المؤتمر الحادي عشر للملاحة الجوية

مونتريال، ٢٢/٩-٣/١٠/٢٠٠٣

البند رقم ١: استحداث مفهوم تشغيلي عالمي لادارة الحركة الجوية وتقييمه
١-٢: وضع مفاهيم مساندة للمفهوم التشغيلي العالمي لادارة الحركة الجوية

مفهوم استخدام
الاستطلاع التابع التلقائي – الاذاعة (ADS-B)

(مقدمة من الأمانة)

ملخص

تعرض هذه الورقة ما تم احرازه من تقدم في عمل فريق الخبراء المعني بوصلة البيانات التشغيلية (OPLINKP) فيما يتعلق بوضع مفهوم لاستخدام الاستطلاع التابع التلقائي – الاذاعة (ADS-B). ويتضمن المرفق نتائج هذا العمل. ووافقت لجنة الملاحة الجوية على ضرورة عرض مفهوم الاستخدام على المؤتمر.

يرد الاجراء المعروض على المؤتمر في الفقرة ٣.

١- مقدمـــة

١-١ قدم الاجتماع الخامس لفريق خبراء الاستطلاع التابع التلقائي (ADSP/5، أكتوبر ١٩٩٩) تقريرا الى لجنة الملاحة الجوية عن التقدم الذي أحرزته الـــدول، كما تضمن التقرير معلومات عن مدى قدرة الاستطلاع التابع التلقائي – الاذاعة (ADS-B) على تلبية احتياجات محددة، وقدم معلومات تفصيلية عن القضايا التي لا تزال معلقة قبل امكانية تنفيذ هذا البرنامج. وعدلت اللجنة برنامج عمل الفريق لكي يشمل اعداد الاحتياجات التشغيلية لاستخدام نظام لزيادة الوعي بظروف الحركة الجوية، واعداد مفهوم لاستخدام اذاعة الاستطلاع التابع التلقائي والمتطلبات التشغيلية لاستخدامها. والقيام بمهمة الرصد لدى انشاء واستخدام النظم التي تؤمن الفصل بين الطائرات بواسطة أجهزة مركبة على متنها بغية وضع مفهـــوم للاستخدام. ولذلك اشتملت الخطوة الأولى في برنامج العمل على وضـــع مفهوم لاستخدام اذاعة الاستطلاع التابع التلقائي (ADS-B).

٢- المناقشة

٢-١ في الربع الأول من عام ٢٠٠٣، انتهى فريق الخبراء المعني بوصلة البيانات التشغيلية (OPLINKP)، (الذي كان يحمل في الماضي اسم فريق خبراء الاستطلاع التابع التلقائي – الاذاعة) من اعداد مفهوم استخدام "ADS-B"، ويعرّف هذا المفهوم بأنه وصف تفصيلي للطريقة التي يمكن بها استخدام مهمة أو تكنولوجيا معينة. ويرد هذا المفهوم في المرفق بهذه الورقة.

٢-٢ بذل جهد كبير لتضمين مختلف الآراء بشأن دور "ADS-B" من حيث الاستطلاع في الجو وعلى الأرض في المدى القصير والمتوسط. ولا شك أن تركيز مفهوم الاستخدام على استخدامات "ADS-B" في المدى القصير الى المتوسط، مع عدم تقليل امكانية استخدامه على مدى أطول، قد قطع شوطا ما صوب التوصل الى أرضية مشتركة.

٢-٣ وقد وجد فريق الخبراء المعني بوصلة البيانات التشغيلية (OPLINKP)، أن "ADS-B"، يتمتع بخصائص قد تؤهله ليكون نظاما رئيسيا لتوصيل البيانات في بيئة ادارة الحركة الجوية في المستقبل، حيث يتيح قدرات استطلاع جديدة لكل من الأطقم الجوية وخدمات الحركة الجوية على السواء. كما اعتبر أنه عنصر **مساعد** محتمل لسد متطلبات تشغيلية محددة. وقد عكفت أوساط الطيران على بحث هذه التكنولوجيا بغية توفير بديل فعال من حيث التكلفة للأنظمة والتكنولوجيا الحالية. ومع العلم بأن أي نظام جديد ينبغي أن يفي بمتطلبات المحافظة على مستوى السلامة الحالي أو تحسينه، فان عددا كبيرا من المسائل المرتبطة بـــ "ADS-B"، لا يزال بحاجة الى مزيد من البحث. ومن المتوقع أن يقوم عدد كبير من المشاريع الواسعة النطاق التي تستخدم "ADS-B" كنظام أساسي، بتقديم تقارير عن هذه المسائل في السنوات المقبلة. وقد لوحظ أن الدرجة العالية من التنسيق والتعاون بين الدول والمنظمات الدولية، وجهات الصناعة، كانت سمة بارزة في أعمال هذه المشاريع.

٢-٤ وينظر كثير من الأوساط الى نظام "ADS-B" باعتباره برنامجا يعالج الحاجة الى زيادة الوعي بظروف الحركة الجوية المحيطة، كما يتيح ضمان الفصل بين الطائرات أثناء الطيران. غير أنه عند النظر الى البرنامج في اطاره الأوسع، بما في ذلك امكانياته، وتأمين المشاركة الجديدة في المسؤوليات بين طاقم الرحلة الجوية والمراقب الجوي، يجب الاعتراف بأن تطبيق الاجراءات الجديدة ينطوي على تعقيدات أكيدة. ويلزم ايلاء الأهمية لجعله يحظى بقبول الطيارين، ومراقبي الحركة الجوية، وأوساط الطيران عامة، قبل الانتقال الى أي مفهوم جديد لتوفير خدمات الحركة الجوية.

٢-٥ وتجدر الاشارة أيضا الى أن هذه المواد لا تمثل موقفا نهائيا لفريق الخبراء، خاصة وأنه لم يتم التوصل بعد الى اجماع بشأن طائفة من المسائل المرتبطة بتطبيق خدمات "ADS-B". بل أن مفهوم الاستخدام يقدم خلاصة للمسائل الجاري بحثها وتدبرها في أوساط الطيران أساسا. ويأمل فريق الخبراء في أن تكون المعلومات التي قدمها ذات قيمة للمؤتمر، ولا سيما من منظور تدبر الأنشطة المقبلة في الايكاو. وقد أدرك الفريق جيدا أن هناك قدرا كبيرا من العمل الذي يتعين القيام به لزيادة مستوى التفصيلات في الوثيقة. وسيلزم اجراء مزيد من البحث والدراسة لامكانيات زيادة الوعي بظروف الحركة الجوية المحيطة وتقديم المساعدة فيما يتعلق بالفصل بين الطائرات بواسطة الأجهزة المركبة على متنها، في ضوء نظم الاستطلاع الجديدة وأثرها على خدمات الحركة الجوية. على أن الفريق قد اتفق أيضا على ضرورة العمل من أجل التركيز على المتطلبات التشغيلية وتحديد قدرة النظم الجوية والأرضية. كما يتعين اعداد ما يتصل بنظام "ADS-B" من قواعد قياسية، وتوصيات واجراءات ومواد ارشادية.

٢-٦ وبالاضافة الى ما تقدم، يجب ملاحظة أنه مع تطور مفهوم تشغيل ادارة الحركة الجوية (ATM) (انظر الوثيقة AN-Conf/11-WP/4) واقترابه من النضج في أعقاب المؤتمر، سيبدأ على الأرجح العمل على تطوير واعداد مجموعة من متطلبات ادارة الحركة الجوية (ATM) وهي المتطلبات التي ستحدد مساره في المستقبل وتساعد على توجيه العمل على تطويره. ومع تزايد الخبرة والمعرفة ببرنامج "ADS-B" وتطور العمل المتعلق بمتطلبات ادارة الحركة الجوية، سيزداد وضوح دور "ADS-B" كتطبيق مهم لتوصيل البيانات وعنصر من عناصر مفهوم النظام المقبل. وستساعد نتائج وتوصيات المؤتمر على توجيه أعمال تطوير متطلبات ادارة الحركة الجوية، بناء على مفهوم ومتطلبات تشغيل "ADS-B".

٣- الاجراء المعروض على المؤتمر

٣-١ يدعى المؤتمر لمراجعة وتقييم مفهوم استخدام اذاعة الاستطلاع التابع التلقائي (ADS-B) في المرفق بهذه الوثيقة، واصدار توصيات للايكاو بشأن مزيد من العمل في هذا الصدد.

— — — — — — —

المرفق

مفهوم استخدام
الاستطلاع التابع التلقائي — الاذاعة
(ADS-B)

الفهرس

الفهرس A-2
قائمة المختصرات A-4
تصدير A-6
المصطلحات A-7

الفصل الأول – مقدمة A-8
١-١ الهدف والنطاق A-8
١-٢ خلفية A-8
١-٣ نظرة عامة على المفهوم A-9

الفصل الثاني – مفهوم للمراقبة باستخدام ADS-B A-10
٢-١ عـــام A-10
٢-٢ الوظائف التي يمكن أن يؤديها ADS-B A-10
٢-٣ دور ADS-B في ادارة الحركة الجوية (ATM) A-11
٢-٣-٧ تحسينات ومزايا النظام من زاوية ادارة الحركة الجوية A-12
٢-٤ تطبيقات ADS-B A-13
٢-٤-١ نظرة عامة A-13
٢-٤-٢ تطبيقات المراقبة الأرضية A-14
٢-٤-٣ تطبيقات المراقبة عن طريق الأجهزة المركبة بالطائرة A-15
٢-٤-٤ تطبيقات أخرى A-17

الفصل الثالث – سيناريوهات تشغيل A-18
٣-١ وصف لـــ ADS-B وبيئته A-18
٣-٢ وصف السيناريو A-18
٣-٢-٢ سيناريو العمليات الأرضية A-18
٣-٢-٣ سيناريو ازدحام في المحطة النهائية والفضاء الجوي أثناء الطريق A-20
٣-٢-٤ سيناريو مرحلة "أثناء الطريق" في فضاء جوي منخفض الكثافة A-21
٣-٢-٥ سيناريو فضاء جوي نهائي بدون رادار A-22

الفصل الرابع – مسائل A-25
٤-٢ مسائل فنية A-25
٤-٢-١ معايير فنية A-25
٤-٢-٢ النوع التابع للاستطلاع المستند الى بيانات الملاحة A-25
٤-٢-٣ سلامة بيانات خطة الطيران A-25
٤-٢-٤ التركيب في المطارات A-25
٤-٢-٥ المحطات الأرضية الموجودة في مناطق نائية A-26
٤-٢-٦ تكييف النظام الآلي A-26
٤-٢-٧ الأمـــن A-26

٤-٢-٨ أداء وصلة البيانات A-27
٤-٣ مسائل تشغيل A-28
٤-٣-١ مسائل تتعلق بالعوامل البشرية A-28
٤-٣-٢ مسائل تتعلق بتطوير الاجراءات ومعايير الفصل وتصميم الفضاء الجوي..... A-29
٤-٣-٣ تجهيزات أساطيل الطائرات A-29
٤-٣-٤ مسائل تتعلق بفترة الانتقال A-29
٤-٣-٥ مسائل مؤسسية A-29
٤-٣-٦ مسائل بيئية..... A-30

الفصل الخامس– التنفيـــذ A-31
٥-١ التخطيط..... A-31
٥-١-٢ فريق تنفيذ لضمان التنسيق الدولي..... A-31
٥-١-٣ توافق النظام..... A-31
٥-١-٤ التكامل..... A-32
٥-٢ قائمة التنفيذ..... A-32
٥-٢-٣ مرحلة المفهوم..... A-33
٥-٢-٤ مرحلة التصميم A-34
٥-٢-٥ مرحلة التنفيذ A-35

قائمة المختصرات

ADS	automatic dependent surveillance	الاستطلاع التابع التلقائي
ADS-B	automatic dependent surveillance — broadcast	الاستطلاع التابع التلقائي — الاذاعة
ADS-C	automatic dependent surveillance — contract	الاستطلاع التابع التلقائي — العقد
ADSP	ADS Panel (of ICAO)	فريق الاستطلاع التابع التلقائي التابع للايكاو
AIS	aeronautical information services	خدمات معلومات الطيران
APW	area proximity warning	نظام التحذير بالاقتراب من المنطقة
ASAS	airborne separation assistance system	نظام المساعدة المحمول على المتن للفصل بين الطائرات
ASDE	airport surface detection equipment	معدات كشف أرض المطار
ASM	airspace management	ادارة الفضاء الجوي
ATC	air traffic control	مراقبة الحركة الجوية
ATFM	air traffic flow management	ادارة تدفق الحركة الجوية
ATM	air traffic management	ادارة الحركة الجوية
ATMCP	Air Traffic Management Operational concept Panel	الفريق المعني بمفهوم تشغيل ادارة الحركة الجوية
CAP	controller access parameters	مؤشرات مداخل المراقب الجوي
CDTI	cockpit display of traffic information	شاشة عرض معلومات الحركة الجوية بمقصورة القيادة
CNS	communications, navigation and surveillance	الاتصالات والملاحة والاستطلاع
CPDLC	controller-pilot data link communications	اتصالات وصلة البيانات بين المراقب الجوي والطيار
DLIC	data link initiation capability	القدرة على بدء وصلة البيانات
ELT	emergency locator transmitter	جهاز ارسال تحديد موقع الطوارئ
ETA	estimated time of arrival	الوقت المقدر للوصول
FANS	future air navigation systems	أنظمة المستقبل للملاحة الجوية
F&CM	flow and capacity management	ادارة التدفق والسعة
FIS-B	flight information service — broadcast	خدمة معلومات الطيران — الاذاعة
FMS	flight management system	نظام ادارة الطيران
GNSS	global navigation satellite system	النظام العالمي للملاحة بالأقمار الصناعية
GPW	ground proximity warning	نظام التحذير بالاقتراب من الأرض
HF	high frequency	تردد عال

HMI	Human-machine interface	التواصل بين العنصر البشري والآلة
IAF	Initial approach fix	النقطة المحددة فلكيا للاقتراب المبدئي
ICAO	International Civil Aviation Organization	منظمة الطيران المدني الدولي
IFR	instrument flight rules	قواعد الطيران الآلي
MSAW	minimum safe altitude warning	التحذير بشأن أقل ارتفاع آمن
MTCD	medium term conflict detection	كشف التضارب على المدى المتوسط
OPLINKP	Operational Data Link Panel	الفريق المعني بتشغيل وصلة البيانات
PSR	primary surveillance radar	رادار باحث أولي
SAR	search and rescue	البحث والانقاذ
SARPs	Standards and Recommended Practices	القواعد وأساليب العمل الموصى بها
SMC	surface movement control	مراقبة الحركة الأرضية
SSR	secondary surveillance radar	رادار باحث ثانوي
STCA	short term conflict alert	تحذير من التضارب على المدى القصير
TIS-B	traffic information service — broadcast	خدمة معلومات الحركة الجوية — الاذاعة
VFR	visual flight rules	قواعد الطيران البصري
VMC	visual meteorological conditions	الظروف الجوية للطيران البصري

تصدير

تتضمن هذه الورقة عرضا لمفهوم استخدام الاستطلاع التابع التلقائي – الاذاعة (ADS-B)، ولذا تقدم وصفا لنظـــام ADS-B ودوره بالتفصيل كأداة تسهل ادخال تغييرات مهمة على النظم المستقبلية للاتصالات والملاحة والاســـتطلاع/ادارة الحركـــة الجوية (CNS/ATM).

ان وصف دور نظام ADS-B سيراعي عدم التجانس والتطور في البنية الأساسية الأرضية وقدرات مختلف الطائرات ونظم الفضاء الجوي، مما يؤثر بشكل كبير على عملية الانتقال من النظام الحالي الى النظام المستقبلي.

ويُوضح مفهوم استخدام نظام ADS-B عن طريق عدد من سيناريوهات التشغيل، التي تصف مختلـــف مراحـــل الطيـــران المحتملة في بيئة "من البوابة الى البوابة"، بما في ذلك مراقبة المطار. وتبين السيناريوهات التواصل بين العناصر الجويـــة والأرضية والبشرية والآلية في النظام. علاوة على ذلك، تصف السيناريوهات عددا من التطبيقات التي يـــدعمها النظـــام ودور ADS-B كأداة مساعدة في بيئة مراقبة مختلطة. وتجب الاشارة الى أن القصد من هذه السيناريوهات هو اعطاء أمثلة توضيحية، وليس اضافة جميع الاستخدامات الممكنة لنظام ADS-B .

ويصف مفهوم استخدام ADS-B دور هذا النظام في مساندة خدمة المراقبة في المستقبل، وهو ما يتخطى بمســـافة طويلـــة خدمة المراقبة التقليدية الحالية ذات القاعدة الأرضية، اذ يتسع نطاقه ليشمل الاستخدام جو– جو، مع القدرة على تقديم بيانات اضافية مثل متجه الحالة (الموقع بأبعاده الثلاثة + السرعة (state victor)) والمسار المقصود. أما مستويات المراقبة التـــي يخدمها ADS-B فهي المراقبة الأساسية، والمراقبة المعززة (باستخدام متجه الحالة) والمراقبة القائمة على خطـــة الطيـــران (باستخدام المسار المقصود (trajectory intent)) على الأرض وفي الجو، حسب الحال.

ويلاحظ أن دور ADS-B الوارد تفصيلا في مفهوم الاستخدام هو دور تكميلي لأدوات مساعدة أخرى مثل الرادار الباحـــث الثانوي (SSR)، أو الرادار الباحث الثانوي – المنوال S (SSR Mode S) أو الاستطلاع التابع التلقائي – الاتفاق (ADS-C).

وتتضمن الوثيقة أيضا تحليلا للتأثير المترتب على ادخال نظام ADS-B على مختلف المستويات (التشغيلية والتنظيمية الخ).

المصطلحات

نظام المساعدة المحمول على المتن للفصل بين الطائرات (ASAS) (قيد التطوير): هو نظام جوي يستند الى الاستطلاع الجوي لمساعدة طاقم الطائرة على الفصل بين طائرته وغيرها من الطائرات.

اتفاق الاستطلاع التابع التلقائي (ADS contract): هو وسيلة يمكن بواسطتها تبادل شروط اتفاق استطلاع تابع تلقائي (ADS) بين النظام الأرضي والطائرة، حيث يتم تحديد الشروط والأحوال التي تبدأ في ظلها تقارير (ADS)، والبيانات التي تتضمنها التقارير.

ملحوظة: الاصطلاح "اتفاق ADS" (ADS contact) هو اصطلاح عام يعني عدة أشياء مختلفة: اتفاق ADS بشأن حدث معين، أو اتفاق ADS بناء على الطلب، أو اتفاق ADS دوري، أو منوال طوارئ. ويمكن القيام بتحويل تقارير ADS بين الأنظمة الأرضية.

اتصالات وصلة البيانات بين المراقب الجوي والطيار (CPDLC): تطبيق لوصلة بيانات يقدم وسيلة اتصال بين المراقب الجوي والطيار باستخدام وصلة بيانات لاتصالات مراقبة الحركة الجوية.

الاستطلاع التابع التلقائي – الاذاعة (ADS-B) (قيد التطوير): هو أسلوب فني للاستطلاع يمكن الطائرات ومركبات المطارات وغيرها من القيام آليا بتحويل و/أو استلام بيانات مثل تحديد الهوية والموقع الرباعي الأبعاد وغير ذلك من البيانات الاضافية التي قد يتطلبها الموقف في شكل اذاعي عبر وصلة بيانات. وبالنسبة للطائرات ومركبات المطارات تشتق البيانات من أنظمة الملاحة الجوية الموجودة على متن الطائرة وأنظمة تحديد الموقع.

الفصل الأول – مقدمـــة

١-١ الهدف والنطاق

١-١-١ تهدف هذه الوثيقة الى تطوير مفهوم استخدام لنظام الاستطلاع التابع التلقائي – الاذاعة (ADS-B). ويجـــري حاليا تطوير واختبار هذه التكنولوجيا، بل واستخدامها تشغيليا، في عدد من المناطق في العالم. غير انه لم يتم بعد تطـــوير المعايير الدولية اللازمة لادخال نظام ADS-B في النظام العالمي المستقبلي للاتصالات والملاحة والاستطلاع/ادارة الحركة الجوية CNS/ATM. وتمثل هذه الوثيقة خطوة أولى في هذه العملية التي تقوم بها الايكاو.

١-١-٢ كان الهدف الذي حددته لجنة الملاحة الجوية لفريق الخبراء المعني بوصلة البيانات التشغيلية (OPLINK) هو "تطوير مفهوم استخدام ومتطلبات تشغيل لتطبيق نظام ADS-B". وينحصر نطاق هذه الوثيقة في الجزء المتعلـــق بمفهـــوم استخدام هذه المهمة، اذ لا تتضمن متطلبات تشغيلية محددة، رغم أن محتوياتها ستقود بشكل طبيعي الى تطـــوير متطلبـــات تشغيل نظام ADS-B.

١-٢ خلفيـــة

١-٢-١ وافقت الايكاو، في أوائل التسعينات، على مفهوم "نظام الملاحة الجويـــة المســـتقبلي" (FANS) القـــائم علـــى تكنولوجيا الأقمار الصناعية، وهو ما تطور فيما بعد الى "نظام الاتصالات والملاحة والاستطلاع/ادارة الحركـــة الجويـــة" (CNS/ATM). فنظام المراقبة الجوية التقليدي يعاني من بعض القيود التي تحد من قدراته في البيئة الحاليـــة والمســـتقبلية لادارة الحركة الجوية (ATM). وتشمل هذه القيود ما يلي:

أ) محدودية أو انعدام المراقبة التقليدية، بما في ذلك المناطق القاريـــة غيـــر المجهـــزة، والارتفاعـــات المنخفضة، والمناطق غير القارية، والتحركات على الأرض، ومخروطات السكون، والمناطق العمياء، والمسح بالهوائيات الخ. ويترتب على ذلك في بعض الحالات (كما في منـــاطق المحيطـــات) نشـــوء الحاجة الى المراقبة الاجرائية باستخدام تقارير الابلاغ الصوتي عن الموقع.

ب) دوران ميكانيكي للهوائيات الرادارية التقليدية، مما يضعف من فاعلية فترات المسح وقصور في تكييف معدل الابلاغ بما يتواءم مع احتياجات مراقبة الحركة الجوية *(ملحوظة: قد تقدم هوائيـــات E-SCAN بديلا في هذه الحالة)*.

ج) التشويش، والخلط، والانشطار.

د) عدم توفر البيانات المستمدة من الطائرة ذاتها، عدا المنوال A/C (Mode A/C) لبيانات تمييز الهويـــة وبيانات الارتفاع.

هـ) عدم تجانس التشغيل بسبب تنوع الأنظمة التي تختلف فيما بينها من حيث الأداء والقدرات.

و) نقص شفرات المنوال A (Mode A codes) في بعض المناطق (لا يتوفر منه حاليـــا الا 4 096)، ممـــا يتطلب تغييرات في الشفرة أثناء الطيران، وهو ما قد يؤدي أيضا الى ارباك القدرة على تمييز الهوية.

ز) عدم القدرة على دعم الاستخدامات المرتبطة بتحسين الوعي بالظروف المحيطة مستقبلا نظـــرا لعـــدم توفر بيانات المراقبة المناظرة لدى الطاقم الجوي.

ح) عدم القدرة على مساندة تطبيقات المراقبة الأرضية في المطار.

١-٢-٢ بسبب القيود المذكورة في الفقرات السابقة، علاوة على التكلفة، لن تستطيع أنظمة المراقبة الحالية أن تصل الى المستويات المطلوبة من حيث القدرة والمرونة والكفاءة، حيث ستشتد الضغوط بفعل نمو النقل الجوي المتوقع في المستقبل. وقد تم تطوير عدد من تكنولوجيات المراقبة لمعالجة القيود المذكورة، ومن ضمن هذه التكنولوجيات: الرادار الباحث الثانوي – المنوال S (SSR Mode S) مع خدمات معززة، الاستطلاع التابع التلقائي – الاتفاق (ADS-C)، والاستطلاع التابع التلقائي – الاذاعة (ADS-B).

١-٣ نظرة عامة على المفهوم

١-٣-١ حدد الاجتماع الأول لفريق الخبراء المعني بمفهوم ادارة الحركة الجوية (ATMCP/1) مفهوم تشغيل ادارة الحركة الجوية على أنه وصف للخدمات التي ستكون مطلوبة لتشغيل نظام النقل الجوي العالمي حتى سنة ٢٠٢٥ وما بعدها. ويعالج مفهوم التشغيل ما هو مطلوب لزيادة مرونة الاستخدام وتنظيم كفاءة وفعالية التشغيل من أجل تقوية قدرة النظام وتحسين مستويات الأمان في نظام ادارة الحركة الجوية في المستقبل. وقد أدى العمل الواسع النطاق الذي تم، أو الذي يجري حاليا، الى اقناع الايكاو بأن القدرات الوظيفية لنظام ADS-B تنطوي على امكانيات قد تجعل منه أحد العناصر الرئيسية الضرورية لتحقيق هذه الأهداف المتعلقة بمفهوم التشغيل.

١-٣-٢ يصف مفهوم استخدام نظام ADS-B دور هذا النظام باعتباره واحدا من الأدوات المساعدة الخاصة بنظام CNS/ATM المستقبلي. ويتضمن الفصل الثاني وصفا لنظام ADS-B في هذا الاطار، حيث يشمل الوصف دور نظام ADS-B في ادارة الحركة الجوية، وتحسينات التشغيل، والتطبيقات القياسية. ويجري تبيان الأخيرة في الفصل الثالث من خلال استخدام عدد من سيناريوهات التشغيل، التي تشمل جميع مراحل الطيران من البوابة الى البوابة، كما تشمل جوانب معينة من التعامل على المستويات جو/جو، وجو/أرض وأرض/جو وأرض/أرض، اضافة الى العناصر البشرية والآلية في النظام. وأخيرا، يعالج الفصل الرابع عددا من المسائل الواجبة التدبر، بينما يتحدث الفصل الخامس عن التطبيق بواسطة الدول.

١-٣-٣ أثناء تطوير مفهوم الاستخدام الخاص بـ ADS-B، تم النظر في أدوات التمكين الموجودة الأخرى (ADS-B وTIS-B[1] وCPDLC، الخ) بغية تحديد أدوارها التكميلية في مختلف سيناريوهات التشغيل.

١-٣-٤ الهدف النهائي هو تطوير فهم مشترك لشروط وتعاريف واحتمالات استخدام ADS-B في بيئة المستقبل. وهناك هدف ثانوي يتمثل في أن يكون التنفيذ أثناء مختلف مراحل التطوير في وقت مبكر بما فيه الكفاية لتسهيل التطوير والتأثير عليه.

---

[1] TIS-B هي خدمة تمكن من اذاعة بيانات الموقع وغيرها من البيانات بخصوص الطائرات غير المجهزة بنظام ADS-B عن طريق ADS-B. وينظر اليها كوسيلة مهمة لمساندة خدمات ADS-B أثناء فترة الانتقال حين يكون من غير الممكن أو من المكلف تجهيز جميع الطائرات بنظام ADS-B.

الفصل الثاني — مفهوم للمراقبة باستخدام ADS-B

٢-١ عـــام

٢-١-١ تستخدم المراقبة في مجال الطيران المدني لعدد من الأغراض المتنوعة، بما في ذلك ادارة الحركة الجويـــة ATM، والابلاغ عن الأحوال الجوية، وتجنب التضاريس الأرضية الخطرة، وعمليات البحث والانقاذ. ويستخدم حاليا عدد من التكنولوجيات المتنوعة لتقديم بيانات المراقبة لادارة الحركة الجوية ATM، لكن اثنتين منها فقط تتسمان باستقلالية تامة عن الأهداف موضع المراقبة (والتي قد تشمل – أي الأهداف – طائرات ومركبات ومجموعة متنوعة من وسائل الحركـــة و"المرور")، وهاتان التكنولوجيتان هما "رؤية الهدف" و"الرادار الباحث الأولي" (PSR) .

٢-١-٢ تتطلب جميع الأساليب الأخرى، بما في ذلك SSR وADS-C وADS-B وبلاغات الموقع من CPDLC تعاونـــا بدرجات متفاوتة من جانب الهدف وحمل معدات تسهل خدمتها للتمكين من تبادل بيانات المراقبة. مثال ذلك انه يتعين فـــي حالة الابلاغ الصوتي عن الموقع أو بواسطة CPDLC، استخدام معدات اتصال معينة، كما أن هـــذين النظـــامين "تـــابعين" لبيانات الملاحة الجوية ذات الأربعة أبعاد، التي تتحدد بواسطة الكترونيات الطيران.

٢-١-٣ يكمّل نظام SSR Mode S معلومات المنوال A/C (Mode A/C) (تمييز الهوية والارتفاع) عن طريق اضـــافة عنوان موسع للطائرة ووصلة بيانات في اتجاهين. كذلك فقد مكن المنوال S (Mode S) من تطوير نظـــام تجنـــب تصـــادم الطائرات (ACAS).

٢-١-٤ كما يدل الاسم، يمكن اعتبار ADS نظاما هجينا من أساليب المراقبة "التقليدية"، حيث يمزج الاعتمـــاد علـــى بلاغات الموقع بالآلية التي تتسم بها ردود SSR. وتتم بلاغات ADS-C طبقا لاتفاق بين خدمة الحركة الجوية والطـــائرة. وكما في حالة الرادار، لا تصل هذه البلاغات الى أي طائرة أخرى، كما أن الفترات الفاصلة بين البلاغات طويلة نســـبيا. وعلى عكس ذلك تذاع بيانات ADS-B بتواتر أعلى، كما تتيح القدرة على المراقبة بأجهزة محمولـــة جـــوا، عـــلاوة علـــى المراقبة الأرضية "الشبيهة بالرادار". وتتمثل احدى المزايا الرئيسية في ADS-B وADS-C وMode S في القدرة على نقـــل متجه الحالة وبيانات خطة الطيران.

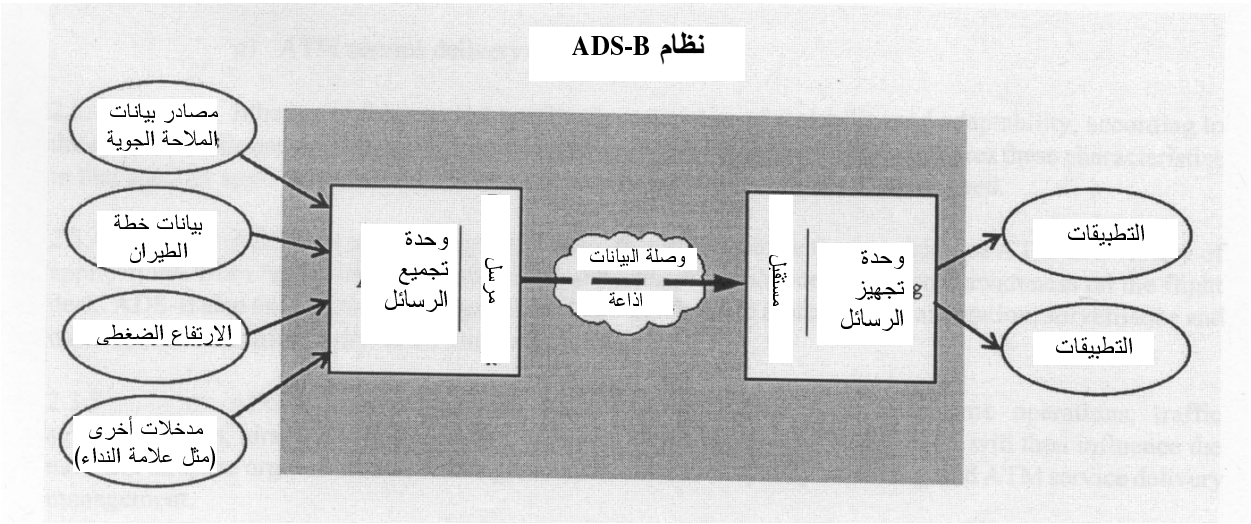
ملحوظة: يمكن استخدام Mode S لنقل معلومات خطة الطيران للنظام الأرضي ولكن ليس لطائرة أخـــرى، وهو ما يمكن أن يتم باستخدام ADS-B.

٢-٢ الوظائف التي يمكن أن يؤديها ADS-B

٢-٢-١ ADS-B هو أحد تطبيقات المراقبة التي تسمح بالابلاغ الدوري عن المؤشرات، مثل الهوية والموقع وموثوقية الموقع، عن طريق وصلة بيانات ذات منوال اذاعي. ويمكن لأي مستخدم موجود في نطاق الاذاعة، سواء كان طائرة في الجو أو عنصر أرضي، أن يختار استقبال هذه المعلومات أو تجهيزها أو عرضـــها. وتـــذاع معلومـــات ADS-B دون أي معرفة بكنة المستخدمين الذين قد يستقبلونها ودون توقع الحصول على اخطار أو رد بالاستلام. وبالاضافة الى الطـــائرات والناقلات، يمكن استخدام النظام لتمييز المخاطر مثل العقبات وممارسي رياضة الغطس الجوي، الخ.

٢-٢-٢ ADS-B نظام آلي بمعنى أن تحويل المعلومات بواسطته لا يحتاج الى طاقم طائرة أو الى مراقب، وهو نظام مراقبة تابع من حيث أن معلومات المراقبة التي يمكن الحصول عليها منه تتوقف على نوع الملاحة وقدرات الاذاعـــة فـــي المصدر المرسل، أي جهة الارسال.

٢-٢-٣ يتكون نظام ADS-B من العناصر أو المكونات التالية (الشكل رقم ١): نظام ارسال فرعي في المصدر (في الطائرة أو المركبة أو العقبة) به قدرات لتجهيز الرسائل وأداء وظائف الارسال، ووسيط لوصلة بيانـــات اذاعيـــة، ونظـــام استقبال فرعي يستطيع استقبال الرسائل والابلاغ بوظائف التجميع في جهة الاستقبال، سواء كانت الطـــائرة أو المركبـــة أو النظام الأرضي. وتجب الاشارة الى أن بعض مستخدمي ADS-B قد يمكنهم الارسال ولكن لا يمكنهم الاستقبال، وأن بعض المستخدمين على الأرض قد يمكنهم الاستقبال ولا يمكنهم الارسال.



الشكل رقم ١: العلاقة الوظيفية بين ADS-B وتطبيقات المراقبة الجوية

٢-٢-٤ لا يعتبر مصدر ارسال المعلومات ولا تطبيقات المستخدم جزءا من نظام ADS-B، لكن أداءهما يجب أن يدخل في تعريف الأداء لنظام ADS-B.

٢-٣ دور ADS-B في ادارة الحركة الجوية (ATM)

٢-٣-١ يرد وصف لادارة الحركة الجوية (ATM) في مفهوم تشغيل ATM الذي اقترحه فريق "مفهوم تشغيل ادارة الحركة الجوية" في اجتماعه الأول في مونتريال خلال الفترة ١٨-٢٠٠٢/٣/٢٨ وعرضه على مؤتمر الملاحة الجوية الحادي عشر (في مونتريال في ٩/٢٢ - ٢٠٠٣/١٠/٣)، حيث توصف ادارة الحركة الجوية ATM بأنها ادارة ديناميكية ومتكاملة لحركة المرور الجوي وللفضاء الجوي بشكل مأمون واقتصادي وفعال عن طريق تقديم التجهيزات والخدمات بالتعاون مع جميع الأطراف المعنية. ويصف مفهوم التشغيل أيضا نظاما يقدم ادارة للحركة الجوية عن طريق التعاون التكاملي بين العناصر البشرية، والمعلومات والتكنولوجيا والتجهيزات والمرافق والخدمات، كل ذلك مدعوما بالاتصالات ذات القواعد الجوية و/أو الأرضية و/أو الفضائية، والملاحة، والاستطلاع.

٢-٣-٢ ويحدد مفهوم التشغيل المذكور سبع مكونات تعتمد على بعضها البعض في نظام ادارة الحركة الجوية في المستقبل، وهذه المكونات هي:

أ) تنظيم وادارة الفضاء الجوي.

ب) عمليات المطار.

ج) الموازنة بين الطلب والسعة.

د) احداث التوافق في حركة المرور.

هـ) ادارة التضارب.

و) عمليات مستخدم الفضاء الجوي.

ز) ادارة عمليات تقديم خدمات ادارة الحركة الجوية.

٢-٣-٣ يتضمن المفهوم سمتي التصاعدية وامكانية التكيف تبعا للاحتياجات المعينة ولبيئة التشغيل في كل دولة وكل منطقة. ويشترك ADS-B في هذه السمات من حيث امكانية تنفيذ تطبيقات معينة له طبقا لاحتياجات معينة.

٢-٣-٤ ADS-B هو نظام تمكين يؤدي الى تحسين ادارة الحركة الجوية في عدد متنوع من التطبيقات، تتراوح بين تلك المتعلقة بمراقبة الحركة الجوية "بشكل يشبه الرادار" الى تحسين الوعي بالظروف المحيطة في مقصورة قيادة الطائرة. كذلك يمكن النظام من تبادل المعلومات المرتبطة بالأرصاد والملاحة والمراقبة وغير ذلك من معلومات التشغيل، وذلك بشكل متكامل.

٢-٣-٥ سيكون لتطبيقات ADS-B آثار مباشرة على عمليات المطار وتنسيق الحركة الجوية وعمليات مستخدم الفضاء الجوي وادارة التضارب، وسيكون لهذه الآثار تداعيات على طبيعة تنظيم وادارة الفضاء الجوي، والموازنة بين الطلب والسعة، وادارة عمليات تقديم خدمات ادارة الحركة الجوية.

٢-٣-٦ والخلاصة انه يجب التأكيد على أن ADS-B يمكن أن يغطي المراقبة "من البوابة الى البوابة"، أي منذ أول لحظة لوجود الطائرة على الأرض وخلال كافة مراحل الطيران الى أن تهبط مرة ثانية وحتى لحظة توقف محركاتها عن العمل عند جهة المقصد.

٢-٣-٧ **تحسينات ومزايا النظام من زاوية ادارة الحركة الجوية**

٢-٣-٧-١ من المتوقع أن يضفي ADS-B وتطبيقاته تحسينات تشغيل هامة عن طريق معالجة بعض نواحي المحدودية التي يتسم بها نظام المراقبة الحالي، وضبط عبء العمل بين المراقب وطاقم الطائرة عند درجة مثلي، مع مزايا في مجالات السلامة والسعة والكفاءة والتأثير على البيئة، مما يسهم بالتالي في تحقيق الأهداف العامة للاتصالات والملاحة والاستطلاع/ادارة الحركة الجوية CNS/ATM. وتشمل مثل هذه المزايا:

أ) توسيع نطاق غطاء المراقبة الجوية ليشمل الارتفاعات المنخفضة (تحت المنطقة التي يغطيها الرادار حاليا) والمناطق التي لا يغطيها أي نطاق راداري في الوقت الحالي، مما يؤدي الى زيادة كفاءة استخدام الفضاء الجوي.

ب) التمكين من تقديم خدمة مراقبة "من البوابة الى البوابة" تتسم باتساق تام لا فقط الى الطيران المدني الدولي ولكن أيضا الى الطيران عموما والعمليات العسكرية.

ج) استخدام بيانات مأخوذة من الطائرة في عدد متنوع من الأنظمة مثل التحذير الأرضي ضد التضارب المحتمل الصادر عن قاعدة أرضية والتحذير بشأن أدنى ارتفاع مأمون والتحذير ضد الاقتراب من مناطق الخطر، وأدوات آلية للمساندة، وتجهيز وتوزيع بيانات المراقبة الجوية ــ بالاضافة الى تمكين المراقب من الوصول الى مؤشرات متجه الحالة (يشار اليها أحيانا باسم مؤشرات مداخل المراقب (CAP)).

د) مراقبة جوية لديها القدرة على تحسين وعي طاقم الطائرة بالظروف المحيطة وعلى التمكين من ادخال أنظمة محمولة على المتن تساعد على الفصل بين الطائرات.

هـ) زيادة سلامة وسعة المطارات، خاصة في حالات ضعف الرؤية، عن طريق تقديم مراقبة أرضية بالمطار وفي نفس الوقت الحماية من التعدي على المدرجات. ويمكن ADS-B من تمييز هوية ورصد المركبات المعنية في المطار، علاوة على الطائرات.

و) تؤدي التغييرات في تقسيم الفضاء الجوي الى قطاعات وفي هيكل الطرق الجوية بفعل تحسن المراقبة الى رفع كفاءة التوجيه.

ز) خفض تكاليف البنية الأساسية. وقد يمكن الاستغناء عن بعض أجهزة الرادار، لا سيما في حالة الفضاء الجوي الذي تكون كل الطائرات به مجهزة بـADS-B. وبينما المشترط حاليا هو تعدد التغطية من جانب المراقبة، ترتفع كفاءة البنية الأساسية للمراقبة الى حدودها المثلى بفعل استخدام أكفأ مزيج من مجسات الرادار وADS-B. وبالتالي قد يؤدي استخدام ADS-B الى خفض العدد المطلوب من هذه المجسات.

ح) توفير في التكاليف بفعل تطبيق نظام المراقبة المستند الى ADS-B مما يؤدي الى تجنب التكاليف المرتبطة بالعمر الافتراضي والمتعلقة بالتركيب والصيانة واستخدام أنظمة المراقبة الحالية المعتمدة على الرادار.

٢-٣-٧-٢ لا شك أن هناك أنواعا أخرى من التكنولوجيا يمكن أن تقدم بعضا من المزايا المذكورة أعلاه، مثل المراقبة المعززة – المنوال S (Mode S) وADS-C والأنظمة الأرضية التعددية.

٢-٤ تطبيقات ADS-B

٢-٤-١ نظرة عامة

٢-٤-٢ يجري حاليا بحث عدد من التطبيقات، بل وتنفيذها في بعض الحالات، وذلك في جهد يرمي الى تحقيق تحسينات التشغيل المشار اليها أعلاه. وليس القصد من مثل هذه التطبيقات أن تكون شاملة مانعة، لكنها تغطي جزءا من التطبيقات موضع النظر خلال الأجل القصير – المتوسط. ولما كانت مرحلة التطور لكل خدمة من الخدمات تختلف عن مراحل تطور غيرها، فلم تدرج في السيناريوهات (الفقرة ٣-٢) الا بعض التطبيقات الواردة في الجدول (أ).

الفئة	التطبيق
تطبيقات مراقبة من قواعد أرضية	أ) مراقبة ادارة الحركة الجوية في الفضاء مع تغطية رادارية. ب) مراقبة ادارة الحركة الجوية في الفضاء دون تغطية رادارية. ج) مراقبة أرض المطار. د) بيانات مأخوذة من الطائرة لأجل أدوات ادارة الحركة الجوية من قواعد أرضية.
تطبيقات مراقبة بأجهزة على متن الطائرة	أ) الوعي بالظروف المحيطة: ١) تحسين الوعي بظروف الحركة الجوية على أرض المطار. ٢) تحسين الوعي بظروف الحركة الجوية أثناء عمليات الطيران. ٣) تحسين مجال الرؤية. ٤) تحسين عمليات الاقتراب المتتالية بالرؤية. ب) ضبط المسافات بين الطائرات والفصل بينها بواسطة أجهزة مثبتة على متنها. ١) تحسين عمليات ترتيب وتقابل المسارات. ٢) اجراء التعقب. ٣) تحسين عمليات التجاوز وتقاطع المسارات.

الفئـــة	التطبيـــق
تطبيقات أخرى	التحكم في ساحة وقوف الطائرات/ادارة البوابات رصد الضوضاء متابعة الطيران (للمراقبة التشغيلية لعمليات الطيران، مدارس الطيران) تحديد الرسوم التي تفرض على الطائرات التي تستخدم مطارات في مناطق نائية تحسين الوعي بالعقبات المحيطة البحث والانقاذ SAR، أجهزة الارسال لتحديد الموقع في حالات الطوارئ ELT، الاستجابة لحالات الطوارئ.

الجدول رقم ١: التطبيقات الممكنة لـــADS-B،
موضع النظر حاليا كتطبيقات مرشحة للتنفيذ في المستقبل

٢-٤-٢ تطبيقات المراقبة الأرضية

٢-٤-٢-١ مراقبة الحركة الجوية في الفضاء الجوي المغطى راداريا

٢-٤-٢-١-١ قد يؤدي تحسن الدقة وارتفاع معدلات تواتر تحديث البيانات في بلاغات ADS-B، علاوة على غير ذلك من القدرات، الى تحسين خدمات المراقبة والسماح بخفض معايير الفصل بين الطائرات.

٢-٤-٢-١-٢ سيؤدي هذا التطبيق الى تحسين مراقبة الحركة الجوية المعتمد حاليا على الرادار، في مرحلة "أثناء الطريق". ومن أمثلة التحسينات المذكورة حالة المراقبة في المناطق التي يشملها غطاء راداري واحد، ففي حالات استخدام الرادار الباحث الثانوي SSR، يمكن أن يخدم ADS-B كنظام ظهير ويكمل مهام تحديث بيانات تحديد الموقع راداريا بفعل زيادة عدد البلاغات عن الموقع، وفي حالات استخدام الرادار الباحث الأولي PSR، يمكن أن يقدم ADS-B بيانات اضافية مثل هوية الطائرة والارتفاع البارومتري.

٢-٤-٢-١-٣ يمكن في هذه البيئات أن يقدم ADS-B أيضا بيانات اضافية مستمدة من الطائرة يمكن أن تؤدي الى تحسين عمليات تجهيز بيانات المراقبة (مثل بيانات خطة الطيران ومتجه الحالة).

٢-٤-٢-٢ مراقبة الحركة الجوية في المجال الجوي الخالي من التغطية الرادارية.

٢-٤-٢-٢-١ يتيح هذا التطبيق مراقبة الحركة الجوية في المناطق التي لا يغطيها الرادار (مثل المناطق القارية النائية والمناطق اللااقليمية (offshore) للعمليات أو مناطق محيطية معينة). والهدف هو تحسين معلومات الحركة الجوية وخدمات الفصل بين الطائرات.

٢-٤-٢-٢-٢ وحتى حين يكون ADS-C مستخدما، يمكن أن يعمل ADS-B على زيادة تواتر عمليات تحديث بيانات الموقع مما يتيح امكانية خفض الحدود الدنيا لمسافات الفصل بين الطائرات.

٢-٤-٢-٣ المراقبة الأرضية من المطارات

٢-٤-٢-٣-١ يقدم هذا التطبيق مصدرا جديدا للمعلومات المرتبطة بالمراقبة من المطار مما يؤدي الى زيادة أمان وكفاءة عمل ادارة الحركة على الأرض في المطارات. ويمكن أيضا تجهيز المركبات الأرضية المعنية في المطار بـــ ADS-B وعرضه، الى جانب الطائرات، على شاشة عرض.

٢-٤-٢-٣-٢ يساند ADS-B أيضا عمليات اكتشاف التضارب من التجهيزات الأرضية حيث أنه يجدد بشكل متواتر البيانات المتعلقة بمواقع الطائرات والمركبات، مما يمكن من مراقبة الطائرات والمركبات للحماية من التعديات على المدرج.

٢-٤-٢-٤ بيانات مستمدة من الطائرات لأدوات ادارة الحركة الجوية من قواعد أرضية

٢-٤-٢-٤-١ يقدم هذا التطبيق مزيدا من البيانات المستمدة من الطائرة مثل متجه الحالة وبيانات خطة الطيران عن طريق برنامج الـADS-B الذي يستخدمه نظام مراقبة الحركة الجوية ATC الأرضي لتطوير أو تحسين أدوات المساندة الآلية، مثل:

أ) رصد الامتثال.

ب) التنبؤ بالتضارب.

ج) اكتشاف التضارب.

د) التحذير بشأن الحد الأدنى للارتفاع المأمون.

هـ) التحذير بشأن الاقتراب من المناطق الخطرة.

و) تتابع الحركة.

٢-٤-٣ تطبيقات المراقبة عن طريق الأجهزة المركبة بالطائرة

٢-٤-٣-١ الوعي بالظروف المحيطة

٢-٤-٣-١-١ تستهدف تطبيقات الوعي بالظروف المحيطة تحسين معرفة طاقم الطائرة بالموقف المحيط من حيث حركة الطيران، سواء في الجو أو على أرض المطار، وبالتالي تحسين قدرة طاقم الطائرة على اتخاذ القرارات المتعلقة بادارة رحلة الطيران بشكل كفء ومأمون. ولا يتضمن تنفيذ هذه التطبيقات أي تغييرات في مهام أو مسؤوليات الفصل بين الطائرات.

٢-٤-٣-١-٢ يجب تقديم التدريب المناسب لمنع أخطاء استخدام الوعي المحسن بظروف الحركة الجوية المحيطة، مثل عدم كفاية طرح الأسئلة أو المناورات غير المتوقعة، مما قد يكون ذا أثر سلبي على مراقبة الحركة الجوية.

٢-٤-٣-١-٣ تحسن الوعي بظروف الحركة الجوية المحيطة على أرض المطار

٢-٤-٣-١-٣-١ يتيح هذا التطبيق لأطقم الطيران وعيا أفضل بظروف الحركة المحيطة على أرض المطار من حيث كل من عمليات سير الطائرات والمدرج، وذلك في جميع الأوقات، لا سيما في ظل ظروف ضعف الرؤية. وتتمثل الأهداف في تحسين الأمان عند جر الطائرات وعبور تقاطعات سير الطائرات وقبل الدخول الى المدرج.

٢-٤-٣-١-٤ تحسن الوعي بظروف الحركة الجوية المحيطة أثناء عمليات الطيران

٢-٤-٣-١-٤-١ يتيح هذا التطبيق لأطقم الطيران وعيا أفضل بظروف الحركة الجوية المحيطة أثناء الطيران بغض النظر عن الأحوال المتعلقة بدرجة الرؤية، اذ تقدم بيانات اضافية الى أطقم الطيران لتكميل المعلومات عن الحركة الجوية التي يقدمها المراقب أو تقدمها أطقم طيران أخرى. ويمكن أن يؤدي هذا الى تسهيل فهم طاقم الطيران لتعليمات مراقبة الحركة الجوية ATC، والاقلال من الاتصالات الصوتية، وكذلك التعويض عن فقدان خط الاتصال بالطرف الآخر في

حالات تنفيذ CPDLC و/أو تردد عال (HF). والمفروض أن يؤدي كل ذلك الى ادخال تحسينات على سلامة وكفاءة عمل خدمات الحركة الجوية.

٢-٤-٣-١-٥ تحسين مجال الرؤية

يساعد هذا التطبيق أطقم الطائرات على تحسين مجال رؤيتهم، خاصة في حالات اجراءات "شاهد وتجنب" المطبقة على عمليات الطيران البصري/البصري VFR/VFR والطيران الآلي/البصري IFR/VFR في طبقات الفضاء الجوي D و E و G. ولا شك اننا قد وصلنا الى أقصى حدود استخدام مبدأ "شاهد وتجنب" بسبب تزايد سرعة الطائرات باستمرار، وضعف الرؤية الخارجية في مقصورات القيادة الحديثة وعبء العمل الواقع على الطيار في بعض مراحل الطيران.

٢-٤-٣-١-٦ تحسين عمليات الاقتراب المتتالية بالرؤية

٢-٤-٣-١-٦-١ هذا التطبيق هو مساعد لأطقم الطيران في أدائهم لعمليات الاقتراب المتتالية بالرؤية حين يكونوا مسؤولين عن الحفاظ عن طريق الرؤية البصرية المجردة على المسافة الفاصلة مع الطائرة التي يتبعونها. وتتمثل الأهداف في تنفيذ خطوات عمليات الاقتراب المتتالية بالرؤية على نحو أكثر انتظاما لتحسين انتاجية المدرج (عدد الطائرات التي يمكن ادخالها الى المدرج خلال فترة معينة) وزيادة سلامة العمليات.

٢-٤-٣-٢ تطبيقات المسافات الفاصلة في الجو والفصل بين الطائرات

٢-٤-٣-٢-١ تحسين عمليات تتابع وتقابل الحركة

٢-٤-٣-٢-١-١ الهدف هو اعادة توزيع المهام بين المراقبين والأطقم الجوية فيما يتعلق بتتابع الحركة (مثل التعقب in-trail following) وكذلك تقابل الحركة، حيث تقدم للمراقبين اجراءات جديدة تمكن أطقم الطائرة من تأسيس مسافة ابتعاد معينة في وقت معين عن طائرة معينة، والحفاظ على مثل هذه المسافة. ويقوم طاقم الطائرة بأداء هذه المهام الجديدة باستخدام أجهزة متقدمة. أما المزايا المتوقعة فتشمل تحسين ادارة أعمال المراقبين والمحافظة بدرجة أدق على القيم المطلوبة للمسافات.

٢-٤-٣-٢-٢ اجراء التعقب في الفضاء الجوي الواقع فوق المحيطات

٢-٤-٣-٢-٢-١ يسمح اجراء التعقب في المناطق الواقعة فوق المحيطات ولا يغطيها الرادار للطائرات المجهزة بـADS-B، والتي قد لا تكون المسافات الفاصلة بينها مقاسة بخطوط الطول هي الحد الأدنى المفروض حاليا، بالارتفاع أو الهبوط خلال مستويات طيران خاصة ببعضها البعض. والهدف هو تحسين الانتفاع بالفضاء الجوي فوق المحيطات عن طريق تسهيل زيادة معدل تغيير مستوى الطيران عن المعمول به حاليا، مما قد يؤدي الى رفع كفاءة الطيران (ومن أمثلة نتائج ذلك توفير الوقود وتجنب مستويات الاضطراب الجوي).

٢-٤-٣-٢-٣ تحسين عمليات تقاطع المسارات والتجاوز

٢-٤-٣-٢-٣-١ الهدف هو اعادة توزيع المهام بين المراقبين وأطقم الطائرات بشأن تقاطع المسارات والتجاوز بين طائرات معينة، اذا زوِّد المراقبون باجراءات جديدة تمكن طاقم الطائرة من المناورة، بناء على تعليمات المراقب، لتحقيق قيمة معينة للمسافة الفاصلة بين طائرة الطاقم وطائرة أخرى معينة، ويؤدي طاقم الطائرة هذه المهام الجديدة باستخدام نظام

متقدم للتواصل بين العنصر البشري والآلة. وتتمثل الفائدة الرئيسية المتوقعة في زيادة توفر المراقبين من خلال اعادة توزيع المهام.

٢-٤-٤ تطبيقات أخرى

٢-٤-٤-١ من التطبيقات الأخرى لنظام ADS-B الجاري النظر فيها بدرجات متفاوتة في دوائر الطيران ولجانه ومجموعات الصناعة، ما يلي:

أ) مراقبة الطائرة لضمان الامتثال لمسارات الطيران في البيئات الحساسة للضوضاء (مثل حالات حظر التجول).

ب) تسهيل تحصيل البيانات اللازمة لتحديد رسوم الطيران في المناطق النائية.

ج) تمكين مدارس تعليم الطيران من مراقبة تقدم الطيارين غير المتمرسين، كما في حالات الملاحة المنفردة.

د) التمكين من عرض العقبات المؤقتة، مثل روافع البناء الشاهقة الارتفاع المزودة بقدرات ارسال ADS-B.

هـ) البحث والانقاذ (SAR)، وأجهزة الارسال الخاصة بتحديد مواقع الطوارئ (ELT)، والاستجابة للطوارئ. ويمكن تصميم الكترونيات الطيران بشكل خاص يسمح باذاعة رسائل ADS-B عند فتح الأجهزة بعد حادث ارتطام. ويمكن اذاعة رسائل ADS-B مشفرة رقميا على وسط يساند مرور رسائل ADS-B العادية.

الفصل الثالث — سيناريوهات تشغيل

٣-١ وصف لـ ADS-B وبيئته

٣-١-١ قد تشمل بيئات التشغيل التي سيستخدم فيها ADS-B أي من السمات التالية:

أ) اختلاف قدرات البنى التحتية، يتراوح بين عدم وجود أي وسائل للمراقبة الى وجود ADS-B جنبا الى جنب مع مختلف أنواع المصادر التقليدية للبيانات مثل رادارات الباحثة الأولية والثانوية. ومن المتوقع أن يلعب عدد من التكنولوجيات الأخرى مثل ADS-C و CPDLC دورا تكميليا في تقديم خدمات ادارة الحركة الجوية.

ب) اختلاف مستويات التجهيزات بالطائرة، على الأقل خلال فترة الانتقال.

ج) تعدد أنواع الفضاء الجوي (أي مستويات مختلفة لكثافة الحركة الجوية).

د) تفاوت مراحل الطيران، مثل مراحل: أرض المطار، والمنطقة النهائية للطيران TMA، و"أثناء الطريق"، وغير قاري، وقاري.

هـ) تفاوت أنواع التطبيق/الخدمات في مختلف البيئات.

٣-١-٢ يقدم المنوال الاذاعي ADS-B بيانات مراقبة لكل من يستطيع استقبال رسائله، ويتضمن ذلك وظائف مراقبة بواسطة أجهزة مركبة على متن الطائرة بالاضافة الى وظائف مراقبة أرضية. ويمكن استخدام معدلات متعددة لتواتر ارسال التقارير بما يتسق مع معدلات تواتر تحديث البيانات في مختلف التطبيقات، على أن ذلك يتوقف على نوع الفضاء الجوى ومرحلة الطيران والظروف التشغيلية.

٣-٢ وصف السيناريو

٣-٢-١ يصف السيناريو التالي رحلة الطيران XYZ123، على متن طائرة ركاب بها ٥٠ مقعدا وتخدم خطا يبدأ من عاصمة دولة ما وينتهي عند مركز اقليمي صغير. ورغم أن الأسماء وعلامات النداء وأرقام رحلات الطيران ليست حقيقية، فإن السيناريوهات تهدف الى وصف مزايا استخدام تكنولوجيا ADS-B على المدى القصير في عدد من التطبيقات المتنوعة.

ملاحظة: القصد من هذه السيناريوهات هو تبيان الوظائف الممكنة لـ ADS-B، وليس حصر أو تحديد ما يمكن أن يستخدم من أجله هذا البرنامج.

٣-٢-٢ سيناريو العمليات الأرضية

٣-٢-٢-١ طائرة الرحلة XYZ123 واقفة عند البوابة النهائية تنتظر وصول المسافرين الذين سيستقلونها بعد وصولهم على متن طائرة أخرى (الرحلة ABC022). المطار مغطى بسحب منخفضة وطائرة الرحلة ABC022 في وضع اقتراب آلي تحت أمطار غزيرة. وحين ينظر قائد طائرة الرحلة XYZ123 في شاشة معلومات الحركة الجوية CDTI الموجودة في قمرته، يلاحظ أن طائرة الرحلة الأخرى تقوم باجراء اقتراب فاشل فيتصل بمرحّل الطائرات التابع لشركة الطيران، الذي يتابع أيضا ما يجري مع الطائرة المقتربة على شاشة محطة العمل لديه. ويتفق الاثنان على أن المسافرين على متن الرحلة ABC022 لن يستطيعوا الوصول في الميعاد المحدد كي يستقلوا طائرة الرحلة XYZ123، ويتم اغلاق أبواب الطائرة الأخيرة.

٣-٢-٢-٢ ينظر طاقم الطائرة XYZ123 في شاشة العرض الموجودة في قمرتهم، وينتظرون حتى تمر الطائرة، ثم يطلبون تصريحا بجر الطائرة الى الخارج. وفي ظل المطر الغزير المنهمر الذي يضعف الرؤية في منطقة المناورة، ينظر مراقب الحركة الأرضية في شاشات المراقبة ليتأكد من عدم وجود مركبات أو طائرات في المنطقة المعنية، ثم يوافق على طلب تصريح جر الطائرة. وعند فصل الطائرة عن الجرار، ينظر طاقم طائرة الرحلة XYZ123 مرة أخرى في شاشة عرض معلومات الحركة الجوية CDTI للتأكد من خلو المنطقة المحيطة ويقوم باكمال اجراءات التأكد اللازمة قبل سير الطائرة.

٣-٢-٢-٣ المطر لا يزال ينهمر بغزارة عندما طلب طاقم الطائرة المذكورة تصريحا بسير الطائرة في الميعاد المجدول. برج المراقبة مشغول جدا بعدد من رحلات الهبوط التي تقوم باجراءات اقتراب فاشلة، كذلك عبء العمل على مراقب التحركات الأرضية مرتفع أيضا مع محدودية الرؤية، والبوابات مزدحمة حيث تبدأ حركة ذروة الفترة الصباحية. ويلاحظ المراقب أن كشف بيانات XYZ123 يذكر انها مجهزة بـ CDTI ويصدر تصريحا بأن تتبع هذه الطائرة طائرة الرحلة HIPP035 على طريق السير B الى مكان الانتظار E للمدرج ٢٧.

٣-٢-٢-٤ طاقم XYZ123 يراقب موقع HIPP035 على CDTI ويتبعها بمسافة أقل من المسموح به عادة (المسافة المأمونة) نظرا لصعوبة الرؤية. وعند طريق السير E، تبطئ الطائرة حركتها وتتجه نحو المدرج قبل التوقف عند نقطة الانتظار، بينما تستمر HIPP035 في التقدم ببطء شرقا لتقف في محل الانتظار من أجل الاقلاع. ويخطر الطاقم، بالنداء على موجة ذبذبات البرج، بأنهم مستعدون.

٣-٢-٢-٥ يلاحظ كل من طاقم طائرة الرحلة XYZ123 ومراقب المطار أن العتبة المضادة للرياح للمدرج ٢٧ لا تزال مشغولة بالمركبة CAR004، وهي مركبة مسؤول السلامة بالمطار يقوم بالتفتيش على المدرج. تصدر التعليمات لطائرة الرحلة XYZ123 بالاستقامة في خط السير والانتظار، وقبل الدخول الى المدرج يقوم الطاقم بفحص مسار الاقتراب عن طريق CDTI، حيث يلاحظون أن DEF987 مستقرة عند المرحلة النهائية على بعد ١٠ أميال وطائرة الرحلة ABC022 مستقرة على بعد ١٤ ميلا.

٣-٢-٢-٦ طائرة الرحلة ABC022 تقوم بتنفيذ اجراء حفظ مسافة في الجو، حوالي ٤ أميال بحرية وراء DEF987 بعد أن حسب مراقب الاقتراب هذا الاتجاه ووجهها اليه. ويتمكن طاقم ABC022 عن طريق عرض CDTI لبيانات خطة الطيران والبيانات الفعلية من DEF987 من الحفاظ على مسافة منتظمة قدرها ٨٥ ثانية خلف الطائرة السابقة لها خلال كامل المسافة حتى عتبة المدرج.

سيناريو العمليات الأرضية			
الحدث	**المستخدمون**	**التطبيقات**	**وظائف ادارة الحركة الجوية**
قبل الجر	مرحل الطائرات	مراقبة ساحة وقوف الطائرات	عمليات المطار عمليات مستخدم الفضاء الجوي ادارة التضارب احداث التوافق في الحركة
	XYZ123	تحسن الوعي بالظروف المحيطة	
الجر والبدء	مراقبة التحركات الأرضية	مراقبة الحركة الجوية الأولية	
	XYZ123	تحسن الوعي بالظروف المحيطة	
السير	مراقبة التحركات الأرضية	مراقبة الحركة الجوية الأولية	عمليات المطار عمليات مستخدم الفضاء الجوي
	XYZ123	تحسن الوعي بالظروف المحيطة تحسن مجال الرؤية ملاحة أرضية	

سيناريو العمليات الأرضية			
الحدث	**المستخدمون**	**التطبيقات**	**وظائف ادارة الحركة الجوية**
الدخول الى المدرج	البرج	مراقبة الحركة الجوية التكميلية	ادارة التضارب احداث التوافق في الحركة
	XYZ123	تحسن الوعي بالظروف المحيطة	
	CAR004	تحسن الوعي بالظروف المحيطة	
الاقتراب النهائي	ABC022 FED987	المسافات الفاصلة في الجو تحسن الوعي بالظروف المحيطة المساعدة على الفصل بين الطائرات	ادارة التضارب احداث التوافق في الحركة

٣-٢-٣ سيناريو ازدحام في المحطة النهائية والفضاء الجوي أثناء الطريق

٣-٢-٣-١ طائرة الرحلة XYZ123 تقف في الصف ومستعدة للاقلاع على المدرج ٢٧، بينما لا يزال مسؤول السلامة بالمطار يقوم باكمال التفتيش على المدرج على الطرف الغربي. ووراء XYZ123 يوجد DEF و ABC022 في وضع نهائي للاقلاع على المدرج ٢٧ و HIPP035 يقف في موقع الانتظار عند نهاية خط الاقلاع. وقد أمكن بفضل شاشات عرض البيانات في أجهزة ADS-B أن يتكون وعي مشترك بالظروف المحيطة بين مراقبة الحركة الجوية ومسؤول السلامة وطاقمي طيران. HIPP035 ليس مجهزا بـ CDTI ، وبالتالي فان الطاقم في ظل ظروف المطر الغزير لا يكاد يرى الطائرة على المدرج الا بصعوبة. وخلال دقيقة يصبح مسؤول السلامة خارج المدرج، وعندئذ يصدر له المراقب تعليمات بأن يظل خارج المدرج، ثم يعطي تصريحا للطائرة XYZ123 بالاقلاع. ويقوم طاقم XYZ123 بمسح بصري للمدرج، والتأكد مرة أخرى بالنظر في CDTI من سلامة الطريق وتشغيل روافع دفع الطائرة للاقلاع. وفور أن تستقر الطائرة XYZ123 على مسار الصعود يتصل طاقمها بمراقب الاقلاع الذي يسمح لها بالارتفاع الى مستوى الطيران ١٥٠، وهو مستوى ارتفاع متوسط، نظرا لوجود طائرة طوارئ طبية في الاتجاه المعاكس تمنح لها أولوية وتطير على مستوى الطيران ١٦٠. ويبين CDTI لطاقم الطائرة أن هناك تيارا منتظما من الطائرات الداخلة الى المطار عبر طرق الوصول المعتادة جهة الشمال والجنوب الشرقي، وبالتالي يتمكن الطاقم بسرعة من تعقب مسار الطائرة الطبية من الشمال الشرقي على بعد ٦٥ ميلا. ويقرر طاقم طائرة الرحلة XYZ123 أنه لا توجد أي فائدة معينة من الحفاظ على المستوى المرتفع الحالي للطيران ويطلب زيادة في السرعة للاقلال من وقت التجاوز.

٣-٢-٣-٢ في ظل هذا الظرف يستطيع مراقب الاقلاع أن يرى كل من الطائرتين على شاشة الرادار، ولكنه يستخدم أيضا بيانات خطة الطيران المذاعة عن طريق ADS-B من كل من الطائرتين لتكميل المراقبة الرادارية. وبهذه المعلومات المعززة يستطيع المراقب أن يصرح لطاقم طائرة الرحلة XYZ123 بالاتجاه مباشرة نحو مقصدها ويراقب التغير في بيانات خطة الطيران مع قيام طاقم الطائرة بتحديث بيانات نظام ادارة الطيران، ثم يحول الطائرة الى المراقب المسؤول عن القطاع التالي والمختص بمرحلة "أثناء الطريق".

٣-٢-٣-٣ ويلاحظ المراقب الأخير عن طريق أداة اكتشاف التضارب المتوسط المدى أن التصريح الجديد سيؤدي الى مرور كل من الطائرتين بالأخرى بمسافة جانبية فاصلة طولها ٣,٥ ميل، على بعد حوالي ٤٢ ميلا من رأس الرادار. ولما كانت الأداة مكملة ببيانات خطة الطيران والبيانات الفعلية من خلال ADS-B، فانها تستطيع التنبؤ بمسافة التجاوز بدرجة أعلى من الدقة. وعادة ما تكون المسافة الرادارية الفاصلة المطلوبة في مثل هذه الحالة هي ٥ أميال، ولكن لأن كل من الطائرتين مزود بـ ADS-B، فان أداء المراقبة، الذي يشمل ازدياد سرعة معدل تحديث المعلومات، يعني أنه يمكن خفض الحد الأدنى للمسافة الفاصلة بين الطائرتين. فحين يتصل طاقم طائرة الرحلة XYZ123 بمركز مراقبة الحركة الجوية يستطيع المراقب أن يلغي التقييد ويعيد التصريح للطائرة بالصعود الى مستوى الطيران ٢٥٠، الذي كان مقصودا أصلا.

٣-٢-٣-٤ يقوم طاقم الطائرة أيضا أثناء الصعود بمراقبة هدف غير محدد تصدر معلوماته عن طريق وصلة TIS-B ويبدو بشكل متقطع على CDTI، الى اليسار قليلا من مسار طائرة الطاقم ويتجه ببطء نحو الغرب. ويشير الرمز الى أن

البيانات هي بيانات اشارات مرتدة من رادار أولي، مما يوحي الى طاقم الطائرة بأن الهدف المذكور هو طائرة نزهة تعمل تحت مستوى منطقة المراقبة بمسافة ليست بصغيرة، ومع ذلك يقوم طاقم الطائرة بعمل مسح بصري في الاتجاه المشار اليه على شاشة CDTI.

سيناريو ازدحام في المحطة النهائية والفضاء الجوي أثناء الطريق			
الحدث	**المستخدمون**	**التطبيقات**	**وظائف ادارة الحركة الجوية**
الاقلاع	البرج	مراقبة الحركة الجوية التكميلية	عمليات مستخدم الفضاء الجوي ادارة التضارب احداث التوافق في الحركة
	XYZ123	تحسن الوعي بالظروف المحيطة	
الرحيل	مركز مراقبة المنطقة	مراقبة الحركة الجوية التكميلية أدوات شبكة اتصالات الطيران	
	XYZ123	تحسن الوعي بالظروف المحيطة	
الصعود	مركز مراقبة المنطقة	مراقبة الحركة الجوية التكميلية أدوات ادارة الحركة الجوية	
	XYZ123	تحسن الوعي بالظروف المحيطة	

٣-٢-٤ سيناريو مرحلة "أثناء الطريق" في فضاء جوي منخفض الكثافة

٣-٢-٤-١ طائرة الرحلة XYZ123 تطير على مستوى الطيران ٢٥٠ وطاقم الطائرة يسير بها مباشرة نحو مقصدها بعد الاقلاع بقليل. وتصبح الطائرة في ذلك الوضع في مجال جوي منخفض الكثافة نسبيا وتخرج عن نطاق التغطية الرادارية بعد قليل من الوصول الى أعلى ارتفاع مخطط لها. ومع ذلك لا تزال الطائرة تظهر على شاشة عرض الموقف لدى مراقب حركة "أثناء الطريق" الجوية بسبب القدرة على الوصل ببيانات ADS-B. أما المكان الذي تقصد الطائرة الوصول اليه فهو على بعد يزيد على ٤٠ دقيقة بقليل.

٣-٢-٤-٢ يقوم الطاقم أيضا أثناء الطيران بمراقبة ذبذبات الطوارئ على موجة التردد المرتفعة جدا وفجأة يكتشف اشارة من منارة لتحديد موقع طوارئ (ELT). ويقوم الطاقم بابلاغ الاشارة الى مراقبة الحركة الجوية (ATC) ويستمر في مراقبتها، فيجد انها تضعف شيئا فشيئا بالتدريج. وبناء على طلب ATC، يقوم الطاقم بمسح شاشة CDTI لديهم بحثا عن أي أهداف ADS-B مستقرة ويبلغ عن موقع واشارة نداء طائرة يبدو انها على الأرض على بعد ٩٦ ميلا نحو الغرب. وتخبو اشارة ELT بعد عدة دقائق مع استمرار طيران الرحلة XYZ123 نحو الشمال الشرقي.

٣-٢-٤-٣ ينظر طاقم الطائرة في الطقس في منطقة المقصد ويستعد للهبوط. ويبين CDTI طائرة من طائرات نفس الشركة هي طائرة الرحلة XYZ205، تتجه الى نفس المقصد وتبعد عنه بمسافة مشابهة. وفي نفس الوقت يتابع مركز عمليات الطيران كل من الطائرتين ويقرر تخصيص موظفين احتياطيين لمعالجة طائرة الرحلة XYZ205 وارشادها الى موقع للركن على مسافة معينة. ولاحظ مركز العمليات أيضا أن طائرة الرحلة XYZ123 تسبق الجدول بدقيقتين.

٣-٢-٤-٤ وعلى بعد ٨٥ ميلا من المقصد النهائي يستقبل طاقم الطائرة تصريحا بالهبوط الى ٤٠٠٠ قدم ومعلومات عن طائرة تطير بقواعد الطيران البصري في الطبقة E من الفضاء الجوي على بعد ٣٠ ميلا وارتفاع ٨٥٠٠ قدم. ويتمكن الطاقم عن طريق استخدام CDTI من تحديد موقع الطائرة والتأكيد على أن الشكل الجانبي لمسار الهبوط المختار يضمن مسافة فاصلة كافية.

٣-٢-٤-٥ يلاحظ مراقب مرحلة "أثناء الطريق" أيضا أن الطائرتين ستعبران بينما تفصل بينهما مسافة مأمونة ويصرح للطائرة المعنية بالاتجاه مباشرة الى مسار الاقتراب الأولي بغرض الهبوط على المدرج ٣٦، ثم يخطر طاقم الطائرة XYZ123 بأن طائرتهم ستهبط بعد XYZ205 مباشرة، وهي طائرة نفس الشركة.

٣-٢-٤-٦ بعد فترة قصيرة من تحديث بيانات خطة الطيران بإضافة بيانات المسار المباشر للاقتراب الأولي (IAF)، يستقبل المراقب تحذيرا بأن بيانات ADS-B لخطة الطيران التي تم استقبالها من نظام ادارة الطيران بالطائرة (FMS) لا تتفق مع بيانات خطة الطيران لديه. ويبين شاشة العرض البياني الخطأ في مجموعة البيانات الأولى: فالطائرة لا تزال تذيع نيتها على الاتجاه مباشرة الى المطار.

٣-٢-٤-٧ قبل أن يتمكن المراقب من ارسال اشارة يستفسر فيها عن بيانات الطريق، يقوم طاقم الطائرة بتعديل الطريق في نظام ادارة الطيران FMS بالطائرة لكي يعكس التصريح الجديد ويتم الغاء تحذير المراقب.

٣-٢-٤-٨ بعد كل ذلك ببضع دقائق يلاحظ المراقب أن طائرة الرحلة XYZ123 قد خفضت من سرعتها وستكون مفصولة بقدر كاف عن الطائرات السابقة لها عند النقطة المحددة فلكيا، ويقوم قبل الحدود الجوية لنهاية منطقة "أثناء الطريق" بقليل بتحويل طائرة الرحلة XYZ123 الى البرج/مراقب الاقتراب.

سيناريو مرحلة "أثناء الطريق" في فضاء جوي منخفض الكثافة			
الحدث	**المستخدمون**	**التطبيقات**	**وظائف ادارة الحركة الجوية**
الطيران المستوي	مركز مراقبة المنطقة	مراقبة الحركة الجوية الأولية	عمليات مستخدم الفضاء الجوي ادارة التضارب احداث التوافق في الحركة
	XYZ123	تحسن الوعي بالظروف المحيطة	
	مركز مراقبة المنطقة	ادارة البوابة	
بلاغ ELT	AOC	اشارات تحذير وبلاغات البحث والانقاذ	
الهبوط	مركز مراقبة المنطقة	مراقبة الحركة الجوية الأولية أدوات ادارة الحركة الجوية	
	XYZ123	تحسن الوعي بالظروف المحيطة مساعدة الفصل بين الطائرات	

٣-٢-٥ سيناريو فضاء جوي نهائي بدون رادار

٣-٢-٥-١ على بعد ٣٠ ميلا بحريا من مقصد طائرة الرحلة XYZ123، تتصل الطائرة بالبرج/مراقب الاقتراب. وكما هو متوقع، لا تعطى للطائرة أي تعليمات اضافية بالهبوط عند هذه المرحلة بسبب وجود عقبة واعتبارات تتعلق بخلوص المنطقة من العوائق. ويبين CDTI عددا من العقبات المؤقتة المرتبطة بعمليات بناء مبنى والمزودة بجهاز ارسال ADS-B. ويدرك الطيارون أيضا أن هناك "اعلان للطيارين" جديد يفيد بأن جهاز ارسال ADS-B على واحد من العوائق المؤقتة لا يعمل.

٣-٢-٥-٢ تتحسن الظروف الجوية لحظة بعد لحظة، وعلى بعد ٢٠ ميلا بحريا، تستقر طائرة الرحلة XYZ123 في أوضاع قابلة للرؤية وتطلب اقترابا بالرؤية. ويفاد طاقم الطائرة بأنهم سيكونوا رقم ٢ في التتابع للهبوط بعد طائرة الرحلة XYZ205 وتصدر لهم تعليمات بأن يبلغوا عن مشاهدة طائرة الشركة. وبمساعدة CDTI، يتمكن الطاقم بسرعة من مشاهدة طائرة الرحلة XYZ205 ويردون ببلاغ يفيد برؤية طائرة الشركة الى الغرب على بعد ٦ أميال. وتصدر اليهم تعليمات بأن يتبعوا طائرة الرحلة XYZ205 "رقم ٢" لاقتراب بالرؤية، ونظرا الى أنه قد قيل لهم من قبل أن يتوقعوا ذلك وأنهم قد أبطأوا السرعة بالشكل المناسب بناء عليه، فلم يكن من الضروري اجراء أي تعديلات على السرعة.

٣-٢-٥-٣ في نفس الوقت فان مراقب الخدمة الأرضية لشركة XYZ يلاحظ وصولهم مبكرا عن الوقت المقدر (ETA) ويرتب لاعادة التمويل بالوقود بالشكل المطلوب، والامداد بالأغذية والمشروبات وعمليات نقل الأمتعة بحيث تتم هذه الخدمات في وقت قبل الذي كان مخططا له أصلا. ويؤدي ذلك الى عدم تأجيل تقديم الخدمات المذكورة عند منطقة ركن الطائرات، والحد من حرق الوقود الزائد والاقلال من التأثير البيئي.

٣-٢-٥-٤ وبعد أن تستقر طائرة الرحلة XYZ123 على مسار الهبوط النهائي، يلاحظ طاقمها أن سرعة الطائرات السابقة قد انخفضت بشكل كبير. ومن أجل الحفاظ على المسافة الفاصلة يقوم الطاقم بتخفيض سرعة طائراته أيضا، وهو نفس الوقت الذي تخطر فيه طائرة الرحلة XYZ205 البرج/مراقب الاقتراب بأنهم يواجهون اضطرابا جويا وهم في المرحلة النهائية للهبوط.

٣-٢-٥-٥ يلاحظ مراقب المطار انخفاض سرعة الطائرتين على الشاشة، ويتصل بطائرة الرحلة XYZ123 للتأكد من أن طاقمها يدرك أن هناك بلاغا باضطراب جوي. ثم يدرج البلاغ في الكمبيوتر المضيف الخاص بـ ATC حيث يرسل من خلال FIS-B الى الطائرات التي قد تتأثر بالاضطراب.

٣-٢-٥-٦ يتغير مكان عتبة المدرج بسبب أشغال تجري به. ويمكن مشاهدة عدد من الأهداف على شاشة CDTI، رغم أن العرض مشوه قليلا عند المدى المتاح في تلك اللحظة. ويتم اختيار عرض أكبر على الشاشة وبناء عليه يمكن مشاهدة ثلاث سيارات خدمة وسيارة طوارئ تعمل في منطقة العمل المذكورة.

٣-٢-٥-٧ تهبط طائرة الرحلة XYZ205 وتخلي المدرج. ويتأكد المراقب بالرؤية من أن المدرج قد أصبح خاليا، وكذلك يتأكد عن طريق النظر في شاشة عرض الموقف الجوي بالبرج. ويتم تذكير طاقم طائرة الرحلة XYZ123 بعتبة المدرج التي تغيرت بسبب الأشغال، ويصرح لها بالهبوط. ويقوم طاقم هذه الطائرة أيضا باجراء عمليات تأكد مشابهة للتأكد من خلو المدرج قبل أن يردوا باستلام التصريح بالهبوط.

٣-٢-٥-٨ بعد الهبوط واخلاء المدرج، تصدر تعليمات الى طاقم طائرة الرحلة XYZ123 بالسير نحو البوابة ٣ على طريق السير ALPHA، مع سير طائرة الرحلة XYZ205 نحو منطقة الركن على مسافة.

سيناريو فضاء جوي نهائي بدون رادار			
الحدث	**المستخدمون**	**التطبيقات**	**وظائف ادارة الحركة الجوية**
الوصول	البرج	مراقبة الحركة الجوية الأولية	عمليات مستخدم الفضاء الجوي ادارة التضارب احداث التوافق في الحركة
	XYZ123	تحسن الوعي بالظروف المحيطة اخلاء العقبات تحسن مجال الرؤية	
الاقتراب	البرج	مراقبة الحركة الجوية الأولية	
	XYZ123	تحسن الوعي بالظروف المحيطة مساعدة الفصل بين الطائرات	

سيناريو فضاء جوي نهائي بدون رادار			
الحدث	**المستخدمون**	**التطبيقات**	**وظائف ادارة الحركة الجوية**
الهبوط	البرج	مراقبة الحركة الجوية الأولية	عمليات المطار
	XYZ123	تحسن الوعي بالظروف المحيطة	عمليات مستخدم الفضاء الجوي
السير	مراقبة التحركات الأرضية	مراقبة الحركة الجوية الأولية	ادارة التضارب
	CGSC	القيام بالمهام المطلوبة على الأرض	احداث التوافق في الحركة
	XYZ123	تحسن الوعي بالظروف المحيطة الملاحة على الأرض	

———————

الفصل الرابع — مسائل

٤-١ هناك الكثير من المسائل التي ترتبط بالتحول الى مفهوم تشغيل ادارة الحركة الجوية الذي يتصوره فريق المفهوم التشغيلي لادارة الحركة الجوية (ATMCP) للايكاو. وقد جرت مناقشة وتوثيق هذه المسائل في عدد من اجتماعات ومنشورات الايكاو، وهي مناسبة لـ ADS-B بقدر كونها مناسبة لأنظمة وتكنولوجيات أخرى. وفيما يلي عدد من المسائل الفنية ومسائل التشغيل الواجبة التدبر أثناء تطوير وتنفيذ ADS-B. وليست مثل هذه القائمة جامعة شاملة، لكنها تخدم كمبادئ ارشادية للدول التي تنظر في تكنولوجيا ADS-B.

٤-٢ مسائل فنية

٤-٢-١ معايير فنية

٤-٢-١-١ مع نضوج تكنولوجيا ADS-B، يجري تحسين المعايير الفنية للأنظمة الجوية والأرضية. ويقود ذلك الى الحاجة الى تطوير هذه الأنظمة في المستقبل لكي تتمكن من الوفاء بالمتطلبات الجديدة على الصعيدين الوطني والدولي. وتجري الجهود حاليا داخل الايكاو لضمان قابلية تشغيل تكنولوجيا ADS-B على هذين الصعيدين عالميا.

٤-٢-٢ النوع التابع للاستطلاع المستند الى بيانات الملاحة

٤-٢-٢-١ اذا كان كل من ADS-B وأنظمة الملاحة يستخدم نفس مصدر البيانات (أي النظام العالمي للملاحة بالأقمار الصناعية (GNSS)) فمعنى ذلك وجود نقطة اخفاق مشتركة وبالتالي يتعين تنفيذ تدابير مناسبة لتخفيف أثر ذلك من أجل الوفاء بمتطلبات التشغيل. ويجب أن يؤخذ ذلك في الحسبان عند تطوير النظام، من حيث الوفاء بمتطلبات أداء النظام ككل.

٤-٢-٢-٢ ويمكن التصدي لهذه المسألة كالتالي:

أ) أسلوب "من أعلى الى أسفل"، استنادا الى تعريف متطلبات نظام المراقبة في المستقبل، بما في ذلك ADS-B. ويجب الوفاء بهذه المتطلبات، خلال عملية التصديق على النظام، من أجل السماح باستخدام ADS-B تشغيليا.

ب) سيتم بحث استخدام ADS-B كأداة أساسية، بناء على الثقة التي ستترتب على ما يقدمه من خدمة.

ج) متطلبات لجودة البيانات الداخلة (بيانات الملاحة)، بغرض ضمان المستوى المطلوب لأداء مقدمي البيانات.

٤-٢-٣ سلامة بيانات خطة الطيران

٤-٢-٣-١ هناك عمل اضافي مطلوب لضمان سلامة بيانات خطة الطيران، قبل استخدامها في التطبيقات المتصورة لنظام ADS-B.

٤-٢-٤ التركيب في الطائرات

٤-٢-٤-١ ستتطلب الأنواع المختلفة من الطائرات تراخيص مختلفة لتركيب النظام وشروطا لادراجها كجزء متكامل من أجهزة الطائرة، مع ما يرتبط بذلك من اختلاف في التكاليف. فمسائل وضع الهوائيات بالقياس الى وضع الهوائيات الأخرى، وتكامل نظام الملاحة، والتوافق مع مختلف تكنولوجيات وصل ADS-B، وضوابط وشاشات عرض مقصورة القيادة، سيتعين حلها جميعا. أما التراخيص فسوف تختلف أيضا باختلاف الوظيفة المقصودة (خدمات مراقبة الحركة الجوية، الوعي بالظروف المحيطة (جو- جو)) بالاضافة الى اختلاف نوع الطائرة (ذات محرك واحد أو طائرات نفاثة ثقيلة).

٤-٢-٥ المحطات الأرضية الموجودة في مناطق نائية

٤-٢-٥-١ تثير عمليات التركيب والترخيص وصيانة ومراقبة محطات ADS-B الأرضية الموجودة في مناطق نائية للوفاء بمستوى الخدمة المطلوب، تثير مسائل متعددة. وتشمل مثل هذه المسائل اتفاقات التأجير، ومتطلبات القوى المحركة، والاتصالات بمرفق مركزي معين (مثل مركز مراقبة حركة جوية)، والقدرة على الوصول الى الأجهزة واصلاحها، والأمن.

٤-٢-٦ تكييف النظام الآلي

٤-٢-٦-١ يمثل تكييف نظام مراقبة الحركة الجوية الأرضي للتمكين من الحصول على بيانات ADS-B وتجهيزها وتوزيعها قضية رئيسية. وليست المسائل المتعلقة بالقدرة الآلية على معالجة البيانات (مثل قوى التجهيز المتاحة، والشبكة المحلية في المنطقة، وطاقة تخزين البيانات)، ومراقبة الصيانة، والترابط بين مختلف مصادر المراقبة (مثل الرادار، وADS-C، وADS-B)، ودمج النظام في وظائف السلامة الموجودة (مثل التحذير من التضارب، والتحذير بشأن الحد الأدنى للارتفاع المأمون)، ليست الا مجالات معدودة فحسب واجبة التدبر في هذا المجال.

٤-٢-٧ الأمن

٤-٢-٧-١ ستسمح مرونة وتعددية وظائف نظام ADS-B المقترح بالكثير من تطبيقات السلامة وتطبيقات تحسين القدرة خلال المدى القصير والمدى الطويل. ولكن باقتراب التطبيقات من مرحلة النضوج وتزايد متطلباتها تعقيدا، تصبح أيضا أكثر حساسية للتدخل الخارجي. ومع نشر هذا النظام بالشكل الواسع النطاق الذي نوقش أعلاه، ينبغي معالجة هذه المسألة باهتمام كبير دون توان.

٤-٢-٧-٢ يمكن أن تكون مصادر التدخل ضارة للغاية أو مجرد مصادر عارضة، كما قد تحدث بشكل متقطع أو خلال فترة ممتدة. ويمكن أن يكون مصدر التدخل مصدر محلي يؤدي مثلا الى مشكلة تداخل في القنوات قد تصل في حدتها الى حد رفض الجهات العسكرية السماح بالطيران في المجال الجوي بسبب التشويش. ويمكن تقسيم مصادر وأسباب وآثار حدث التدخل بشكل عام الى عدد من المجموعات. غير أن هناك عددا من القيود العملية التي ينبغي ادراكها والتي ترجع الى أسباب تكنولوجية وسياسية ومالية. ولن تكون جميع الحلول فنية، أي أن يجري حلها آليا أو الكترونيا، اذ قد تكون بعض الحلول إجرائية أو قانونية أو فنية أو مزيج من هذا وذاك. ويمكن القول كخلاصة أن الدول ستحتاج الى دراسة احتمالات حدوث التدخل وتقييم مدى شدته عن طريق اجراء تقديرات مناسبة للمخاطرة والأمان كوسيلة لتطوير استراتيجيات تخفف من عواقبه.

٤-٢-٧-٣ مسائل تتعلق بأمن التشغيل/أمن الاتصالات

٤-٢-٧-٣-١ أعمال التضليل والتدخل والتشويش والتعدي قصدا بغرض الإضرار بالطائرة، أو ركابها أو نظام الطيران.

٤-٢-٧-٣-٢ التشويش أسلوب فعال لتعطيل عمليات CNS/ATM. ويمكن للخصم أن يقوم بالتشويش على النظام عن طريق جهاز ارسال موجه للذبذبة المعنية وبقوة كافية للتغلب على اشارات المصدر الأصلي عند طرف أجهزة الاستقبال.

ملاحظة — يعمل القائمون بعمليات التشويش ضد أجهزة الاستقبال وليس ضد أجهزة الارسال.

٤-٢-٧-٣-٣ الخداع

٤-٢-٧-٣-٣-١ الخداع هو معلومات زائفة عن الموقع تأتي إما من عمل متعمد أو من إخفاق في الأجهزة. ويتسم بضعف خاص ازاء مثل هذا الخداع استخدام ADS-B "كأداة رئيسية" للمراقبة أو الملاحة، اذ لو نجح الخداع لتراوحت آثاره

بين إحداث ازعاج للمراقبين والطيارين – بل وربما النيل من كفاءة العمليات – الى نجاح المتآمرين في تشويه الارسال بحيث يصدر عن الطائرة مسار زائف بالكامل.

٤-٢-٧-٣-٤ سرية معلومات الطيران

٤-٢-٧-٣-٤-١ يذيع ADS-B معلومات دقيقة عن الموقع والهوية (هوية رحلة الطيران وعنوان الطائرة) الى أي مصدر استقبال في الجو أو على الأرض موجود داخل دائرة الاذاعة. وقد لا تود بعض الطائرات أن يعلن عن هويتها، مثل الطائرات الحربية أو طائرات VFR التي تطير بقواعد الطيران البصري وغير المزودة بخدمات الحركة الجوية أو طائرات نقل كبار المسؤولين، الخ، وبالتالي يجب التفكير في ايجاد منوال للخصوصية (يعادل شفرة جهاز مرسل- مستجيب ١٢٠٠ VFR). وقد نشأت هذه المسألة بسبب الرغبة التي عبرت عنها دوائر الطيران التجاري التي تتعامل مع كبار رجال الأعمال في عدم الكشف عن هوية الطائرات التي تقل كبار رجال الأعمال، وينطبق نفس الوضع في حالة الزعماء السياسيين الذين قد لا يرغبون في الاعلان عن التفاصيل الدقيقة لرحلاتهم.

٤-٢-٧-٣-٥ المراقبة المقصودة بواسطة غير المستخدمين لأغراض جمع معلومات المخابرات أو القيام بفعل مباشر.

٤-٢-٧-٣-٥-١ يمكن أيضا استخدام هذه البيانات التي تذاع على الملأ لجمع معلومات استخباراتية ضد طائرات معينة أو وكالات مرتبطة بها. غير أن معظم متلقيي هذه البيانات هم مجموعات مشروعة مثل وكالات ومنظمات الأنباء وجهاز الأعمال التي تتعامل مع السياحة والسفر، وهواة الطيران، والحكومات غير المشاركة، الخ، وكلها جهات خارج نطاق عمليات الطيران ومنظمات الطيران المدنية أساسا، لكنها تسد حاجة مشروعة في المجتمع وتعتمد على البيانات المتاحة للجمهور العام.

٤-٢-٧-٣-٥-٢ يمكن للمجموعات غير المشروعة مثل منظمات الارهاب والعصابات الاجرامية أيضا أن تستخدم هذه البيانات لأغراض غير مشروعة ومسببة أضرارا.

٤-٢-٧-٣-٥-٣ قد تؤدي المتطلبات المرتبطة بالتجهيزات المطلوبة الى حرمان طائرات الدولة من الاشتراك أو الحد من الارسال الصادر عنها. وسيكون لذلك وقع على ما ينعكس على نظام الحركة الجوية من تأثيرات بفعل وجود طائرات غير مشاركة.

٤-٢-٨ أداء وصلة البيانات

٤-٢-٨-١ تعتمد سعة حزمة الترددات وأداء وصلة بيانات ADS-B على تعقيد السيناريوهات المتصورة، وقد تشكل قضايا رئيسية.

٤-٢-٨-٢ مثال ذلك أن مستوى التجهيزات (بمعنى أي مركبات بالمطار و/أو عقبات هي التي يجب أن تجهز بأجهزة ارسال ADS-B)، وعدد الطائرات المعنية والاستخدام المحتمل لـTIS-B، كل هذه أمور تحتاج الى تدبر، اذ أنها جميعا عوامل قد تؤثر على سعة حزمة التردد المتاحة لوصلة بيانات ADS-B.

٤-٣ مسائل تشغيل

٤-٣-١ مسائل تتعلق بالعوامل البشرية

٤-٣-١-١ لا تتوقف الاعتبارات المتعلقة بالعوامل البشرية المرتبطة باستخدام ADS-B على التكنولوجيا، ولكن على التطبيقات المعينة. ويعني ذلك بعبارة أخرى أن المسائل تتوقف على اجابات على أسئلة مثل:

أ) ما هي المعلومات الواجب عرضها (مثلا: بيانات موقع الطائرة أو البيانات المشتقة عن خطة طيران الطائرة)؟. المعلومات المختلفة سيتعين عرضها بطرق مختلفة.

ب) من هو مستخدم هذه المعلومات (طاقم الطائرة، مراقب الحركة الجوية) ؟ وسيجب تطوير شاشات عرض وتقييمها للاستخدام في مقصورة قيادة الطائرة أو في تطبيقات ادارة الحركة الجوية.

ج) كيف ستعرض المعلومات على المستخدم؟ قد يتعين التفرقة بين المعلومات المستندة الى ADS-B وبين المعلومات المستندة الى مصادر أخرى للمراقبة مثل بيانات الرادار، يتوقف الأمر على التطبيق.

د) كيف ستستخدم المعلومات (لزيادة الوعي بالظروف المحيطة، أو مواصلة الانصات الى المحطة أو لمناورة الطائرة)؟ ويجب أن تكون المعلومات وطريقة عرضها قادرة على خدمة القرارات التي سيتخذها المستخدمون استنادا الى المعلومات من ADS-B.

٤-٣-١-٢ ورغم أن كل مسألة أو مجموعة من المسائل ستتوقف على التطبيقات المحددة المعنية، فهناك مسائل عامة يجب توقعها، وتشمل:

أ) *دمج معلومات ADS-B في شاشة عرض الموقف الخاصة بادارة الحركة الجوية ATM.* ذلك أن موقع الطائرة المذاع عن طريق الاذاعة في الطائرة المزودة بـADS-B قد يختلف عن الموقع المبلغ عنه بواسطة الرادار، ولذا سيتعين احداث توافق بين هذين النوعين من بيانات الأوضاع بحيث لا يعرض الا وضع واحد للطائرة الواحدة (ويفضل أن يكون أدق وضع ممكن). وحيث أنه لن تكون كل الطائرات مزودة بـ ADS-B، فقد يحتاج المراقبون أن يعرفوا أي الطائرات مزود به وما اذا كان وضع الطائرة يبلغ عنه عن طريق (ADS-B) أو عن طريق أجهزة اشارات مرتدة عن أجهزة الرادار. وقد يحتاج المراقبون أيضا أن يعرفوا، يتوقف الأمر على التطبيق، أي الطائرات المعنية التي تظهر على شاشة العرض مزود بشاشة عرض للحركة الجوية في مقصورة قيادة الطائرة تستمد معلوماتها من بيانات ADS-B. وكل ذلك يضيف معلومات واجبة الدمج في أجهزة العرض الحالية.

ب) *التشغيل المتبادل ودمج معلومات ADS-B في مقصورة القيادة.* يجب أن تدرس عن كثب مسائل التشغيل المتبادل مع كافة الأنظمة الواجبة الدمج مع ADS-B، مثل CPDLC. ذلك أن أدوات اكتشاف وحل التضارب المستخدمة بواسطة أطقم الطيران والمراقبين (مثل ACAS، وأجهزة استشعار التضارب) سيتعين أن تقدم معلومات تتسق مع معلومات ADS-B (أو على الأقل تناسبها).

ج) *حدود القدرات التكنولوجية.* يجب أن يتفهم المستخدمون تماما حدود المعلومات المقدمة وأن يجري اخطارهم بأي تدهور أو فشل. ويجب تطوير اجراءات احتياطية للاستخدام في حالة الفشل لخدمة أطقم الطيران والمراقبين.

د) *درجة مساندة المعلومات المعروضة للتطبيق.* تكنولوجيا ADS-B هي عنصر تمكين للتقدم نحو نظام CNS/ATM في المستقبل. ويتعين تقييم مدى مساندة معلومات ADS-B للمسافات الفاصلة ومهام الفصل بين الطائرات، وتقييم حدود ما يمكن توقعه من أطقم الطيران والمراقبين من حيث مدى انجاز هذه المهام وادماجها في أعمالهم بنجاح. أما كيفية عرض المعلومات فلن تقل أهمية عن ادماج المعلومات كعنصر يسهم في ثقة المستخدم في النظام.

هـ) *التأثيرات على عبء العمل.* يجب تقييم التأثيرات الناجمة عن المعلومات الاضافية، والاجراءات المرتبطة بتطبيقاتها المحددة، على عبء عمل المستخدم. فالمعلومات يجب دمجها بحيث تصبح لا غموض ولا لبس فيها، ومفيدة في التو، ولا تتدخل مع المعلومات الحساسة الهامة الأخرى.

٤-٣-١-٣ يجري حاليا تقدم ملموس في بحث وتحقيق عدد من المسائل المذكورة أعلاه. وسيتطلب التطبيق الناجح لتكنولوجيا ADS-B استمرارا لهذه الجهود مع استمرار التشديد على المسائل المتعلقة بالعوامل البشرية، ذلك أن اتباع أسلوب شامل ونشط لدراسة العوامل والاعتبارات البشرية سوف يساعد على الادراك الكامل للمزايا المقترحة من تطبيقات ADS-B.

٤-٣-٢ مسائل تتعلق بتطوير الاجراءات ومعايير الفصل وتصميم الفضاء الجوي

٤-٣-٢-١ دعما للعمليات الجديدة، سيتعين تطوير اجراءات مناسبة ومعايير للفصل وتصميمات للفضاء الجوي وأعمال تدريب من أجل الانتفاع الفعال بتكنولوجيا ADS-B وتطبيقاتها. وعلى ذلك يتعين تقديم التدريب اللازم للمراقبين والطيارين وفنيي الصيانة ممن قد يستخدمون أنظمة ADS-B وغيرهم من الذين قد يستخدمون النظام أو يتأثرون باستخداماته، بحيث يتدربون على العمل في ظل حالات العمل العادي للنظام وحالات تعطله عن العمل أو اخفاقه في العمل. وعلاوة على ذلك يتعين النظر في تصميم الفضاء الجوي (أي حجم قطاعات ATC غير الرادارية مقابل قطاعات الرادار/ADS-B) الذي يلائم هذه الخدمات.

٤-٣-٣ تجهيزات أساطيل الطائرات

٤-٣-٣-١ مع توافر عدد من تكنولوجيات ADS-B ونظرا لتكلفة تجهيز أو اعادة تجهيز الطائرات، فليس من المحتمل أن تكون الأجهزة على مختلف الطائرات متجانسة. وسيصح ذلك خلال الفترة الانتقالية وحتى نهايتها أيضا. وبالتالي يتعين أن تكون الأنظمة الأرضية قادرة على تجهيز البيانات من الطائرات التي تتفاوت من حيث مدى تطور أجهزتها. وفي مقصورة القيادة بالطائرة، قد تكون خدمة معلومات الحركة الجوية — اذاعة (TIS-B) ذات أهمية خاصة، حيث تضمن الاتساق على شاشات عرض الموقف في الجو وعلى الأرض.

٤-٣-٤ مسائل تتعلق بفترة الانتقال

٤-٣-٤-١ ترتبط المسألة الرئيسية فيما يتعلق بتأثير الانتقال الى النظام ADS-B باختلاف بيئات التجهيزات كما سبقت الاشارة. ولذلك فسيتعين على الأنظمة خلال المستقبل المنظور أن تكون قادرة على التعامل مع مجموعات غير متجانسة من القدرات على متن الطائرات، ومن أنواع مجسات المراقبة، ودرجات تطور الأنظمة المحلية، الخ، وينبغي أن تكون قادرة على الخدمة بالجودة المطلوبة سواء على الأرض أو على متن الطائرة، بحيث لا تقل الجودة – كحد أدنى – عن تلك التي يتسم بها النظام المطبق حاليا.

٤-٣-٥ مسائل مؤسسية

٤-٣-٥-١ هناك أنواع معهودة من المسائل المؤسسية بغض النظر عن تطبيق الدول لتكنولوجيا ADS-B، وتشمل قضايا قانونية (مسؤولية الفصل في نظام المساعدة المحمول على المتن للفصل بين الطائرات (ASAS))، وتخصيص/ادارة طيف الراديو، ومعايير الطيران، والتراخيص. وسيتعين على كل دولة أن تقوم بحل هذه المسائل، لكن الأمر يحتاج الى دراسة كيفية احداث توافق عالمي لضمان الاتساق.

٤-٣-٦ مسائل بيئية

٤-٣-٦-١ يجب تدبر المسائل المرتبطة بالبيئة في أي نظام جديد، بحيث تشمل هذه المسائل تخفيف الضوضاء والقيود المتعلقة بالفضاء الجوي، وتجهيزات الأنظمة الأرضية في المناطق النائية.

٤-٣-٦-٢ أظهرت الدراسات الأولى أن تنفيذ أنظمة واجراءات CNS/ATM يؤدي الى توفير كبير في الوقود وفي العادم الناتج. وقد أشارت دراسة صدرت مؤخرا عن اللجنة المعنية بحماية بيئة الطيارن (CAEP) التابعة للايكاو الى أنه من الممكن توقع توفير بنسبة ٥٪ بحلول سنة ٢٠١٥ في الولايات المتحدة وأوروبا نتيجة لتنفيذ معين ومخطط له لأنظمة CNS/ATM.

٤-٣-٦-٣ ولكي نضع مثل هذه الوفورات في اطارها السليم، فقد تجدر الاشارة الى أن الدراسة المذكورة قد تنبأت بأن الحجم الاجمالي لاستخدام الوقود بواسطة الطائرات المدنية في سنة ٢٠١٥ سيكون ٣,٢٥ مليون طن. ويعني ذلك أن كل ١٪ توفير في استخدام الوقود يعني ٣,٢٥ مليون طن، وهو ما يعادل ١٠,٢٥٪ ثاني أكسيد الكربون.

٤-٣-٦-٤ سيمكن استخدام تكنولوجيا ADS-B من ادخال تطبيقات جديدة أو تحسينات على التطبيقات مما يتوقع أن يسهم بشكل كبير في المدخرات المذكورة عن طريق جعل طرق الطيران أكثر مباشرة وزيادة كفاءتها، وتسهيل الطيران على الارتفاعات وبالسرعات المثلى.

الفصل الخامس — التنفيـــذ

٥-١ التخطيط

٥-١-١ هناك مدى من الأنشطة المتعددة التي يتعين أن تتم من أجل تحويل تطبيق ADS-B من مفهـــوم مبـــدئي الـــى مرحلة الاستخدام والتشغيل. ويتضمن هذا القسم توثيقا لمجالات الأنشطة المطلوبة تحت عنواني "اتخـــاذ القـــرار تعاونيـــا" و"اتساق وتكامل النظام"، بينما يتضمن القسم الثاني من هذا الفصل قائمة لمساعدة الدول في ادارة مهام تنفيذ ADS-B.

٥-١-٢ فريق تنفيذ لضمان التنسيق الدولي

٥-١-٢-١ يجب أن يستند اتخاذ أي قرار بتنفيذ ADS-B من جانب الدولة الى مشاورات مـــع الـــدائرة الأوســـع ولادارة الحركة الجوية. وبالاضافة الى ذلك، يجب تنسيق التنفيذ أيضا بين الدول والمناطق، من أجل الحصول على أقصى المزايا لمستخدمي الفضاء الجوي ومقدمي الخدمات.

٥-١-٢-٢ ويمثل تكوين فريق للتنفيذ طريقة فعالة لتنسيق مختلف مطالب المنظمات المعنية. وقد يختلف تكوين الفريـــق حسب الدولة أو المنطقة، لكن المجموعة الأساسية المسؤولة عن التخطيط لتنفيذ ADS-B يجب أن تتضـــمن أعضـــاء ذوي خبرة تشغيلية في أنظمة الطيران، علاوة على خبراء آخرين حسب الحاجة.

٥-١-٢-٣ التكوين الأمثل هو أن يضم الفريق مندوبين عن مقدمي خدمات مراقبة الحركـــة الجويـــة، وجهـــات تنظـــيم واستخدام الفضاء الجوي، بالاضافة الى غير ذلك من المعنيين الذين يرجح أن يتأثروا بادخال النظام، مثل جهات الصـــناعة والسلطات العسكرية. ويجب أن تشترك كل الجهات المعنية التي تتحدد بهذه الصفة في أقرب وقت ممكن في هذه العمليـــة بحيث يمكن التعرف على مطالبها قبل الدخول في وضع أي جداول زمنية أو توقيع عقود.

٥-١-٢-٤ يتمثل دور فريق التنفيذ في التشاور بشكل موسع مع الأطراف المعنية، وتحديد احتياجـــات التشـــغيل، وحـــل المسائل الناتجة عن المطالب المتعارضة وتقديم التوصيات لمختلف الجهات المعنية التي تقوم بادارة عملية التنفيـــذ. ومـــن أجل هذا الهدف، يجب أن يكون فريق التنفيذ قادرا على الاتصال بالمستويات العليا لاتخاذ القرار.

٥-١-٣ توافق النظام

٥-١-٣-١ تضمن الفصل الثالث سيناريوهات، وأشارت السيناريوهات الى أن ADS-B يتمتع بامكانية الاستخدام في جميع البيئات والعمليات تقريبا، ومن الأرجح أن يصير عنصرا أساسيا في نظام ATM في المستقبل. وقد تم اجـــراء اختبـــارات هندسية وتشغيلية للتأكد من الاستخدامات وسلامتها في مختلف المواقع، ويبدو حاليا أن أول استخداماته سيكون في المناطق التي لا تغطيها أو لا يمكن أن تغطيها المراقبة الرادارية. كما ينطوي الاستخدام المستقل لتكنولوجيا ADS-B على امكانيـــة تطبيق عدد من قواعد وتوصيات الايكاو التي قد يثبت، عند توسيع نطاق استخدامها الى بيئات أوسع، أنهـــا متوافقـــة مـــع المناطق المجاورة.

٥-١-٣-٢ بالنظر الى الطبيعة الدولية للطيران، يجب بذل جهود خاصة لضمان التوافق من خـــلال الامتثـــال لقواعـــد وتوصيات الايكاو (SARPs). ويجب النظر عند اختيار التكنولوجيات الفعلية لتنفيذ ADS-B لا فقط فـــي الأداء المطلـــوب للمكونات المفردة، ولكن أيضا في مدى توافقها مع أنظمة الاتصالات والملاحة والاستطلاع (CNS) الأخرى.

٥-١-٣-٣ يشمل المفهوم المستقبلي لادارة الحركة الجوية مزايا الانتقال السلس والتشغيل المتبادل عبر حدود مناطق معلومات الطيران (FIRs)، ويجب أن تقوم فرق تنفيذ ADS-B باجراء عمليات محاكاة واختبارات وتحليل للتكاليف/المزايا دعما لهذه الأهداف.

٥-١-٤ **التكامل**

٥-١-٤-١ يجب أن تتضمن خطط تنفيذ ADS-B تطويرا لكل من الجوانب التجارية وجوانب السلامة عند التخطيط. ذلك أن اتباع أي نظام CNS جديد ينطوي على انعكاسات على مقدمي الخدمات وجهات التنظيم وجهات استخدام الفضاء الجوي، ويجب النظر في امكانيات اجراء تخطيط خاص لدمج ADS-B في نظام CNS/ATM الحالي والمتوقع. وتناقش الفقرات اللاحقة باختصار كل عنصر.

٥-١-٤-٢ نظام الاتصال

٥-١-٤-٢-١ يمثل نظام الاتصال عنصرا جوهريا في CNS. فمراقب الحركة الجوية يمكنه حاليا مراقبة طائرة باستخدام ADS-B حيث لم يكن متاحا في الماضي الا البلاغات الصوتية عن الموقع، لكن من الضروري ايجاد نظام اتصال يساند الخدمات الجديدة التي ستنتج عن تحسن المراقبة. ويعني ذلك أن العمل الجاري حاليا بشأن تكنولوجيا ADS-B سيؤثر على تطورات البنية الأساسية للاتصال.

٥-١-٤-٣ البنية الأساسية لنظام الملاحة

٥-١-٤-٣-١ يعتمد ADS-B على البيانات التي يتم الحصول عليها من نظام للملاحة (عادة ما يكون GNSS) ليتمكن من الأداء والقيام بوظائفه. ولذلك يجب أن تفي البنية الأساسية للملاحة بالمتطلبات المناظرة لتطبيق ADS-B، من حيث:

أ) بنود البيانات.

ب) الأداء (الدقة، والتكامل، والاتاحة، الخ).

٥-١-٤-٣-٢ من الواضح أن ذلك يمارس تأثيرا على تطوير نظام الملاحة الذي يتطور بشكل مواز لتطور نظام المراقبة.

٥-١-٤-٤ بنيات أساسية أخرى للمراقبة

٥-١-٤-٤-١ يجوز استخدام ADS-B اما لتكميل أنظمة المراقبة الموجودة أو كمصدر أساسي لبيانات المراقبة. والوضع الأمثل هو أن تدمج أنظمة المراقبة البيانات المأخوذة من ADS-B وغيره من المصادر من أجل تقديم صورة متماسكة تؤدي الى تحسين كل من كم وكيف بيانات المراقبة للمستخدمين. وسيتحدد اختيار المزيج الأمثل من مصادر البيانات بناء على طلبات التشغيل والتكنولوجيا المتاحة والاعتبارات المتعلقة بالسلامة والتكاليف/المزايا.

٥-٢ **قائمة التنفيذ**

٥-٢-١ يتمثل الهدف من قائمة التنفيذ الموجودة أدناه في توثيق مدى الأنشطة الواجب أن تبذل من أجل التقدم في مراحل تطبيق ADS-B من مرحلة كونه مفهوما مبدئيا الى مرحلة الاستخدام والتشغيل. وقد تشكل القائمة المذكورة أساسا مرجعيا لفريق تنفيذ ADS-B، رغم أن بعض الأنشطة قد يكون محددا بطرف أو أطراف معنية معينة.

٥-٢-٢ الأنشطة مدرجة في القائمة بتتابع تقريبي. ومع ذلك فان كل نشاط لا يتعين أن يتم قبل البدء في النشاط التالي عليه، ذلك أنه قد يتعين في الكثير من الحالات تغذية نشاط ببيانات وتجربة نشاط آخر عن طريق التوازي في التنفيذ والعمليات التكرارية. ويجدر بالذكر أن كل الأنشطة لن تكون مطلوبة لكل التطبيقات.

٥-٢-٣ **مرحلة المفهوم**

أ) بناء مفهوم تشغيل:

١) الغرض .

٢) بيئة التشغيل.

٣) وظائف ادارة الحركة الجوية.

٤) البنية الأساسية.

ب) تحديد المزايا:

١) تحسينات لعنصر السلامة.

٢) الكفاءة.

٣) السعة.

٤) مزايا بيئية.

٥) خفض التكاليف.

٦) الاتاحة.

٧) عناصر أخرى (امكانية التنبؤ، المرونة، النفعية).

ج) تحديد القيود:

١) الأجهزة المزدوجة.

٢) التوافق مع الطائرات غير المجهزة.

٣) الحاجة الى فضاء جوي خاص.

٤) بنية أساسية مطلوبة على الأرض.

٥) طيف الترددات اللاسلكية.

٦) الدمج في التكنولوجيا الموجودة.

٧) توفر التكنولوجيا.

د) الجوانب التجارية:

١) تحليل التكاليف والمزايا.

٢) الطلب والمبررات.

٥-٢-٤ **مرحلة التصميم**

أ) تحديد متطلبات التشغيل:

١) الأمن.

٢) امكانية التشغيل المتبادل بين مختلف الأنظمة.

ب) تحديد المسائل المتعلقة بالعوامل البشرية:

١) التواصل بين الانسان والآلة.

٢) تطوير التدريب والترخيص بالعمل.

٣) متطلبات عبء العمل.

٤) دور الأنظمة الآلية مقابل العنصر البشري.

٥) التواصل بين التناسق في أداء الطاقم/اتخاذ القرار بواسطة الطيار.

٦) اتخاذ القرار تعاونيا في ادارة الحركة الجوية.

ج) تحديد المتطلبات الفنية:

١) تطوير المعايير.

٢) البيانات المطلوبة.

٣) التجهيز الوظيفي.

٤) الأداء الوظيفي.

٥) مستويات الترخيص المطلوبة.

د) تطوير المعدات، والاختبارات، والتقييم:

١) أنظمة نمطية مبنية وفقا للمعايير/المواصفات الموجودة أو المتصورة

٢) تجارب التطوير واختبارات الطيران.

٣) اختيار التكنولوجيا.

هـ) تطوير الاجراءات:

١) أفعال ومسؤوليات الطيار والمراقب.

٢) الصياغة.

٣) معايير ومتطلبات الفصل/المسافات الفاصلة.

٤) مسؤولية المراقب في الحفاظ على وظيفة المتابعة اذا تطلب الأمر ذلك.

٥) اجراءات الحالات الخاصة أو العاجلة.

٦) اجراءات الطوارئ.

و) معالجة مختلف جوانب مسألة السلامة.

١) المنطق وراء مسألة السلامة.

٢) ميزانية ومخصصات السلامة.

٣) تقييم المخاطر الوظيفية.

٥-٢-٥ **مرحلة التنفيذ**

أ) دراسة جوانب الأمان أثناء مرحلة التنفيذ [٢].

ب) اجراء اختبار وتقييم تشغيلي:

١) عمليات محاكاة واعتماد تطوير مقصورة القيادة ومراقبة الحركة الجوية

٢) اختبارات الطيران وتجارب التشغيل.

ج) الحصول على تراخيص للأنظمة:

١) أجهزة الطائرة.

٢) الأنظمة الأرضية.

د) الحصول على الموافقات من الجهات التنظيمية:

١) عمليات الطيران.

٢) الحركة الجوية.

---

[٢] أو اعداد منهاج حسبما يتطلب نظام ادارة السلامة المنفذ بواسطة مقدمي خدمات الحركة الجوية المفردين.

هـ) مرحلة الانتقال أثناء التنفيذ:

١) مواصلة تحصيل وتحليل البيانات

٢) حل أي مشاكل لم تكن متوقعة.

٣) مواصلة تغذية عمليات تطوير المعايير بالمعلومات والخبرات الناتجة عن هذه الجهود.

و) مراقبة الأداء لضمان الحفاظ على المستوى المتفق عليه.

٥-٢-٥-١ فور أن يتم مشروع التنفيذ، يتعين مواصلة أعمال صيانة وتحديث كل من عمليات ADS-B والبنية الأساسية ومراقبتها داخليا وخارجيا من خلال المنابر المعنية.

— انتهى —