# تطوير استراتيجيات الدفاع الجوي باستخدام تقنيات التنقيب عن البيانات

**د. كندة أبو قاسم***

**د. يامن عيسى****

**علاء سلمان محرز*****

**(تاريخ الإيداع 3 / 2 / 2021. قُبِل للنشر في 20/ 6 / 2021)**

## □ ملخّص □

يناقش هذا البحث تطوير استراتيجيات الدفاع الجوي من خلال تجميع المعلومات الخاصة بعمل المنظومات المرتبطة بالقيادة، وذلك عن طريق تصميم نظام دعم قرار يقوم بالمعالجة الآنية للمعلومات التي يتم استقبالها من قبل مركز القيادة وذلك لمساعدة القائد في اتخاذ القرار الصحيح المحتاج للدقة والسرعة، وللعمليات الحسابية المعقدة.

تم الاعتماد على مركز راداري كمصدر لمعلومات الأهداف الجوية (طيران حربي– صواريخ)، وتمت الدراسة من أجل ثلاثة أنواع مختلفة من منظومات الدفاع الجوي.

يقوم النظام بعرض النتائج على شاشة القائد، و التي تتضمن القرار الخاص بتحديد المنظومة الصاروخية المناسبة للتعامل مع الهدف الجوي، وجميع المعلومات الخاصة بالعمل القتالي، كما يتم تخزينها في قاعدة بيانات.

بعد عملية تجميع البيانات قمنا بتصميم نموذج لاكتشاف المعرفة باستخدام التنقيب عن البيانات، وذلك بتطبيق خوارزمية العنقدة k-means على مجموعة البيانات التي تم بناؤها، وتم إجراء عدة تجارب مع قيم مختلفة لـ k، وذلك بهدف الوصول إلى أقل خطأ تربيعيٍّ وعدد كافٍ من العناقيد، بحيث تمكّنا من الحصول على معلومات مفيدة.

إنَّ نتائج تجارب العنقدة أظهرت نسبة فعالية المنظومات المشمولة بالدراسة، هذه النتائج تساعد القادة في اتخاذ إجراءات تزيد من فعالية المنظومات، وتطور استراتيجية عمل الدفاع الجوي.

**الكلمات المفتاحية:** نظام دعم قرار، تنقيب عن البيانات، خوارزميات العنقدة، منظومات دفاع جوي.

* أستاذ مساعد–قسم الحاسبات والتحكم الآلي–كلية الهندسة الميكانيكية والكهربائية–جامعة تشرين–اللاذقية–سورية.
ki.abokassem@gmail. com

**مدرس– قسم هندسة الاتصالات والالكترونيات–كلية الهندسة الميكانيكية والكهربائية–جامعة تشرين–اللاذقية–سورية.
issayamen@yahoo. com

***طالب دراسات عليا(ماجستير)–قسم الحاسبات والتحكم الآلي–كلية الهندسة الميكانيكية والكهربائية–جامعة تشرين–اللاذقية–سورية.
alaaslman255@gmail. com

# Developing Air Defense Strategies Using Data Mining Techniques

**Dr. Kinda Abu Kassem***
**Dr. Yamen Issa ****
**Alaa Mehreze*****

**(Received 3 / 2 / 2021. Accepted 20 / 6 / 2021)**

## □ ABSTRACT □

This paper discusses the development of air defense strategies by gathering information on battalions' action that communicates with the Headquarter and that is by designing a decision support system that processes the real-time information received by the Headquarter this is to help the leader in making the right decision, which needs accuracy, speed and complex calculations.

The radar center was relied upon as a source for air target information (Warplanes – missiles) the study was conducted for three different types of air defense battalions.

The system displays the results on the commander's screen, which includes the decision to select the appropriate battalion to deal with the air target and all information related to the combat work as it is stored in a database.

After the data collection process we designed a knowledge discovery model using data mining by applying the k-means cluster algorithm to the generated dataset ,Where several experiments were performed with different values of k in order to reach the lowest square error and a sufficient number of clusters so that we were able to obtain useful information.

The results of the cluster trials showed the effectiveness of the battalions, these results help the commanders to take measures that increase the effectiveness of the battalions and to develop an air defense works strategy.

**Keywords:** Decision support system, Data Mining, Clustering algorithm, Air defense systems**.**

***Associate Professor, Department of Computer Engineering and Automatic Control, Faculty of Mechanical and Electrical Engineering, Tishreen University, Lattakia, Syria.**
**ki.abokassem@gmail. com**
****** **Assistant Professor, Department of Communication Engineering, Faculty of Mechanical and Electrical Engineering, University of Tishreen, Lattakia, Syria.issayamen@yahoo. com**
******* **Postgraduate Student (Master), Department of Computer Engineering and Automatic Control, Faculty of Mechanical and Electrical Engineering, Tishreen University, Lattakia, Syria.**
**alaaslman255@gmail. com**.

## مقدمة:

إن تبني التطورات الحديثة في تكنولوجيا المعلومات الحديثة في المجال العسكري أصبح ضرورة وخاصة في ظروف المعركة الحديثة، حيث أن معظم الدول المتقدمة تتجه نحو تطوير قدراتها العسكرية. وتعتبر منظومات الدفاع الجوي أهم مكونات المعركة الحديثة، فهي بمثابة العيون التي تراقب السماء وترصد حركة طيران العدو، حيث أن كل منظومة تعمل وترصد باتجاه معين. وانطلاقاً من أهمية هذه المنظومات، ودورها في المعركة الحديثة، جاء التفكير بالعمل على الاستفادة من تطور تكنولوجيا المعلومات لبحث إمكانية تطوير عمل منظومات الدفاع الجوي من خلال:

- تجميع المعلومات التي تعتمد عليها منظومات الدفاع الجوي في عملها، باستخدام نظام دعم قرار موجه بالبيانات.
- استكشاف المعرفة الكامنة في المعلومات الخاصة بالتعامل مع الأهداف، والتوصل إلى استنتاجات ومعلومات مفيدة.

**الدراسات المرجعية:**

توجد العديد من الدراسات لاقتراح نماذج لنظم دعم القرار منها:

- اقتراح نموذج تطبيقي لنظام دعم القرار الموجه بالبيانات قائم على نظام المعلومات الجغرافية للتخطيط لسياسة النقل المدني حيث تم اعتماد نظام المعلومات الجغرافية كمصدر بيانات للنظام المقترح. تم وضع نماذج رياضية لتخصيص حركة المرور وتقدير استهلاك الطاقة وعرض نتائج النماذج من خلال خرائط وأشكال ورسومات بيانية [1].
- اقتراح نموذج تجريبي لنظام دعم قرار خاص بالطيارين المقاتلين (الطيران العسكري) يعمل في قمرة القيادة على الطائرة المقاتلة. تم ربط النظام مع 6 أنظمة فرعية كمصادر للمعلومات أهمها نظام رادار أرضي للتوجيه ونظام استشعار ونظام خاص بالطقس والعوامل الجوية [2].
- اقتراح نموذج تطبيقي لنظام دعم القرار لتحديد مواقع الأسلحة والرادار لنقطة دفاع جوي ثابتة وذلك من خلال تصميم نموذج رياضي من أجل اختبار النقاط المناسبة لتغطية الرادار وتمركز السلاح بنفس الوقت ونموذج رياضي لتحديد الارتفاعات بشكل رقمي [3].
- اقتراح نموذج لنظام دعم القرار الطبي بالوقت الحقيقي من خلال التنقيب بتدفق البيانات الطبية وذلك باستخدام خوارزمية شجرة القرار السريعة جداً (VFDT) وذلك لتحليل البيانات بدقة وسرعة [4].
- اقتراح نموذج تطبيقي للإدارة الذكية للموارد البشرية يستند إلى التنقيب في المعطيات لمعالجة عينة البيانات التي تم جمعها، حيث تم استخدام خوارزمية العنقدة K-means كأداة للتنقيب عن البيانات[5].
- تحديد الطريقة المناسبة لمعرفة عدد العناقيد عند استخدام خوارزمية K-means، بحيث تكون نتائج العنقدة أفضل ما يمكن. تبين من خلال الدراسة أن طريقة Elbow هي الخيار الأفضل[6].
- استخدام الذكاء الصنعي لدعم اتخاذ القرار في أنظمة القيادة والسيطرة، حيث تم استخدام تقنيات التنقيب في المعطيات في مرحلة التحليل الخاصة بنظام القيادة والسيطرة (البحث عن المعلومات، تجميع المعلومات، اكتشاف الحالات الشاذة في المعلومات)، كما تم دمج المحاكاة عالية المستوى مع أساليب الذكاء الصنعي لمساعدة القائد على اكتشاف وتقييم المزيد من بدائل الإجراءات، وبالتالي إدارة العملية بشكل استباقي[7].

تباينت الدراسات المرجعية بين دراسات استقصائية ودراسات بحثية ودراسات تطبيقية اشتركت جميعها بإبراز أهمية ودور نظم دعم القرار في الميادين العملية والتطبيقية سواء الطبية أو العسكرية.

## أهمية البحث وأهدافه:

يعدُّ هذا البحث مهماً جداً من الناحية العسكرية لما له من فوائد في تطوير أسلوب القيادة واعتماد الأساليب التقنية الحديثة في المجال العسكري وذلك باقتراح نماذج تطبيقية تعتمد على تقنيات حديثة في اكتشاف المعرفة وإمكانية تطويرها والاستفادة منها في تطوير العمل القتالي.

ويهدف البحث إلى:

- اكتشاف المعرفة في البيانات الخاصة بالأهداف الجوية ومنظومات الدفاع الجوي والتي تم جمعها ومعالجتها من خلال نظام دعم قرار تم تصميمه.
- تقديم التوصيات اللازمة لتعزيز دور نظم دعم القرار وأدوات استكشاف المعرفة من البيانات في تطوير جودة قرار القائد بناء على نتائج البحث.

## طرائق البحث ومواده:

إن المهمة الأساسية للدفاع الجوي هي تدمير الأهداف الجوية المعادية(صواريخ – طائرات)، ودورة العمل ضمن أية منظومة دفاع جوي متكاملة تبدأ من لحظة اكتشاف الأهداف الجوية وصولاً لاتخاذ القرار بالتعامل معه، ويمكن تلخيصها بالمراحل الآتية[8][9]:

**المرحلة الأولى:** تبدأ من محطات الرادار، حيث يتم رصد الأهداف الجوية إحداثيات كل هدف ونوعيته(معادي–صديق) وترقيم هذه الأهداف بأرقام مختلفة، ومن ثم إرسال هذه المعلومات إلى مركز القيادة الخاص بالدفاع الجوي.

**المرحلة الثانية:** يقوم مركز القيادة باستقبال معلومات الأهداف الجوية من محطات الرادار، ومن ثم معالجتها، واستخلاص معلومات جديدة لتدخل هذه المعلومات جميعها في عملية اتخاذ القرار الخاصة بكل هدف.

**المرحلة الثالثة:** تبدأ هذه المرحلة من المنظومات المرتبطة بمركز القيادة التي تقوم بإرسال المعلومات الخاصة بها إلى المركز لتدخل في عملية اتخاذ القرار.

**المرحلة الرابعة:** هي عملية اتخاذ القرار من أجل التعامل مع الهدف الجوي وتحديد المنظومات المناسبة من أجل التعامل معه، وذلك بالمعالجة الآنية للمعلومات التي تم استقبالها من محطات الرادار ومن المنظومات المقادة، ومن أجل عملية اتخاذ القرار يجب معالجة المعلومات التالية[10]:

1– رقم الهدف الجوي.

2– نوع الهدف(معادي–صديق).

3– إحداثيات الهدف الجوي الديكارتية (X,Y) والتي تحدد مسقط الهدف الجوي على الأرض، و(H) الذي يحدد ارتفاعه عن سطح الأرض.

4– نوع واسطة الدفاع الجوي (بعيدة المدى–متوسطة المدى–قريبة المدى–مخصصة للتعامل مع الأهداف المنخفضة).

تم تجميع هذه المعلومات من خلال تصميم نظام دعم قرار موجه بالبيانات (Data-driven DSS)، يقوم النظام بمعالجة معلومات الأهداف الجوية فور وصولها إلى مركز القيادة و تحديد المنظومة المناسبة للتعامل معه، حيث تم تصميم هذا النظام باستخدام لغة البرمجة#C،بعد ذلك قمنا باكتشاف المعرفة من البيانات الناتجة عن استخدام نظام دعم القرار باستخدام خوارزمية العنقدة K-means ،حيث استخدمنا تطبيق WEKA وهو تطبيق خاص بخوارزميات التنقيب في المعطيات (أدوات تحضير البيانات، خوارزمية العنقدة)[11][12].

**1- نظم دعم القرار (Decision Support System):**

تهدف نظم دعم القرارات إلى الرفع من مستويي كفاءة الإدارة وجودة القرارات المتخذة، وذلك لما تقدمه من مساندة لفئات متخذي القرارات كافة، وبشكل سريع وفعال سواء على مستوى الإدارة العليا أو الوسطى مديراً كان أو فريقاً، سواء كانت هذه القرارات لحل المشاكل التي تواجه العمل اليومي أو للمساعدة في صنع واتخاذ القرارات المستقبلية[13].

**1-1 أنواع نظم دعم القرارات:**

تتكون نظم دعم القرار من أربعة نظم فرعية تضم كلاً من نظم دعم القرار الموجهة بالبيانات والموجهة بالنماذج والموجهة بالمعرفة والموجهة بالاتصالات [14].

أ- **نظام دعم القرار الموجه بالبيانات:**

يعد حجر الزاوية في نظام دعم القرار، ويشكل الأساس في تشخيص الواقع، وتحليل المشكلات وتحديد الفرص الحالية، والمستقبلية، وفي التقييم والتوصية بالمقترحات الملائمة، ويعتمد هذا النظام على (قاعدة بيانات نظام دعم القرار) التي تعرف على أنها مجموعة من البيانات الحالية، أو التاريخية التي تم تنظيمها من أجل الوصول السهل إليها من خلال عدد من التطبيقات.

ويقوم نظام إدارة قاعدة بيانات الموجود في نظم دعم القرارات بصون سلامة البيانات، من خلال القيام بالعمليات التي تحفظ حداثة هذه البيانات، كما يخزن أيضاً البيانات التاريخية، ولا تقوم نظم دعم القرار بإنشاء البيانات أو تحديثها، فليس هذا هدفها، بل تقوم باستخدام البيانات التنظيمية الحالية (من بعض النظم الفرعية) مما يمكن الأفراد والمجموعات من اتخاذ القرارات بالاعتماد على الظروف الفعلية.

ب- **نظام دعم القرار الموجه بالنماذج:**

وتعتبر الشكل التقليدي لنظم دعم القرار، وتعتمد على قاعدة النماذج التي تعرف على أنها مجموعة من النماذج الرياضية والتحليلية، التي يمكن وبسهولة جعلها متاحة لمستخدم نظام دعم القرار، ويعرف النموذج على أنه شكل مجرد نظري يوضح مكونات وعلاقات ظاهرة ما.

ت- **النظم الموجهة بالمعرفة لدعم القرارات:**

تتميز بوجود قاعدة معرفة مثل النظم الخبيرة والوكيل الذكي، أو تساعد في اكتشاف معارف جديدة من بيانات مستودع البيانات مثل التنقيب في البيانات.

ث- **النظم الموجهة بالاتصالات لدعم القرارات:**

تدعم هذه النظم القرار من خلال تكنولوجيا الاتصالات، حيث يمكن أن تلعب دوراً كبيراً في تبادل البيانات الكترونياً، ودعم التعاون والقرار الجماعي.

**2- التنقيب عن البيانات (Data Mining):**

التنقيب عن البيانات تقنية حديثة فرضت نفسها في مجال الذكاء الصنعي بما منحته للشركات والمنظمات من قدرة على استكشاف أهم المعلومات الموجودة في قواعد البيانات. كما تمنح تقنيات التنقيب القدرة على بناء التنبؤات المستقبلية واستكشاف السلوك والاتجاهات، مما يسمح باتخاذ القرارات الصحيحة و في الوقت المناسب، والإجابة على العديد من الأسئلة في وقت قياسي، بخاصة تلك النوعية من الأسئلة التي كان من الصعب الإجابة عليها إن لم يكن

مستحيلاً، باستخدام تقنيات الإحصاء الكلاسيكية، والتي كانت إن وجدت تستغرق وقتاً طويلاً والعديد من إجراءات التحليل[15].

**2-1 العنقدة (Clustering):**

يمكن تعريف العنقدة بأنها عملية تقسيم مجموعة البيانات إلى مجموعات جزئية بحيث تكون بيانات المجموعة الواحدة ذات خصائص مشتركة ومتشابهة فيما بينها أكثر من بيانات المجموعات الأخرى.

إن عملية العنقدة بحد ذاتها ليست خوارزمية خاصة يمكن إجراؤها لمختلف أنواع المعطيات، وإنما هي عملية يمكن إنجازها باستخدام عدة خوارزميات متفاوتة بشكل كبير لاسيما في طريقة بناء المجموعة وتشكيلها ولا يمكن الفصل بشكل كامل بين أنواع وتقسيمات خوارزميات العنقدة نظراً لوجود تقاطع وتداخل فيما بينها ولكن يمكن تصنيف عمليات العنقدة حسب التقسيمات الآتي [16].

1- العنقدة القائمة على النقاط المركزية (Centroid-based Clustering).

2-العنقدة القائمة على ارتباط المعطيات (Connectivity-based Clustering).

3-العنقدة القائمة على كثافة المعطيات (Density-based Clustering).

في هذا البحث تم اعتماد العنقدة القائمة على النقاط المركزية، وتعتبر خوارزمية Simple K-means هي المثال النموذجي والأكثر تطبيقاً لهذا النوع من العنقدة.

**2-2 خوارزمية K-means:**

تستخدم هذه الخوارزمية لتقسيم مجموعة من الكائنات (النقاط) $N=\{ x_1, x_2 , .....x_m\}$ إلى عدد من العناقيد، وكل من هذه الكائنات يملك n خاصة (يمثل العدد n بعد الفضاء) حيث إن:

$$x_i=(x_{i1}, x_{i2},..... x_{in}) \quad :1\leq i\leq m$$

فيتم وضع الكائنات المتقاربة في عنقود واحد، وذلك بالاعتماد على قانون المسافة الإقليدية.

ويمكن تلخيص عمل هذه الخوارزمية بالخطوات الأربع التالية[18][17]:

1- وضع(K) نقطة متوسطة (mean) ضمن فضاء البيانات المراد تجزئتها.

2- نسب جميع نقاط المعطيات إلى المجموعة الأقرب مركزاً.

3- بعد توزيع جميع نقاط المعطيات ونسبها إلى المجموعات المختلفة تتم إعادة حساب نقاط مركزية Centroid للمجموعات بناء على نقاط المعطيات الموجودة في المجموعة، بحيث تصبح النقاط المركزية الجديدة هي النقاط المتوسطة (mean).

4- إعادة الخطوات /2/ و/3/ للوصول إلى الحالة المثلى التي تثبت خلالها النقاط المركزية وبالتالي فإن جميع البيانات موزعة على المجموعات بالحد الأدنى للمسافات التي أمكن حسابها.

شرط التوقف هو عدم حدوث تغير في النقاط المركزية Centroid.

يتم استخدام مجموع مربعات الأخطاء(Sum Square Errors) SSE لقياس جودة العنقدة، حيث يتم حساب المسافة الإقليدية لكل كائن أو نقطة عن مركز العنقود الأقرب والذي يمثل الخطأ، ومن ثم يتم حساب المجموع الكلي لمربعات الأخطاء، والهدف هو جعل هذه القيمة أقل ما يمكن، وتحسب وفق العلاقة:

$$SSE = Min \sum_{i=1}^{k} \sum_{x \in Ci} dist(ci, x)^2$$

$$ci = \frac{1}{\text{mi}} \sum_{\text{x}\in Ci} \text{x}$$

حيث:

dist: المسافة الإقليدية للنقطة أو الكائن $x$ عن مركز العنقود $ci$.

$Ci$: العنقود $i$.

$ci$: مركز العنقود $Ci$.

mi: عدد المفردات في العنقود $i$.

$k$: عدد العناقيد.

و تحسب درجة تعقيد الخوارزمية Complexity بالعلاقة التالية:

$$Comp = (m * k * n * d)$$

$m$: عدد النقاط (points) او الكائنات.

$k$: عدد العناقيد (clusters).

$n$: عدد الخصائص أو الميزات (attributes).

$d$: عدد مرات تكرار الخوارزمية حتى التوقف (iterations).

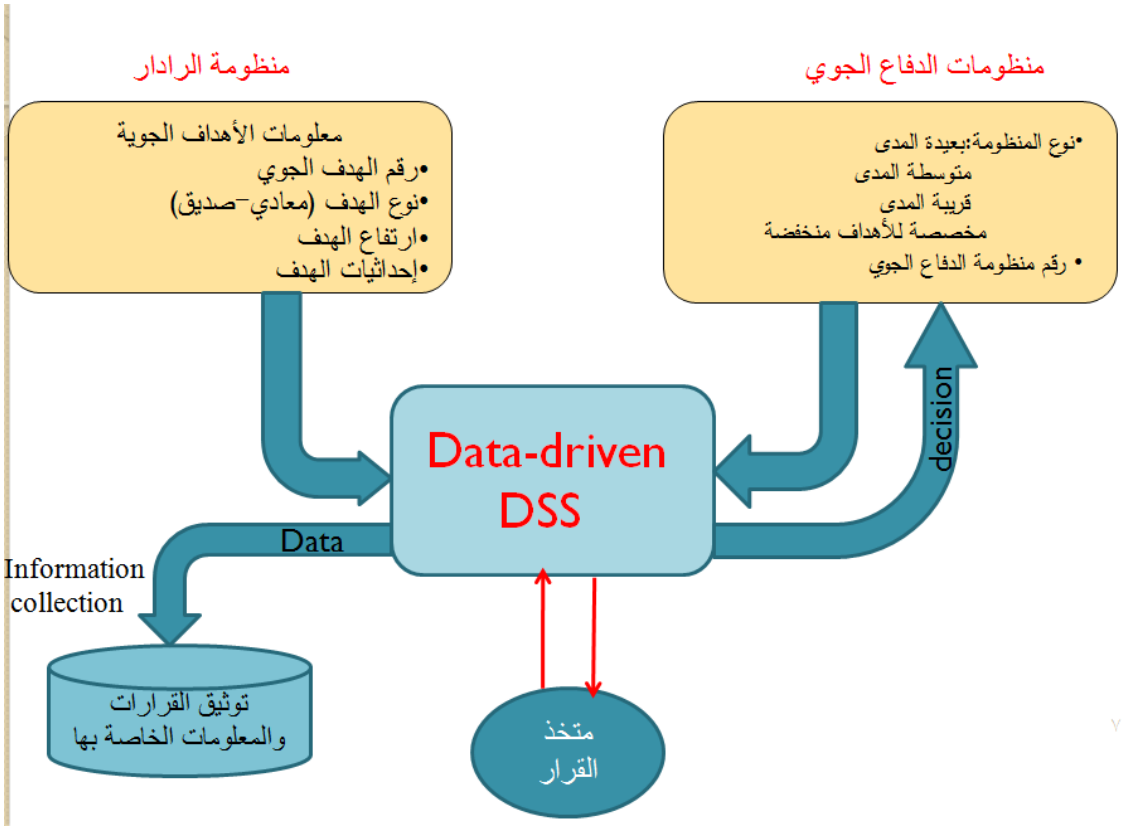
**3- تصميم نظام دعم قرار موجه بالبيانات (Data-driven DSS):**

يُظهر الشكل (1-1) مخطط صندوقي لنظام دعم القرار المقترح، حيث يمكن تقسيمه إلى ثلاث كينونات وهي:

1- كينونة معلومات الأهداف الجوية التي يتم إرسالها من محطات الرادار إلى مقر القيادة.

2- كينونة معلومات منظومات الدفاع الجوي التي تتم قيادتها من قبل المقر.

3- كينونة معالجة المعلومات وإظهارها على شاشة القائد في المقر، وعرض القرارات وفقا لهذه المعالجة، ومن ثم تخزين المعلومات كافة في قاعدة بيانات ليتم استخدامها لاحقاً في عملية اكتشاف المعرفة.




**الشكل (1–1) مخطط صندوقي لنظام دعم قرار موجه بالبيانات**

### 1–3 معلومات الأهداف الجويه:

تقوم مراكز الرصد والرادار بالعمل بشكل مستمر وترصد حركة الطيران ضمن الأجواء، فور التقاط اشارة يتم اعتبارها هدفاً جوياً ويتم تحديد إحداثياته واتجاهه ليتم رصده بشكل مركّز، ومن ثم التأكد من نوعه–هل هو هدف معادي أو صديق؟.

يظهر الجدول (1–1) عينة من حقول معلومات الأهداف لإحدى المعارك الجوية الافتراضية، التي يتم تخزينها في قاعدة بيانات حيث:

- time_s: وقت استقبال المعلومات الأولية للهدف من محطة الرادار.
- Target_num: رقم الهدف حيث يوجد أربعة أهداف تم ترقيمها 1–2–3–4.
- Target_type: نوع الهدف، وتأخذ أحد القيم(0:معادي،1:صديق).
- Target_x،Target y : إحداثيات الهدف.
- Target_h: الارتفاع.

**الجدول(1–1)عينة من معلومات الأهداف**

| Target_num | Target_type | Target_x | Target_y | Target_h |
|---|---|---|---|---|
| 4 | 0 | 276 | 693 | 2000 |
| 1 | 0 | 284 | 676 | 1200 |
| 2 | 0 | 280 | 676 | 2000 |
| 3 | 0 | 271 | 670 | 1800 |
| 4 | 0 | 270 | 670 | 2000 |
| | | | | |

**3-2 معلومات المنظومات الصاروخية:**

يبين الجدول (2-1) عينة من معلومات منظومات الدفاع الجوي التي شاركت في المعركة الجوية، و قامت بالتعامل مع الأهداف التي تم ذكر معلوماتها في الفقرة السابقة، حيث:

- M_num: رقم المنظومات، وشملت الدراسة ست منظومات(101-75-120-100-50-51).
- M_type:نوع المنظومة.
- M_x،M_y : إحداثيات المنظومات.
- M_ ready: الحالة الفنية للمنظومة (0: غير جاهزة للعمل، 1: جاهزة للعمل).

**الجدول (2-1)عينة من معلومات منظومات الدفاع الجوي.**

| M_num | M_type | M_x | M_y | M_ready |
|---|---|---|---|---|
| 101 | بعيد | 450 | 220 | 1 |
| 75 | متوسط | 400 | 276 | 1 |
| 120 | بعيد | 460 | 400 | 1 |
| 100 | متوسط | 414 | 513 | 1 |
| 51 | منخفضة | 463 | 279 | 0 |
| 50 | منخفضة | 452 | 474 | 0 |

**3-3 عملية اتخاذ القرار وفق نظام دعم القرار:**

يقوم نظام دعم القرار الذي تم تصميمه بمعالجة معلومات الأهداف الجوية، وتحديد المنظومة الصاروخية المناسبة للتعامل مع الهدف.

يوضح الجدول (3-1) عينة من القرارات المتخذة من أجل الأهداف الجوية والمنظومات الصاروخية، حيث ذكرنا في الفقرات السابقة عينة من بياناتهم.

**الجدول (3-1) القرارات المتخذة من أجل معلومات المعركة بعد معالجته باستخدام نظام دعم القرار**

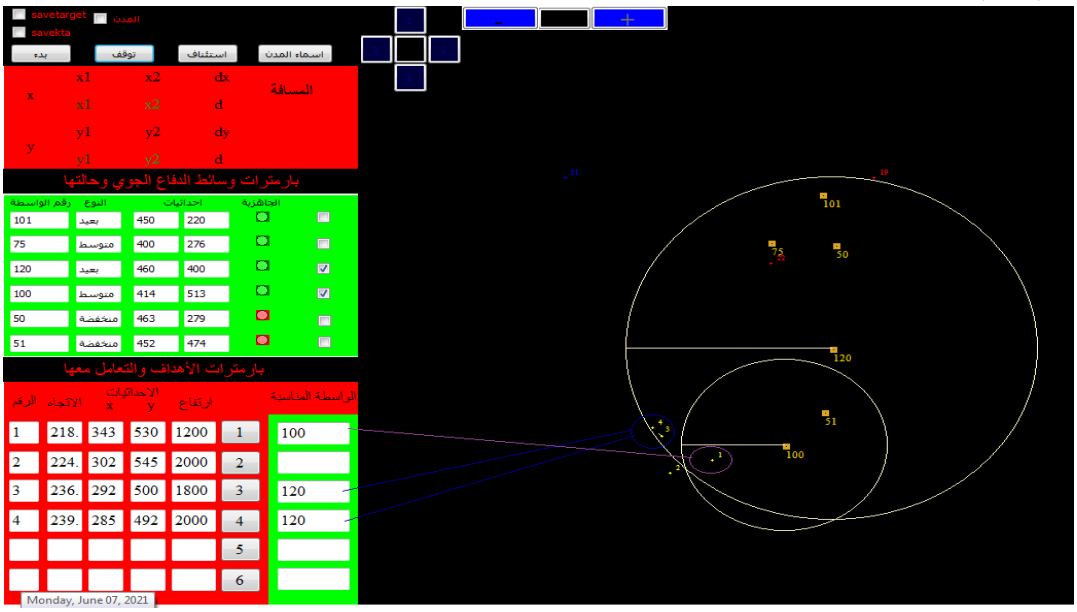
| Target_num | Target_x | Target_y | Target_type | Target_h | M_num | M_type |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 339 | 543 | 0 | 1200 | 100 | متوسط |
| 3 | 282 | 490 | 0 | 1800 | 120 | بعيد |
| 4 | 285 | 492 | 0 | 2000 | 120 | بعيد |

من الجدول(3-1) نلاحظ أنه تم التعامل مع ثلاثة أهداف معادية بمجرد دخولها منطقة المدى المجدي للوسائط النارية. حيث تم التعامل مع الأهداف 3 و 4 من قبل الواسطة رقم 120 بعيدة المدى، وتم التعامل مع الهدف رقم 1 من قبل الواسطة رقم 100 متوسطة المدى.

**3-4 واجهة المستخدم التفاعلية مع نظام دعم القرار:**

تم استخدام لغة البرمجة C# من أجل معالجة المعلومات الخاصة بالأهداف الجوية ومنظومات الدفاع الجوي، والتي يتم تخزينها وإدارتها من خلال SQL SERVER. كما تم تصميم واجهة المستخدم التفاعلية باستخدام لغة

البرمجة C# حيث تمثل هذه الواجهة الأداة التفاعلية الأساسية للقائد الذي يقوم بقيادة العمليات في مركز الدفاع الجوي والشكل (2-1) يبين هذه الواجهة.




**الشكل (2-1)الواجهة التفاعلية لنظام دعم القرار تظهر أربع أهداف ومناطق عمل المنظومات الجاهزة**

تضم هذه الواجهة جميع المعلومات اللازمة للقائد في مركز القيادة من أجل اتخاذ القرار حيث تحتوي:

1- أدوات التصغير والتكبير: تستخدم من أجل التركيز على مكان معين يتوقع بدء المعركة الجوية منه.

2- أداة حساب المسافة بين أي نقطتين وتستخدم لإظهار المسافة بين الهدف الجوي والمنظومات الصاروخية.

3- منطقة لعرض معلومات منظومات الدفاع الجوي (رقم-إحداثيات-نوع-جاهزية) حيث أن المنظومة غير الجاهزة تظهر بمؤشر أحمر والجاهزة أخضر.

4- منطقة تمكّن المستخدم أو المسؤول في مركز العمليات من إدخال رقم الهدف المراد التعامل معه أو مراقبته حيث تظهر المعلومات الآنية عن الهدف وعند إمكانية التعامل معه يقترح النظام المنظومات المناسبة وبإمكان المستخدم اتخاذ القرار من خلال ضغط الزر المقابل للهدف المراقب.

**4- مراحل اكتشاف المعرفة باستخدام خوارزمية العنقدةK-means :**

المعطيات التي تم الحصول عليها من نظام دعم القرار الذي تم تصميمه، يتم معالجتها عبر خوارزمية العنقدة لبناء مجموعات ذات معنى، واستكشاف معلومات مفيدة من البيانات.

و يمكن تقسيم عملية اكتشاف المعرفة باستخدام العنقدة الى الخطوات الآتية:

**أولاً: تحضير البيانات:**

البيانات الناتجة عن استخدام نظام دعم القرار من أجل عدة معارك جوية، يتم تحويلها إلى ملف بصيغة arff (Attribute Relation File Forma) لكي نتمكن من التعامل معها باستخدام تطبيق WeKa،حيث نقوم بإجراء عملية التنقيب باستخدام خوارزمية العنقدة.

تم التركيز على المميزات أو الخواص التالية من أجل عملية العنقدة:

- ارتفاع الهدف الجوي target_h.

- المنظومات النارية المشمولة بالدراسة M_num {100, 120, 50, 51, 75, 101}
- نوع المنظومات M_type{m,b,a} حيث m يدل على منظومة تتعامل مع أهداف متوسطة المدى مثل المنظومة رقم 100، وb يدل على منظومة بعيدة المدى مثل المنظومة رقم120، وa منظومة تتعامل مع الأهداف الجوية منخفضة المدى مثل المنظومة رقم 51.
- النتيجة النهائية لعملية التعامل مع الهدف (res) تدمير أو لا تدمير.

تم جمع بيانات أهداف جوية تعود لعدة معارك جوية، واستُخدم نظام دعم القرار الذي تم تصميمه لمعالجة بيانات هذه الأهداف، وتحديد منظومة الدفاع الجوي المناسبة للتعامل معها.

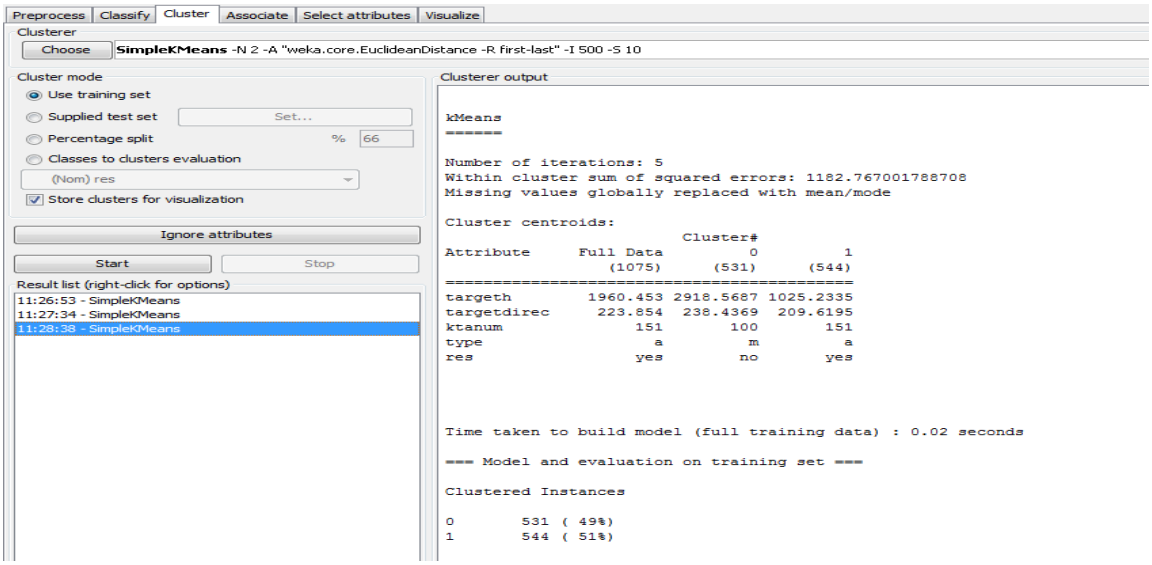
بيانات الأهداف الجوية، وبيانات منظومات الدفاع الجوي، تم تنظيمها في ملف arff، حيث بلغ عدد سجلات هذا الملف 1075سجل، والشكل (3-1) يظهر عينة من ملف arff.

```
@relation dss_for_target

@attribute targeth numeric
@attribute ktanum {100,120,50,51,75,101}
@attribute type {m,b,a}
@attribute res {yes,no}

@data
1200    100     m       no
1800    120     b       no
2000    120     b       no
1200    100     m       yes
1800    120     b       yes
2000    120     b       yes
877     50      a       yes
3900    75      m       no
1230    100     m       yes
1900    120     b       yes
2200    b       yes
1250    100     m       yes
1700    120     b       yes
2100    120     b       yes
850     51      a       yes
800     51      a       yes
890     51      a       yes
```

**الشكل(3-1)جزء من ملف arff**

**ثانياً: تنفيذ الخوارزمية K-means باستخدام تطبيق WEKA:**

تم إجراء خوارزمية العنقدة K-means مع قيم متعددة للمتغير (K) لتغيير عدد المجموعات المراد توزيع البيانات ضمنها، الشكل (4-1) يبين نتيجة تطبيق الخوارزمية من أجل K=2 حيث تطلب الوصول إلى هذه النتيجة 5 دورات خلال زمن قدره 0.02second وكان مجموع مربعات الأخطاء SSE=1182.767.




**الشكل (4–1) نتيجة تطبيق الخوارزمية من أجلK=2**

**ثالثاً: جدولة النتائج من أجل عدة قيم لـ K:**

تم إجراء عدة تجارب مع قيم مختلفة لـ K وذلك بهدف الوصول إلى أقل قيمة لمجموع مربعات الخطأ وعدد كافي من العناقيد التي تمكننا من الحصول على معلومات مفيدة، وتم تنظيم نتائج التجارب في الجدول(4–1).

**الجدول (4–1) نتائج التجارب من أجل قيم K=9حتى K=11**

| K=9 | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Attribute | Cluster centroids | | | | | | | | |
| | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| targeth | 795 | 865 | 839 | 2931 | 2743 | 2750 | 2933 | 3143 | 2879 |
| Ktanum | 51 | 50 | 50 | 101 | 120 | 75 | 100 | 120 | 101 |
| type | a | a | a | b | b | m | m | b | b |
| res | yes | yes | yes | no | yes | yes | no | no | no |
| Instances | %25 | %13 | %7 | %8 | %5 | %11 | %20 | %8 | %3 |
| SSE | 247 | | | | | | | | |
| Number of iterations | 8 | | | | | | | | |
| Time | 0. 03 seconds | | | | | | | | |
| Complexity | 387000 | | | | | | | | |

| K=10 | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Attribute | Cluster centroids | | | | | | | | | |
| | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| targeth | 795 | 865 | 839 | 3388 | 2811 | 2743 | 2898 | 3143 | 2000 | 2879 |
| Ktanum | 51 | 50 | 50 | 101 | 75 | 120 | 100 | 120 | 101 | 101 |
| type | a | a | a | b | m | b | m | b | b | b |
| res | yes | yes | yes | no | yes | yes | no | no | no | no |

| Instances | %25 | %13 | %7 | %5 | %11 | %5 | %21 | %8 | %3 | %3 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| SSE | 2447 | | | | | | | | | |
| Number of iterations | 6 | | | | | | | | | |
| Time | 0. 03 seconds | | | | | | | | | |
| Complexity | 322500 | | | | | | | | | |
| K=11 | | | | | | | | | | |
| Attribute | Cluster centroids | | | | | | | | | |
| | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| targeth | 794 | 832 | 833 | 3388 | 2811 | 2495 | 2971 | 2994 | 2000 | 2879 | 896 |
| Ktanum | 51 | 50 | 50 | 101 | 75 | 100 | 100 | 120 | 101 | 101 | 50 |
| type | a | a | a | b | m | m | m | b | b | b | a |
| res | yes | yes | yes | no | yes | yes | no | no | no | no | no |
| Instances | 23 % | %8 | %7 | %5 | %11 | %3 | %17 | %12 | %3 | %3 | %7 |
| SSE | 202 | | | | | | | | | |
| Number of iterations | 15 | | | | | | | | | |
| Time | 0. 05 seconds | | | | | | | | | |
| Complexity | 886857 | | | | | | | | | |

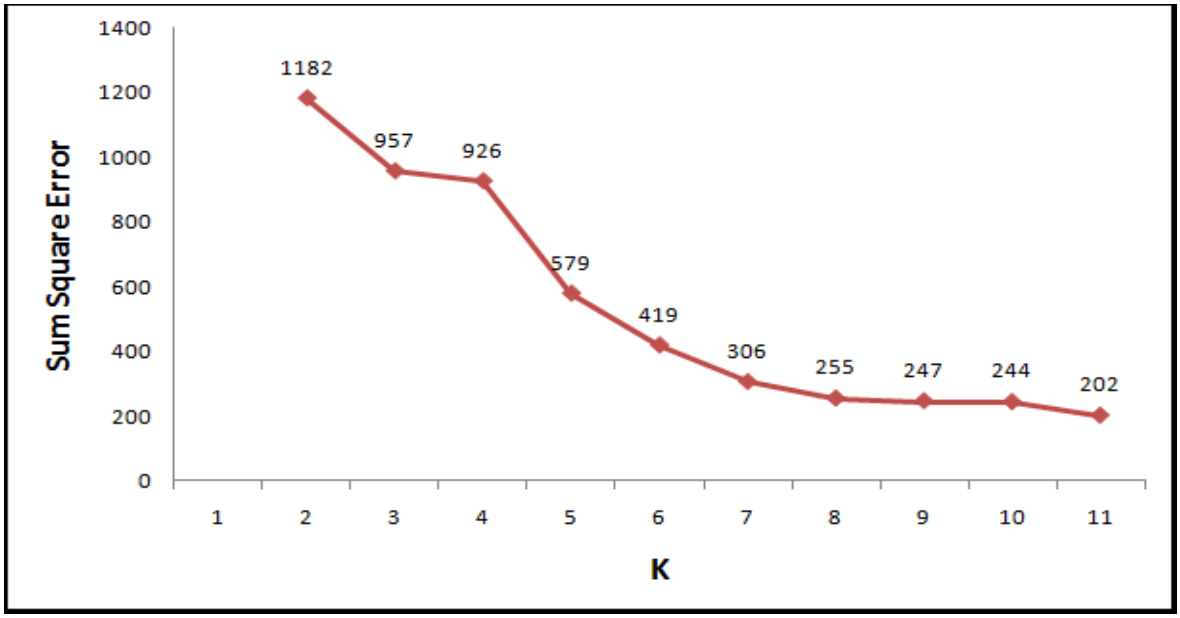
الجدول (5−1) يبيّن قيم مجموع مربعات الخطأ من أجل تجارب العنقدة حيث عدد العناقيد K يأخذ القيم من 2 حتى 11.

**الجدول(5−1) قيم SSE من اجل قيم K.**

| K | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| SSE | 1182 | 957 | 926 | 579 | 419 | 306 | 255 | 247 | 244 | 202 |

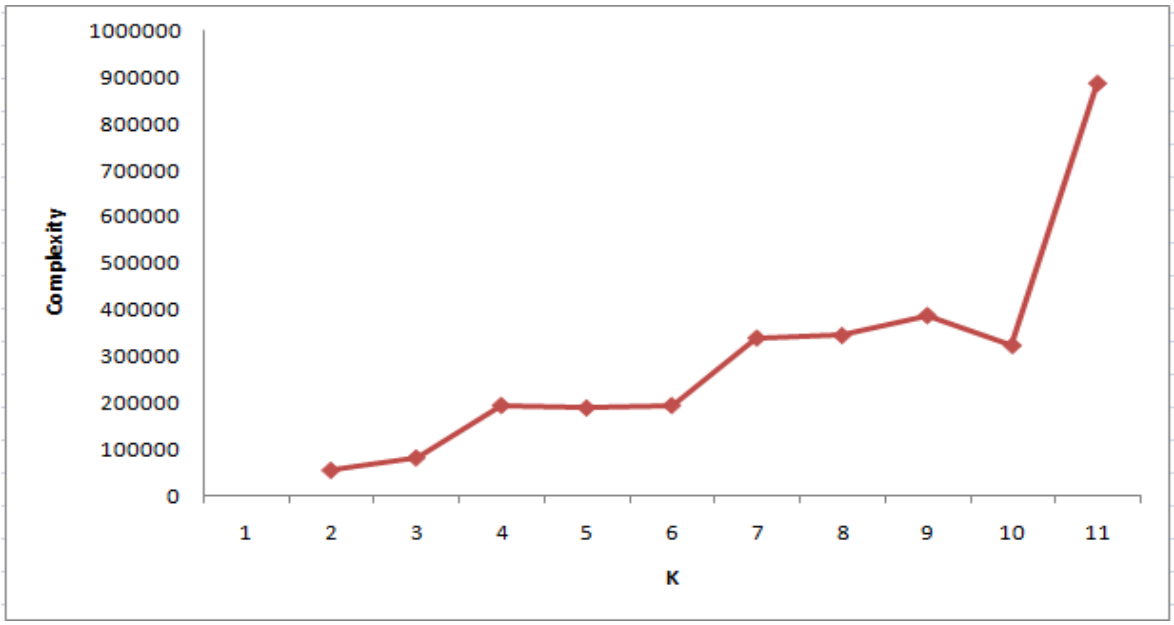
من خلال نظرة عامة على نتائج التجارب من أجل K=2 حتى K=11، تم ملاحظة أن خوارزمية العنقدة عملت على تجميع المعطيات ضمن مجموعات بناء على نسبة تشابهها وتقاربها، وعند قيمة K=11 تم الحصول على معلومات مفيدة. كما إن قيمة مجموع مربع الخطأ تناقصت مع تزايد قيمة K، وبدأت بالثبات عند قيمة تقارب 200.

يوضح الشكل (5−1) منحني قيم مجموع مربع الخطأ بدلالة قيم K إذ يلاحظ فيه انحدار تدريجي من أجل قيم K {2,3,4,5,6,7,8} ثم ثبات نسبي لقيمة مجموع مربع الخطأ عند قيمة 200 من أجل قيم K {9,10,11}.




**الشكل (5-1) منحني مجموع مربعات الخطأ**

من الجدول (4-1) يمكن ملاحظة أن درجة تعقيد العنقدة من أجل قيم K المختلفة تزداد تدريجياً مع ازدياد قيم K كما هو موضح في الشكل ، بالتالي من أجل K=11 يمكن الحصول على معلومات مفيدة من خلال عنقدة بدرجة تعقيد مقبولة (886857).




**الشكل (6-1) درجة تعقيد خوارزمية العنقدة من أجل قيم K**

**5- استخلاص معلومات من مجموعات العنقدة الناتجة:**

من خلال القراءة والتمعن في نتائج عملية العنقدة تمكن ملاحظة كيفية الانتقال إلى مرحلة استكشاف المعرفة والمعلومات المفيدة بخلاف الإحصاء الكلاسيكي القائم على الأرشفة التقليدية والكم الهائل من البيانات. حيث يمكن لأصحاب القرار لدى التمعن بالنتائج السابقة استخلاص الآتي:

نسبة فعالية الوسائط منخفضة الارتفاع /a/(50-51)= 23%+8%+7%=38%

نسبة فعالية الوسائط بعيدة المدى /b/ (101-120)= 5%

نسبة فعالية الوسائط متوسطة المدى/m/ (75-100)= 11%+3%=14%

نسبة فعالية الوسائط هي 38%+5%+14%=57%

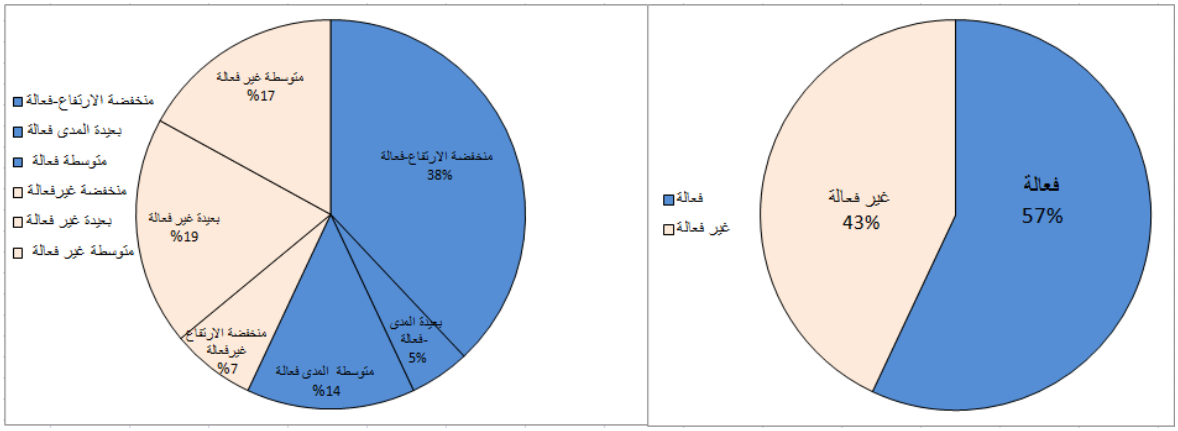
نسبة عدم فعالية الوسائط منخفضة الارتفاع /a/(50-51)= 7%

نسبة عدم فعالية الوسائط بعيدة المدى /b/ (101-120)= 5%+8%+3%+3%=19%

نسبة عدم فعالية الوسائط متوسطة المدى/m/ (75-100)= 17%

نسبة عدم فعالية الوسائط هي 7%+18%+17%=43%

والشكل(7-1) يوضح هذه النسب.




**الشكل(7-1) نسب فعالية منظومات الدفاع الجوي المشمولة بالدراسة**

## النتائج والمناقشة:

تم تصميم نظام دعم قرار موجه بالبيانات، يقوم بمعالجة فورية لمعلومات خاصة بعمل الدفاع الجوي، حيث ترسل هذه المعلومات من الرادار والمنظومات الصاروخية، واستخدام النظام من أجل معلومات عدة معارك جوية افتراضية مكونة من عدة أهداف جوية (صواريخ-طائرات).

تم تطبيق خوارزمية العنقدة K-means على البيانات الناتجة عن استخدام نظام دعم القرار، و بتجريب قيم مختلفة لـ K ،تم التوصل الى أنه يمكن الاكتفاء بإجراء العنقدة حتى K=11، حيث أن SSE بدأت بالتناقص ومن ثم الثبات من أجل قيم{K{9,10,11، وكانت درجة التعقيد مقبولة(Complexity).

من خلال دراسة وتحليل المجموعات الناتجة عن هذه العملية وجدنا أن المنظومات التي تتعامل مع الأهداف الجوية منخفضة الارتفاع(50-51) كانت أكثر فعالية، والوسائط بعيدة المدى (101-120) كانت الأقل فعالية، بينما تقاربت فعالية وعدم فعالية الوسائط متوسطة المدى.

**الاستنتاجات والتوصيات:**

يمكن تطوير هذه الدراسة بحيث تشمل مجالات أخرى من عمل الدفاع الجوي، وأنواع مختلفة من المنظومات الصاروخية، كما أن اعتماد قاعدة بيانات أكبر تحوي خواص ومميزات أكثر يمكن أن يؤدي الى نتائج أفضل عند استخدام خوارزمية العنقدة K-means.

و يمكن استخدام خوارزميات عنقدة أخرى في عملية التنقيب عن البيانات مثل خوارزمية COBWEB و اعتماد طرق مختلفة لتحديد عدد العناقيد المناسب.

## References:


1. ARAMPATZIS, G. KIRANOUDIS, C. SCALOUBACAS, P. *A GIS-based decision support system for planning urban transportation policies*. National Technical University of Athens, 2004.
2. RANDLEFF, L. *Decision Support System for Fighter Pilots*. IMM-PHD, 2007.
3. TANERGUCLU, T. MARAS, H. GENCER, C. *A decision support system for locating weapon and radar positions in stationary point air defence*. Article in Information Systems Frontiers, April 2012.
4. ZHANG, Y. FONG, S. FIAIDHI, J. MOHAMMED, S. *Real-Time Clinical Decision Support System with Data Stream Mining.* 27 May 2012.
5. Daher, H. *Design An Intelligent Decision Support System Prototype for Human Resources Management,* Syrian Virtual University Journal, 2015.
6. Yuan, H. *Research on K-Value Selection Method of K-Means Clustering Algorithm*. Multidisciplinary Scientific Journal, 2019.
7. SCHUBERT, M. BRYNIELSSON, J. NILSSON, M. *Artificial Intelligence for Decision Support in Command and Control Systems.* Swedish Defence Research Agency,2018.
8. RIA, N. *New Russian Air Defense System to Detect Missiles at Blastoff*. July 10, 2013.
9. http://www .Russian AIR DEFENSESYSTEMS,Catalog1,info@defensetechs.com.
10. http://www. Air Defense System Solutions,aselsan.
11. KUMAR, S. *Analysis of Bayes, Neural NetworK and Tree Classifier of Classification Technique in Data Mining using WEKA.* Academy & Industry Research Collaboration Center, 2012.
12. HALL, FRANK, HOLMES. *The WEKA Data Mining Software: An Update,* 11 June 2014.
13. POWER, D. *A Brief History of Decision Support Systems*. DSS Resources, 2007.
14. POWER, D. *Decision Support Systems: Concepts and Resources for Managers*. Faculty BooK Gallery, 2002.
15. JZAKI, M. MEIRA, W. *Data mining and Analysis*. Cambridge University Press, 2014.
16. IAN, H. FRANK, E. *Data Mining Practical Machine Learning Tools and Techniques*. Third Edition. Elsevier. 2019.
17. Rong, Y. *Staged text clustering algorithm based on K-means and hierarchical agglomeration clustering*. IEEE International Conference on Artificial Intelligence and Computer Applications (ICAICA) (pp. 124-127), 2020.
18. Jahwar, M. *Meta-Heuristic Algorithms for K-means Clustering*. Journal of Archaeology of Egypt/Egyptology 17(7), ISSN 1567-214x,2021.