات لنجاح دور البيئات الذكية، إلا ان "لعنة الأبعاد" في التقنيات التقليدية صاحبها تدهور في الأداء عند زيادة أبعاد مساحة البحث. كما تعاني تحليلات زيادة كمية البيانات أيضًا من هذه المشكلة، حيث يلاحظ أن التعامل على نطاق واسع البيانات ذات الأداء الجيد في وقت محدود يشكل صعوبة بمرور الوقت عند ازدياد محتوى البيانات، خاصة عند التغير المستمر لتحليلات البيانات بمرور الوقت، مما يستلزم على الخوارزمية قادرتها على التعامل بقدرة عالية مع البيانات المتغيرة الديناميكي، وضبط هدف تحليل البيانات بأسرع وقت، خاصة عند وصول البيانات من مصادر مختلفة في مجموعة البيانات الكبيرة. خاصة عندما يتطلب التحليل تلبية أكثر من هدف واحد في نفس الوقت ومع مجموعة من البيانات الكبيرة. ولذا لا يمكن تطبيق التقنيات التقليدية إلا على الوظائف المستمرة والقابلة للتفاضل، كما يجب أن تؤدي سلسلة من عمليات التشغيل المنفصلة لتلبية احتياجات مختلفة الأهداف.

ومن ثم يعتبر ذكاء السرب خير تقنية لنجاح البيئات التكيفية لسعته في تكامل مجموعة من تقنيات البحث والتحسين. للبحث معا في مجال المشكلة، حيث تقوم خوارزمية ذكاء السرب بمعالجة مجموعة من الأفراد، وهذا ما تعجز نه الخوارزميات التقليدية القائمة على نقطة واحدة مثل كخوارزميات "تسلق التلال"، بينما يلاحظ أن خوارزمية ذكاء سرب تعتمد على قائمة على الافراد، والتي تتكون من مجموعة من النقاط (عدد الطلاب)، حيث يمثل كل فرد حلاً محتملاً للمشكلة التي يتم تحسينها. ولذا فمن المتوقع أن يكون لدى عدد الأفراد ميل كبير للتحرك نحو تكرار مناطق الحل الأفضل والأفضل عبر التكرار من خلال التعاون و/ أو المنافسة فيما بينهم.

ومع ذلك وحتى ينجح ذكاء السرب في جمع البيانات يجب:

- **استخدام ذكاء السرب من قبل أي عمل أو سبب اجتماعي. فهو يمنح مستخدميه ميزة كفاءة التكلفة.**
- **تظهر ذكاء السرب عندما يتحد الأفراد في قضية ما.**
- **يمنح ذكاء السرب مميزاته عندما يتحد الأفراد في قضية ما بشرط أن يكون الهدف محددًا بوضوح، ويُنظر إليه على الفور على أنه قابل للتحقيق، ويلمس الأفراد المستعدين للقفز فيه دون طلب إذن من أي شخص ويحث الأفراد على إطلاق النار.**
- **يزيد من تحسين الشعور بالسرعة والثقة وقابلية التوسع.**
- **يزيد من رغبة الافراد في ببناء تواصل لتدعيمه.**
- **يعمل على توزيع مسئوليات صغيرة على الافراد وعدم وجود مركزية لامركزية في التوزيع.**
- **يزيد من تنفيذ المقاربات المختلفة بالتوازي.**
- **يجعل البيئة التعليمية مليئة بالمرح (Swarm Intelligence, 2022).**

المراجع:

- **خـالـد محمد فـرجـون(٢٠٢٢أ). التّمكين القيادي للمعلـم فـي البيئـات التعلميـة الذكيـة، ورقـة عمـل مقدمـة المـؤتمر العلمـي الحـادي عشـر (محليًـا) -التاسـع (دوليًـا) للجمعيـة المصـرية للكمبيـوتر التعليمـي بعنـوان : تكنولوجيا التعلـيم وتطـوير بـرامج ومؤسسـات إعـداد المعلـم فـي الفتـرة مـن السـبت ٢٤ يوليـو ٢٠٢١ إلـى الأربعاء ٢٨ يوليو ٢٠٢١، منشور في المجلة العلمية للجمعية المصرية للكمبيـوتر التعليمـي، المجلـد (١٠) ع ١، مسلسل العدد (١٩)، يونيو ٢٠٢٢.**
- **.....(٢٠٢٢ب). توظيف الوشم الالكتروني لإثراء تحليلات الـتعلم داخـل البيئـات الذكيـة، ورقـة عمـل مقدمـة للمـؤتمر العلمـي الثـاني عشـر (محليـاً) – العاشـر (دوليـاً) تكنولوجيـا التعلـيم والثـورات الصـناعية المعاصرة في الفترة من الاحد ٢٤-٢٥ يوليو ٢٠٢٢ المنعقد بمدينة ببورسعيد – مصر.**
- **.....(٢٠٢٢ج). ذكـاء الســرب الاصطناعي في البيئات التعلمية التكيـفـية ورقة عمل مقدمة للمؤتمر العلمي العشرون والـدولي الثالـث بعنـوان: "مسـتقبل إعـداد المعلـم فـي ضـوء متغيـرات الثـورة الصـناعية: الرابعة والخامسة في الفترة من ١٢-١٣ أكتوبر ٢٠٢٢"**
- **Louis Rosenberg Unanimous A.I.(2016), Artificial Swarm Intelligence, a Human-in-the-Loop Approach to A.I., Artificial Swarm Intelligence, a Human-in-the-Loop Approach to A.I., Home /Archives /Vol. 30 No. 1 (2016): Thirtieth AAAI Conference on Artificial Intelligence / Demonstrations. . Retrieved from: https://ojs.aaai.org/index.php/AAAI/article/view/9833**
- **Ramson, Jino & at al. (2019). Nature Inspired Optimization Techniques for Image Processing—A Short Review, In book: Nature Inspired Optimization Techniques for Image Processing Applications, Project: Simple-Link Sensor Network- Based Remote Monitoring of Multiple Patients, January 2019, Intelligent Systems Reference Library, DOI: 10.1007/978-3-319-96002-9_5 , Retrieved for: https://www.researchgate.net/publication/327778140_Nature_Inspired_Optimization_Techniques_for_Image_Processing-A_Short_Review**

- **Shi Cheng and at al. (2013). Swarm Intelligence in Big Data Analytics, Conference: International Conference on Intelligent Data Engineering and Automated Learning, Retrieved from: (1) (PDF) Swarm Intelligence in Big Data Analytics (researchgate.net).**
- **StartUs insights (2022). Top Emerging Swarm Intelligence Startups Retrieved from: https://www.startus-insights.com/innovators-guide/5-top-emerging-swarm-intelligence-startups/**
- **Swarm Intelligence (2022). Retrieved from: https //www.techferry.com/articles/swarm-intelligence.html**
- **Warnock, Charles (2020). Does Swarm Artificial Intelligence Help Humans Make Smarter, Faster Decisions? Artificial Intelligence, Data analytics, Predictive analytics, Swarm Artificial Intelligence. Retrieved from: https://contentmarketingfactory.com/swarm-artificial-intelligence-smarter-decisions/**

تم بحمد لله