بعض طرق التخصيص وقياس الفعالية لوسائل الدفاع الجوي

د. رعد فاضل حسن*

المستخلص

يهدف البحث الى تطبيق بعض طرق بحوث العمليات في تخصيص المهام في وسائل الدفاع الجوي وبعض طرق قياس الفعالية القتالية ومدى الوثوقية للاجهزة حيث بين ان الوسائل الرياضية والاحصائية تدعم الخبرة الميدانية وتوفر المقاييس والبيانات لاتخاذ قرار الهجوم وتحدد نوعية الوسائل المستخدمة وانجحها من خلال الحاق اكبر قدر من الخسائر بالعدد بالاضافة الى اختلاف احتمالية التاثير في الهدف باختلاف اشكال الاهداف والذي يؤدي الى اختلاف احتمال التدمير داخل الهدف.

1- المقدمة :-

يعتبر النظام تجميع من المكونات المتشابهة وكل مكونة تمتلك مواصفات والتي تكون مترابطة مع بعضها فالطائرة والبطارية الارضية واجهزة الرادار تمثل صيغة لنظام (system) وهذه المكونات تمتلك مواصفات (كالسرعة والحداثة والدقة . . .) والتي تمثل بدوال تتحكم بها مجموعة كبيرة من

* كلية الرافدين الجامعة- بغداد

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

المتغيرات والتي تؤثر على تحقيق المهمة القتالية او انجاز الواجـــب باحســـن النتائج الممكنة ، بعض هذه المواصفات قد تكون ثابتة (static) مثلاً مقـــدار تسليح الطائرة ومنها حركية (dynamic) مثل مدى استجابة الطائرة للاستقبال والتي تمثل الطريقة التي يستجيب بها النظام للعمل بمـــرور الزمـــن المتتـــابع للاحداث.

وعلى ذلك فان دراسات بحوث العمليات للانظمة المختلفة تهدف الى الالمـــام بكيفية حدوث التغير المعني في النظام وكذلك لاجل التنبؤ بنتيجة المـــهام لـــهذه الانظمة ثم للسيطرة على نتيجة هذه المهام وعلى امكانية تغيرها نحو الافضـــل عند ذلك فان لتخصيص المهام دوراً كبيراً في اعطاء المهمة حسب مواصفـــات وقدرة الجهاز الطائر لاجل انجاز الواجب باقل الخسائر وافضل النتائج.

2- هدف البحث :-

يهدف البحث الى تطبيق بعض طرق بحوث العمليات في تخصيص المـــهام في وسائل الدفاع الجوي وبعض طرق قياس الفعالية القتالية لاي مهمة قتالية مع الاخذ بنظر الاعتبار نوعية الجهاز الطائر ومدى الوثوقية فيه من حيث الوصول للهدف وقدرة اعتراضه واكتشافه وغيرها من العوامل.

3- الجانب النظري :-

في هذا الجانب سوف يتم التركيز على استعراض بعض طـــرق تخصيـــص المهام في وسائل الدفاع الجوي وكذلك طرق قياس الفعالية في هذه الوسائل

3-1-طرق تخصيص المهام في وسائل الدفاع الجوي :-[1][3][4]

ان تخصيص المهام في وسائل الدفاع الجوي من الامور الضروريـــة التـــي تلحق بالعدو اكبر عدد من الخسائر وخاصة عندما تكون وسائل الدفاع الجـــوي محدودة في عددها لذلك لابد من تنظيم ضرب هذه الاهداف.

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

3-1-1 نموذج التخصيص والنقل

في مجال بحوث العمليات ومن خلال نموذج التخصيص (assignment model) بالامكان تحديد الوسيلة الدفاعية التي ستستخدم وعلى أي هدف جوي ستوجه حيث يوصف النموذج :

min or max

$$Z = \sum_{i=1}^{m}\sum_{j=1}^{n} c_{ij}x_{ij} \qquad \ldots\ldots\ldots\ldots (1)$$

s.t

$$\sum_{j=1}^{n} x_{ij} = 1 \qquad i = 1,2,\ldots,m$$

$$\sum_{i=1}^{m} x_{ij} = 1 \qquad j = 1,2,\ldots,n$$

عدم تخصيص الوسيلة الدفاعية **i** لصد الهدف الجوي **j**

$$x_{ij} = \begin{cases} 0 \\ 1 \end{cases}$$

تخصيص الوسيلة الدفاعية **i** لصد الهدف الجوي **j**

حيث ان **m** تمثل عدد الوسائل الوسائل الدفاعية و **n** تمثل عدد الاهداف الجوية المعادية القائمة بالهجوم ولاجل الحصول على الحل الامثل يتم استخدام طريقة (Flood's technique) او ما يعرف بالطريقة الهنكارية (Hungarian method) وهي تكرارية للحل قائمة على اختزال مصفوفة الكلف وصولاً الى الحل الامثل.

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

مجلة كلية الرافدين الجامعة للعلوم ـــ

$$P_{m*n} = (p_{ij}) \quad \text{او} \quad \begin{matrix} i = 1,2,\ldots,m \\ j = 1,2,\ldots,n \end{matrix}$$

الاهداف الجوية

$$\begin{array}{c} \\ \text{المسائل الدفاعية} \end{array} \begin{array}{c} \begin{matrix} 1 & 2 & \ldots\ldots\ldots\ldots & n \end{matrix} \\ \begin{matrix} 1 \\ 2 \\ \vdots \\ m \end{matrix} \begin{pmatrix} p_{11} & p_{12} & p_{13} & \cdots & p_{1n} \\ p_{21} & p_{22} & p_{23} & \cdots & p_{2n} \\ \cdots\cdots & \cdots\cdots & \cdots & & \\ \cdots\cdots & \cdots\cdots & \cdots & & \\ \cdots\cdots & \cdots\cdots & \cdots & & \\ p_{m1} & p_{m2} & p_{m3} & \cdots & p_{mn} \end{pmatrix} \end{array} \quad \ldots\ldots\ldots (2)$$

ويمكن ان يتم اعادة صياغة نموذج التخصيص في المعادلة (1) بنموذج مشكلة النقل (Transportation model) وذلك عندما تاخذ قيم $x_{ij} \geq 0$ بالاضافة الى ان ثوابت الطرق الايمن تصبح a_i , b_j في معادلات القيود ولكل قيم **i , j** والحل الاولي يكون من خلال عدة طرق [2] اهمها طريقة فوجل التقريبية (Vogel approximation) ثم تطبيق طريقة التوزيع المعدل (Modified distribution) للتوصل الى الحل الامثل (Optimial Solulation) .

3-1-1 التوزيع حسب الاحتمال :

عند وجود **m** من وسائل الدفاعية والمطلوب الاشتباك مع **n** من الاهداف الجوية المعادية حيث ان كل وسيلة دفاعية قادرة على الاشتباك مع أي هدف جوي ولكن باحتمال يعبر عن فعالية الوسيلة الدفاعية ومدى قدرتها على الاشتباك والمطلوب التوصل الى انسب توزيع للاهداف.

فان مصفوفة الفعالية لوسائل الدفاع الجوي توصف

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

حيث أن p_{ij} تعني احتمال نجاح الوسيلة الدفاعية **i** من اصابة الهدف الجوي المعادي **j**.

أن معرفة مكونات هذه المصفوفة يتطلب معرفة توزيع (Distribution) كل حالة لاجل استخراج الاحتمال المطلوب أي بمعنى لاجل استخراج الاحتمال p_{ij} لابد من معرفة التوزيع الاحصائي الذي يربط ما بين الوسيلة الدفاعية **i** والهدف الجوي المعادي **j** وهذا مما يعقد المسالة اما الحل للنموذج فانه يتوقف على عدد الوسائل الدفاعية التي تشتبك مع الهدف الجوي وبالاعتماد التوافيق ما بين الوسائل الدفاعية والاهداف الجوية.

3-1-2 الطرق الاخرى :

التخصيص حسب اهمية الهدف الجوي فبعض الاهداف الجوية المعادية تمتلك اهمية كبيرة كطائرات التشويش على الرادارات وطائرات الاستطلاع عند ذلك يصبح من الضروري ادخال معامل جديد يطلق عليه (وزن الهدف) والذي يختلف من هدف لاخر وفي هذه الحالة يحسب الاحتمال بالاسلوب (2) مع الاخذ بنظر الاعتبار وزن الهدف الجوي واهميته.

وعلى ذلك فان نماذج التوزيع وتخصيصها حسب الوسائل الدفاعية ستمكننا من تحديد:-

1. الوسيلة التي سيتم بها توزيع وسائل الدفاع الجوي بحيث نسعى الى تقليل الاختراقات والمحاونة بايصالها الى الصفر.
2. الوسيلة التي يتم بها تشكيل الهجوم الجوي لطيراننا بحيث تنجح بالوصول الى الهدف والاختراق باقل الخسائر.

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

3-2بعض طرق قياس الفعالية :- [3][5]

سوف يتم التطرق الى بعض هذه الطرق من وجهة نظر بعـــض المقـــاييس كاحتمال الاسقاط للهدف الجوي او مقياس الفعالية للقاذفات وكما يلي :-

3-2-1 يمكن استخدام احتمال اسقاط الهدف الجوي كمقياس للفاعليـــة القتاليـــة للطائرات الاعتراضية :

وعلى ذلك يجب احتمال تدمير الهدف الجوي من هذه الطائرات الاعتراضية

$$P_{D1} = P_1 \, P_2 \, P_3 \, P_4 \qquad \ldots\ldots\ldots\ldots(3)$$

حيث أن:

P_{D1} : احتمال تدمير الهدف الجوي من قبل المقاتلات الاعتراضية.

P_1 : احتمال اعتراض الهدف الجوي.

P_2 : احتمال اكتشاف الهدف الجوي بواسطة وسائل المقاتلة الاعتراضية.

P_3 : احتمال الهجوم.

P_4 : احتمال اسقاط الهدف.

اذا ما هوجم الهدف الجوي بعدة انواع مختلفة من المقـــاتلات الاعتراضيـــة تبقى الصيغة (2) كمقياس للفاعلية القتالية للطائرات الاعتراضية.

3-2-2 اما الفاعلية القتالية لقاذفات القنابل وكمقياس لها يجب على اساس انــــه احتمال هدف منفصل يجب بالصيغة

$$P_{D2} = P_A * P_T * P_E \qquad \ldots\ldots\ldots\ldots(4)$$

حيث أن:

P_{D2}: تمثل احتمال اصابة هدف منفصل .

P_A: احتمال الوصول الى الهدف.

$P_T = R_{(t)}$: احتمالية الكفاءة الفنية للجهاز الطائر (الوثوقية).

P_E: احتمالية التاثير في الهدف على اساس ان القاذفة قد وصلت الية.

وكل جزء من هذه المعادلة مثلاً يسترعي الدراسة لاجل تحقيق افضل النتائج وانجحها وباقل عدد من الخسائر فاحتمال الوصول P_A ناتج عن احتمال عـــدم اصابة القاذفة باي جهاز جوي اعتراضي ويمكن وصفه بالصيغة:

$$P_A = e^{-(p_1 n_1 + p_2 n_2 + .. + p_k n_k)} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots (5)$$

$P_1, P_2, \ldots, P_{1k}$ احتمالات صغيره لاصابة القاذفة بواســطة أي وســيلة اعتراضية عندما $n_1, n_2, \ldots n_k$ تمثل عدد الهجمـــات التـــي تتـــم بالوســـائل الاعتراضية المختلفة.

اما(P_T) والتي تمثل احتمالية الكفاءة الفنية للجهاز الطـــائر والتـــي تعنـــي بالوثوقية (Realiability) بالجهاز الطائر والتي تعني R(t) فـــاذا كـــان t متغير يتبع توزيع ويبل (weibull distribution) فان دالة كثافة الاحتمال (p.d.f) توصف بالصيغة :

$$f(t) = \begin{cases} \alpha\beta(\beta t)^{\alpha-1} e^{-(\beta t)^{\alpha}} & \alpha > 0 \\ 0 \ldots\ldots\ldots o.w \end{cases} \quad \ldots\ldots\ldots (6)$$

فان الوثوقية والتي تمثل كفاءة الجهاز الطائر نحسب

$$R_{(t)} = e^{-(\beta t)^{\alpha}} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots (7)$$

$$= P_T$$

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

والذي بالامكان الحصول على الحالات الخاصة التالية لتوزيعـــات اخـــرى فعندما $\alpha=1$ نحصل على دالة الوثوقية للتوزيع الاسي وبدلالة المعلمة β امـــا عندما $\alpha=2$ نحصل على دالة الوثوقيـــة الـــى توزيـــع رالـــي **(Rayleigh dirtribtion)** والتوزيع الاخير غالباً ما يكون ملائـــم لانظمـــة الاتصـــالات **(Communication System)** حيث أن α و β عبارة عن معالم التوزيـــع والتي تقدر من خلال الامكان الاعظم **(ML)** .

اما الاحتمال التأثير في الهدف (P_E) فيحسب بالعلاقة :

$$P_E = 1 - (1 - P_{air})^{n_{air}} \quad ....(8)$$

حيث أن:

P_{air} : احتمال الحصول اصابة للهدف باسقاط قنبلـــة واحـــدة مـــن القاذفـــة الواصلة

n_{air} : عدد القنابل التي قامت القاذفة باسقاطها.

ثم يتم تطبيق المعادلة (4) بضرب المعادلات (5) و (7) و (8) .

اما اذا كان الهدف المعني يأخذ شكلاً معيناً مستطيل بابعاد معينة فان احتمال التدمير يكون من خلال اسقاط القنابل داخل المنطقة المستطيلة (منطقة الـــهدف) وفي هذه الحالة لا يكون هدفنا البحث عن اصابة مباشرة في نقطة معينة بـــل ان المستطيل يكون هو الهدف وعلى ذلك فان تطبيق الصيغـــة (4) يكـــون غـــير مجدي لاختلاف طبيعة وشكل الهدف ان احتمال الحصول على اصابة مباشـــرة داخل مستطيل (منطقة الهدف) بابعاد **x** و **y** عند اسقاط قنبلة واحدة بحســـب الصيغة:

$$P_R = \Phi(\frac{x}{s}) * \Phi(\frac{y}{s}) \quad ....(9)$$

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

حيث أن:

$\Phi(.)$: القيم الاحتمالية للتوزيع الطبيعي وبانحراف معياري **s** لانحراف القنبلة عن محور **x** و **y** وعن مركز المستطيل.

عند ذلك فان احتمال التاثير P_E داخل الهدف ذو الشكل المستطيل يحسب بالعلاقة :

$$P_E = 1 - (1 - P_R)^{n_{air}} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (10)$$

5ـ الجانب العملي :ـ

في الجانب العملي تم التطرق الى بعض الامثلة التي تاخذ بنظر الاعتبار الحالات المختلفة لحساب الاحتمالية والفعالية وذلك لتعذر الحصول على البيانات من مصادرها الأصلية وكما يلي :ـ

مثال 1

عند توفر وسيلتان من وسائل الدفاع الجوي تتصدى الى نوعين من الاهداف الجوية وبالاحتمالات التالية :ـ

الوسيلة الدفاعية	الاهداف الجوية 1	الاهداف الجوية 2
1		0.24
2	0.77	0.41

ان عدد الحلول التي تقوم بها وسائل الدفاع بالتصدي للاهداف الجوية وبالتوافيق **(4)**

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

نوع الحل	اسلوب التوفيق	التوقع الرياضي للتدمير
1	الوسيلة الدفاعية 1 و 2 تشتبك مع الهدف1	0.935
2	الوسيلة الدفاعية 1و2 تشتبك مع الهدف 2	0.552
3	الوسيلة الدفاعية 1 تشتبك مع الهدف 1 الوسيلة الدفاعية 2 تشتبك مع الهدف 2	1.130
4	الوسيلة الدفاعية 1 تشتبك مع الهدف 2 الوسيلة الدفاعية 2 تشتبك مع الهدف 1	1.010

وعلى ذلك فان الحل الثالث يعتبر انسب حل للتوزيع والتي تقوم به الوسـيلة الاولى بالتصدي للهدف الاول والثانية للهدف الثاني بالرغم من ارتفاع احتماليـة الوسيلة الدفاعية الثانية بالتصدي للهدف الاول حيث كانت (0.77) .

اما اذا كان الحكم على اساس الاحتمال والمطلوب استنباط التوزيـع الـذي يصبح فيه احتمال اصابة جميع الاهداف في اكبر قيمة له فـان ذلـك يتحقـق بالاشتباك مع جميع الاهداف المعادية فالحل 2,1 للمثال السابق لا يتلائم وهـدف الاشتباك مع جميع الاهداف لذلك يتم اهمالهما اما الحل 3 و 4 فان احتمـالات التدمير للاهداف الجوية المعادية هي كالاتي :

$$P_{r3} = 0.2982$$

$$P_{r4} = 0.1848$$

وعلى ذلك فان الحل الثالث يكون افضل الحلول وفقـاً للتوقـع الريـاضي ولاحتمال الاسقاط بالاضافة الى تحقيق خاصية الاشتباك مع جميع الاهداف.

ولاجل حساب احتمال التدمير للهدف الجوي 1 بالوسيلة الدفاعية 1 عند قيـام (n=3) عناصر من الوسيلة الدفاعية 1 بالتصدي الى (m=2) مـن الاهـداف الجوية المعادية من النوع الاول فان احتمال التدمير للـهدف الجـوي يحسـب بالصيغة:

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

$$P_D = (1-(1-0.72)^3)^2$$

$$P_{D1} = 0.9565$$

مع الاخذ بنظر الاعتبار استقلالية كل وسيلة دفاعية عن كل هدف جوي.

فاذا ما تم تدمير او اسقاط هدف جوي واعادة توجيه الوسيلة الدفاعية على هدف اخر بدل الهدف الذي تم اسقاطه فان احتمال التدمير للهدف الجوي يكون اكبر.

مثال 2

افترض انه تم تكليف قاذفات القنابل بمهمة قتالية تعترض هذه القاذفة (3) انواع من الوسائل الهجومية بالاعداد والاحتمالات التالية :

احتمال اصابة القاذفة بالوسيلة j

عدد الوسائل المعرضة وخلال (25) وحدة زمنية

	1	2	3
P_j	0.02	0.3	0.24
n_j	12	10	15

واذا كانت الوثوقية بقاذفة القنابل تتبع التوزيع الاسي وبمعلمة $\beta=2$ وكان احتمال الحصول على اصابة مباشرة للهدف باسقاط قنبلة واحدة (0.73) و(n_{air} = 7) تمثل عدد القنابل التي قامت القاذفة باسقاطها لذلك فان احتمال التدمير داخل الهدف يحسب وفق الصيغة (4)

$$P_{D2} = \left\{e^{-((12)(0.02)+(0.3)(10)+(0.24)(15))}\right\} * \left\{e^{-2(25)}\right\} * \left\{1-(1-0.73)^7\right\}$$

التي تمثل احتمال اصابة الهدف الذي يكفي لتدميره الحصول على اصابة مباشرة واحدة او اكثر.

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

مثال 3 :

ان التوزيع الامثل لوسائل الاستطلاع من الامور المهمة وذلك لما توفره مـن معلومات عن منطقة الهدف وبالتالي عن العدو ولنفرض انه توفرت لدينا ثـلاث وسائل للاستطلاع (طائرة مزودة بجهاز رادار ، طائرة مزودة بالة تصويـــر ، طائرة مزودة بحاسبة للاستطلاع وبالاعداد التالية (2 , 5 , 4) تســتخدم هــذه الطائرات بالاستطلاع على ثلاث انواع من الاهداف وبالاعداد التالية لكل نـوع (5,3,3) وان امثل اكتشاف الاهداف المعادية من قبل كل وسيلة مـــن وســـائل الاستطلاع موضح بما يلي:

نوع الاهداف المعادية / نوع وسيلة الاستطلاع	1	2	3	عدد وسائل الاستطلاع
طائرة مزودة بالة تصوير	0.72	0.42	0.91	3
طائرة مزودة برادار	0.52	0.33	0.24	3
طـائرة مــــزودة بحاســـبة للاستطلاع	0.92	0.82	0.88	5
عدد الاهداف	2	5	4	11

ان الحل النهائي للنموذج وباستخدام نظام **WINQSB** وكما موضح فـــي الجدول (1) يكون من خلال توزيع الطائرات على الاهداف المعادية بالصيغــة التالية

يتم توزيع (3) طائرات مزودة بالة تصوير على الهدف المعـــادي الثـالث ويتوقع اكتشاف مساوي الى (2.73) .

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

وكذلك توزيع (2) طائرة مزودة برادار على الهدف المعادي الاول وتوقع اكتشاف 1.04وطائرة واحدة مزودة برادار على الهدف الثاني يتوقع اكتشاف 0.33.

وتوزيع (4) طائرات مزودة بحاسبة استطلاع على الهدف الثاني ويتوقع اكتشاف للاهداف 3.28 وطائرة واحدة على الهدف الثالث يتوقع اكتشاف 0.88

حيث ان $z = 8.26$ والتي تمثل الحد الاعلى (max) للاهداف الجوية المتوقع اكتشافها من بين (11) هدف من الاهداف المعادية وباحتمال اكتشاف 0.7509 .

6. الاستنتاجات والتوصيات :-

1. ان الوسائل الرياضية والاحصائية تدعم الخبرة الميدانية وتوفر المقاييس والبيانات لاتخاذ قرار الهجوم وتحديد نوعية الوسائل المستخدمة وانجحها من خلال الحاق اكبر قدر من الخسائر بالعدو.
2. توجيه الوسائل لتحقيق التعظيم (max) لاحتمال اصابة الاهداف المعادية وكشف بعض الغموض في المعلومات المتوفرة لدى متخذ القرار.
3. التوصل الى صيغ المعادلات الاحتمالية لتحقيق تعظيم للاصابة وذلك من خلال علاقة كفاءة الجهاز الطائر (الوثوقية فيه) واحتمالية التاثير في الهدف واحتمالية الوصول الى الهدف.
4. معرفة اساليب التوافيق والتراكيب لوسائل الدفاع وطريقة اشتباكها مع اهداف العدو واستخراج التوقع الرياضي لتدمير الاهداف.
5. اختلاف احتمالية التاثير في الهدف باختلاف اشكال الاهداف وبالتالي يؤدي ذلك الى اختلاف احتمال التدمير داخل أي هدف.

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

6.لتعذر الحصول على المعلومات نوصي بدراسة الامكانيات لاسلحة الجيـــش وطريقة انتشار كل سلاح ومدى الوثوقية الفنية فيه عند كل واجب وحساب الاحتمالات المختلفة قبل القيام بالضربة الحقيقية لاجل اتخاذ قرار سليم لاي مهمة قتالية.

المصادر

1) Asmussen , S. (1987), Applied Probability And Queues , New York , USA.

2) GUPTA .P.K And HIRA D.S (1989) , Operations Research S.Chand & Company LTD New Del Hi.

3) Hogg R.V And CRAIG A.T , (1975)

Introduction To Mathematical Statistics , Collier Macmillan . USA.

4) Law , A.M And Kelton W.D (1991) Simulation Modeling And Analysis , 2nd Ed , Macrow Hill , New York.

5) Rubinstein R.Y And Benjamin Melamed (1998) Modern Simulation And Modeling , John Wiley & Sons Inc. USA.

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

Some Assignment Method And Activity Measure For Air Defence Weapean

Dr. Raad F. Hassan*

Abstract

The goal of the research to apply some of operation research method for air defence weapean and some methods to measure the activity and the range of reliability for some equipment.

The research show that the mathematical and statistical tools gives good idea about our knowlage for our weapean and enemy weapean and give the ways to mixed our weapean to maximize the probability of direct hit for different type of target.

*Al-Rafidain Univ. College

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com