

# אובדן שליטה במהירות נמוכה

## הבנת זווית התקפה היא המפתח

נכתב על ידי **Richard Collins**, תורגם על ידי **איציק מה-יפית**, מתוך **Flying Magazine** מתאריך יולי 2008.

**הערת המתרגם:** כאשר אנחנו טסים, איננו משקיעים מחשבה רבה לזווית ההתקפה של המטוס. כל עוד אנחנו במגבלות המהירות, הכול בטוח. במאמר שלמטה המחבר מקשר בין המהירות הנמוכה בה אנחנו טסים במצבים מסוימים לזווית ההתקפה של המטוס. לדעתו של המחבר הבנת משתני זווית ההתקפה תאפשר לנו להימנע מכניסה למצבים בהם נאבד שליטה במטוס עקב הגדלת זווית ההתקפה עד למהירות ההזדקרות.

מתוך דו"ח מקדים של NTSB המתייחס לתאונת פייפר PA-46-500TP (Meridian טורבו-פרופ' חד-מנועי): "עד ראייה, מדריך טייס גמלאי של הצי, שהיה כשניים וחצי ק"מ צפונית מזרחית מאתר התאונה, דיווח שצפה במטוס נשוא התאונה מנמיך דרך העננים בערך בשעה 12:27. המטוס התיישר כ-300 רגל מעל פני הקרקע ופנה דרומה בכיוון מצפני של בערך 195. כשתי דקות מאוחר יותר העד צפה במטוס מוביל צפונה בכיוון משוער של 15 מעלות אולם במהירות 'נמוכה בהרבה'. אז ראה העד את המטוס מגלגל ימינה בערך בזווית של 60 מעלות לפני שחרטום המטוס נופל 'למצב אף נמוך במיוחד'. לאחר שהמטוס נעלם מאחורי העצים, העד שמע התרסקות והבחין בעשן שחור. העד המשיך והצהיר, 'הוא [המטוס] הציג תרגיל קלאסי להזדקרות בפניית גישה שהדרכתי הרבה פעמים, אולם הפעם ללא גובה להיחלצות'."

הטייס ניסה לטוס גישת ILS והתאונה התרחשה לאחר שהטייס דיווח שהייתה לו בעיה בביצוע גישה "הדוקה" ושהוא ניסה "להשיג שליטה" במטוס.

הרבה אבני דומינו נפלו שם, אולם בסופו של דבר נראה שזה הפך למה שמתייחסים אליו כאל תאונת הזדקרות/סחרור. לעתים קרובות אנחנו חושבים על תאונות כאלו כמערכות בצורה אופיינית מטוסים בעלי הספק נמוך המתמרנים בגובה נמוך, ואכן הרבה עושים זאת, אולם מספר מפתיע מהן, כמחצית, מתרחשות במטוסים המשמשים לתחבורה. יש בדרך כלל בלבול, כפי שהיה בדוגמה זו, ובסופו של דבר הטייס פשוט לא מאפשר למטוס לטוס.

לאחרונה היו שתי תאונות אחרות הקשורות לכך. אחת הייתה בטורבו-פרופ', אחת בטורבו-ג'ט. באחת היו טייס-בעלים וטייס ביטחון מנוסה; באחרת היו שני טייסים מקצועיים. בשני המקרים המטוס כנראה התיישר לאחר הנמכה אולם ללא תוספת כוח, והתוצאה הייתה אובדן שליטה במהירות נמוכה.

בספר הקלאסי של כל הזמנים על שיטות טיסה, *Stick and Rudder*, Wolfgang Langewiesche מקדיש את 24 העמודים הראשונים לדיון בחשיבות הבנת זווית ההתקפה. הוא לא חשב שמרבית הטייסים הבינו הרבה בנושא. האם עכשיו הם מבינים?

לפני שנים, בשנות החמישים המוקדמות, ה-FAA הצביע על כך והשיק תוכנית חינוכית על זווית התקפה למדריכי טיסה. זה מתוך זיכרון קלוש, אולם כפי שאני זוכר הם ציידו את אחד מה-PA-18 הראשונים במכשור זווית התקפה שמדד חמש זוויות שונות. נוריות בתא הטייס הראו כאשר הגיעו לכל זווית, והתרגיל היה לגרום למטוס לצפור ולהתבונן בשינוי זווית ההתקפה. תגיע לארבע נוריות דלוקות והמטוס היה קרוב להזדקרות; חמש נוריות והוא נפל.

כמו כן, בשנות החמישים המוקדמות, Leonard Greene מחברת Safe Flight Instrument פיתח מה שהוא קרא בתחילה "מחונן מהירות נחיתה". זה היה ביסודו מחונן זווית התקפה שהראה, בעזרת מחט אנכית ממורכזת, כאשר הכנף הייתה בזווית התקפה לעילוי מרבי. מאוחר יותר זה צוין כמערכת בקרת מהירות טיסה בטוחה (Safe Flight Speed Control System), \$345 לדגם הבסיסי, והיה לי אחד בפייפר Pacer שלי. זה לא נתפס כמוצר, למרות שהחברה עדיין עמוק בעסקי פיתוח וייצור מערכות מתוחכמות למטוסי סילון.

טייסים חייבים לחוש שהם יכולים להסתדר היטב בהשתמשם במחווון מהירות, והם יכולים, אולם מודעות לזווית התקפה הופכת להיות קריטית כאשר יש הסחות דעת או ברגע האמת. על טייס אשר מתיישר, אולם אינו מוסיף כוח, להבין שזווית ההתקפה תגדל לנקודה של הזדקרות אם המטוס מוטס מאוזן ללא כוח. זה יסודי להחריד, אולם לפעמים זה מוזנח והתוצאות גרועות.

איני יודע עד כמה נרחבת הבנת זווית התקפה כיום, לפיכך היו סבלניים למספר יסודות לרגע קט. נהגתי לתארה לחניכים כהפרש בין המקום אליו מצביע החרטום והמקום אליו המטוס טס. הייתי מדגים זאת בטיסה איטית, עם אף מעלה, נניח, 10 מעלות כאשר מד הגובה יציב ו/או מד שיעור נסיקה באפס. האף מעלה 10 מעלות, המטוס אינו מטפס, כך שזווית ההתקפה הינה בערך 10 מעלות.

מרבית הכנפיים מזדקרות בזווית התקפה מ - 15 עד 18 מעלות. הזווית המדויקת ממש לא חשובה. מה שכן חשוב זה שהטייס יבין מה עלול להתרחש כאשר זווית ההתקפה מתקרבת לערך קריטי זה.

אני תמיד חוזר אחורה במחשבתי למערכת הקלה בפייפר ולמערכת בקרת המהירות של דר' גרין. בכדי לנהל זווית התקפה כיאות, עליכם לחשוב כמו מכשירים אלו. שתי נוריות דולקות או המחט במרכז - זה בדיוק בסדר. כל דבר בצד האיטי של זה, זה **רע**. תמיד תהיתי מדוע חיווי אזהרת ההזדקרות לא התחיל כאשר זווית ההתקפה הייתה נמוכה מעילוי מיטבי, וגדל בעוצמת קולו ככל שזווית ההזדקרות התקרבה. ללא אחד שכזה, עלינו לחשוב באותה הדרך. עלינו לחשוב על המטוס כנמצא בצידו הרע של הטוב.

מטוסים מתקשרים איתנו בדרכים שונות. אני יודע שהרבה טייסים לא מסכימים עם זה, אולם תמיד חשבתי שיש שימוש יתר בקיזוז במספר שלבים של טיסה. תמיד הטוב ביותר הינו לקזז מטוס למהירות בטוחה, יהיה זה במהלך טיפוס, בטיסה ישרה ואופקית או בגישה. מה שאיני מסכים עמו הוא להסתיר הגדלת זווית התקפה עם קיזוז. אני, למשל, מעולם לא קיזזתי בפניות חדות או קיזזתי מעבר למהירות הגישה במהלך נחיתה. זה כיוון שמצב מעבר לתחום הקיזוז מאפשר למטוס לדבר איתי על מה שמתרחש. אם אני מושך לאחור את מוט ההיגוי, אני מגדיל את זווית ההתקפה.

כיוון שמרבית אובדני שליטה במהירות נמוכה באים במהלך תמרון טיסה בגובה נמוך, שום דבר ממה שאנו למדים בתרגול הזדקרויות אינו מועיל ברגע האמת. כאשר השליטה אובדת, פשוט אין מספיק גובה להיחלצות מהזדקרות קונבנציונאלית שנלמדת שוב ושוב. השיטה שעלינו ללמוד ולהתאמן בה הינה ניהול זווית התקפה.

זה יכול להיעשות בעזרת מד המהירות, תוך שימוש במהירויות בטוחות מזעריות מקובלות. המקובל לקביעת מהירות יחוס לגישה נורמאלית הינה 1.3 כפול מהירות ההזדקרות בהתאם לתצורת המטוס ומשקלו. לזה יש להוסיף מעט מהירות עקב הגדלת מהירות ההזדקרות בהטיה. זה נותן שתי מהירויות, אחת לכנפיים מאוזנות, אחת להטיה עד למקסימום של 30 מעלות, כשכל מהירות מתייחסת למצבי מדפים שונים.

לדוגמה, בססנה 400 מהירות ההזדקרות עם מדפים מעלה הינה 69 קשרים מהירות מכשירית, לפיכך מהירות מזערית למדפים מעלה תהייה 90 קשר, כנפיים מאוזנות. בהטיה של 30 מעלות היא תגדל ל - 95 קשרים. בהטיה של 45 מעלות היא תגדל ל - 105. גידול דרמאטי זה הינו הסיבה העיקרית לכך שטייסים נבונים לעולם לא חורגים מהטיה של 30 מעלות בתמרון טיסה בגובה נמוך<sup>1</sup>. הטיה נוספת מזיזה את זווית ההתקפה קרוב לערך הקריטי. בהמראה עם (חצי) מדפים, כל מהירויות ההזדקרות מופחתות בחמישה קשרים; נחיתה עם (מלוא) מדפים מורידה עוד חמישה קשרים. כל מהירויות תהיינה נמוכות במשקל קל יותר, מופחתות במחצית האחוזים של משקל המטוס מתחת למשקל מרבי של 3,600 ליברות (כאלף שש מאות ק"ג). כל אימת שהמטוס טס במהירויות נמוכות מערכים מחושבים אלו, הצרה קרובה. מחווון זווית התקפה יחשב כל זאת עבורכם.

<sup>1</sup> הערת המחבר: ראו תרגום המאמר העוסק בחזרה למסלול עקב כיבוי מנוע לאחר המראה.

כיוון שתאונות אובדן שליטה במהירות נמוכה כמעט תמיד מתחילות בגובה נמוך, עלינו לשקול את תכונות האטמוספירה בעת תמרון וכאשר הגובה משתנה. כמעט תמיד יש מעט גזירת רוח בגובה נמוך, ומכשיר חיווי זווית התקפה יסייע לטייס לטוס דרך זה מבלי שמתאפשר למהירות לרדת מתחת לערך המזערי המחושב. או, אנחנו יכולים לתאר מה יקרה, ולקדם זאת עם לפחות מעט צפייה מראש.

גזירת רוח תיראה גם על מד המהירות, עקב הקטנת רוח אף הגורמת להפחתת המהירות. זהו התסריט הסביר כאשר אנחנו גולשים לתוך הרוח, ומהירות הרוח פחותה בקרבת פני השטח מאשר מספר מאות רגל גבוה יותר. המשמעות של זה תהיה שיידרש להוריד את חרטום המטוס בכדי לשמור מהירות, אפילו שזה לא יראה טוב.

אני הולך הרבה לאחור בדוגמה כאן, חזרה ל - Ercoupe שנבנה ברובו בשנות הארבעים. כיוון שהוא היה חסין הזדקרות ועמיד בפני סחרור, הוא חוזר כמטוס "בטוח". כפי שקורה למרבית המטוסים שטייסים מתייחסים אליהם כ"בטוחים", ל - Ercoupe היה עבר בטיחותי עשיר כשמשוויים עם מטוסים אחרים דו-מושביים של אותם הימים.

העבר הרע של ה - Ercoupe היה יותר עקב טייסים שחשבו שהוא היה "בטוח" מאשר היה המטוס עצמו. וכיוון שתופעות גזירת רוח לא היו מוכרות באופן נרחב באותו הזמן על ידי אוכלוסיית הטייסים, רבים תמהו מהעובדה שלמטוס היו הרבה מה שנראה כמו תאונות הזדקרות. כיצד זה היה אפשרי במטוס חסין הזדקרות?

פשוט. טייסים לא חשבו על הטסת ה - Ercoupe לאט מאד. כאשר עשו זאת, נאמר במהלך נחיתת חירום, בטיסה ממצב רוח אף למצב ללא רוח, המטוס היה מפיל את האף בכדי לנסות לשמור מהירות. והוא היה פוגע בקרקע עם אף מטה, כאילו הזדקר. הוא לא יכול היה להזדקר עקב מגבלת טווח הגה גובה מעלה אולם לחלוטין יכול היה לפגוע בקרקע בחוזקה ועם אף מטה.

**לפיכך, אם אנחנו שומרים את המטוס מקוויז למהירות בטוחה, מגבילים זוויות הטיה לשלושים מעלות כאשר אנחנו מתחת לאלפיים רגל, ומודעים לזה שבכל פעם שאנחנו מוסיפים לחץ להגה גובה מעלה אנחנו מזיזים את זווית ההתקפה ממקום טוב למקום הקרוב להזדקרות, זה אמור לשמור על הדברים<sup>2</sup>.**

זה לא תמיד, כפי שמעידה העובדה שכרבע מהתאונות הקטלניות/עם נפגעים החמורות בתעופה הכללית קשורות למהירות נמוכה ואובדן שליטה בגובה נמוך.

הבעיה מספר אחת הינה תמרון בגובה נמוך. זה עשוי להתרחש ממספר סיבות ולעתים קשור למעבר נמוך (buzz), או למה שה - NTSB קורא לעתים "תצוגה ראוותנית". מה שלא יהיה, זה דבר קל יחסית להתרחק ממנו.

הבא ברשימה זו הינו תמרון לגישה למסלול. דבר זה גם הוא מאד פשוט. שימו לב למהירות ואם נדרשת הטיה של יותר מ - 30 מעלות בכדי להתיישר, עזבו גישה זו ועשו תוכנית טובה יותר.

הטיפוס הראשוני לאחר המראה גם הוא כולל מספר מתאונות אלו. שדות קצרים גם הם לפעמים נכילים. זכרו רק שמייד לאחר ניתוק וטיפוס ראשוני, זווית ההתקפה הינה גבוהה יחסית. המהירות המזערית כאן תהייה Vso 1.2 או מהירות זווית טיפוס מיטבית בספר התפעול (POH). אם לא ניתן לחלוף על פני מכשולים במהירות זו, האפשרות הבטוחה ביותר הינה התרסקות מבוקרת<sup>3</sup>. סיבה לכך בעוד רגע.

נחיתות אונס הינן גורם עיקרי, וכאן זה רק עניין של שמירת המטוס טס עד אשר הוא מגיע לקרקע או פוגע במשהו.

<sup>2</sup> ההדגשה של המתרגם

<sup>3</sup> אני משוכנע שהמחבר התכוון שיש לבדוק קודם את היכולת להמריא, לפני שנכנסים בכלל למטוס.

הליכות סביב בדרך כלל מתחילות עם גרר גבוה (עקב המדפים מטה) וזווית ההתקפה גבוהה. הם דבר שצריך להתאמן בגובה.

יש ברשימה מספר אובדני שליטה במהירות נמוכה במטוסים דו-מנועיים. אלו קורים לאחר שמנוע אחד שובק והטייס נכשל בשמירת מהירות<sup>4</sup>. עם סחב בלתי סימטרי, דו-מנועיים קלים קטלניים באם לא שמים לב למהירות. מדהים כיצד טייסים רבים אינם מקבלים את שווי כספם, כשיש להם מנוע שני, פשוט מכיוון שהם לא דואגים לשמור את המיומנות הנדרשת.

תאונות אובדן שליטה במהירות נמוכה תמיד חמורות. זו אמת אפילו במטוסים בעלי מהירויות הזדקרות די נמוכות. נתקלתי במחקר ישן אולם תקף שבוצע על ידי דר' E. Jeff Justis והודפס ב - *Legal Eagle News*. הוא אמר, "... בתאונת הזדקרות/סחרור יהיה בדרך כלל עומס אנכי גבוה. מצד שני, כניסה לתוך עצים או גדר או עצם אחר תהיה תאונה שבה יגבר העומס אופקי."

אזי הסתכל Jeff במספר ימי האשפוז שנדרשו להחלמה מפגיעות שנגרמו בתאונה עם בעיקר האטה אנכית בהשוואה עם אופקית. האטה אנכית דרשה 44.6 ימים; אופקית 15.7 ימים. לפיכך, הימנעות מאובדן שליטה במהירות נמוכה טובה בהחלט לבריאותכם.

---

<sup>4</sup>מונח המוכר כ - VMC

תורגם על ידי איציק מה-יפית  
פברואר 2009.