تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۰۳/۰۷
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۰۶/۰۴

فصلنامه علوم و فنون نظامی
سال سیزدهم، شماره ۴۲، زمستان۱۳۹۶
صص ۱۳۹- ۱۱۳

نقش خطای بصری در سوانح هوایی نهاجا در دهه ۸۰ و راهکار پیشگیری از آن

محمدرضا محمدی تودشگی*[۱]

چکیده

هواپیما به جزء لاینفکی از دنیای امروز تبدیل شده است. کنترل‌کننده این جسم پرنده، انسانی است که آموزش هوانوردی را دیده است و به‌عنوان خلبان هدایت آن را به عهده دارد؛ اما آیا انسان برای زیست در آن فضا آفریده‌شده است و توانایی بصری و پردازش مغز او می‌تواند امکان پردازش تمام تصاویر و اطلاعات را داشته باشد. در این مقاله سعی شده است تا به برخی از نقاط ضعف سامانه بصری از دیدگاه فیزیولوژیکی و روان‌شناسی انسان بپردازد و ساختار موجود در نشان‌دهنده‌های هواپیماهای نهاجا موردبررسی قرارگرفته و درنهایت راهکاری در خصوص کاهش خطای بصری ارائه گردد. با مطالعه منابع علمی مختلف و بررسی پرونده سوانح هوایی، در جامعه آماری خلبانانی که دچار سانحه هوایی گردیده‌اند، خطای بصری بررسی‌شده و درنهایت با توجه به تجزیه‌وتحلیل و نتایج حاصله از آن این نتیجه حاصل گردید که به‌منظور کاهش خطای بصری، ضمن به‌روزرسانی سامانه‌های هشداردهنده هواپیماها، کادر پروازی با فیزیولوژی سامانه بصری آشنا شده و استفاده از سامانه‌های آموزشی مربوطه نسبت به کاهش خطای ادراکی خود کوشا باشند تا بتوانند خود را با محیط غیرمتعارف پرواز هماهنگ سازند تا سوانحی که علت آن خطای بصری است کاهش یابد.

واژه‌های کلیدی:

خطای بصری، سوانح هوایی، نهاجا، پیشگیری.

---

[۱]. کارشناسی ارشد مدیریت دفاعی دانشگاه فرماندهی و ستاد آجا

*نویسنده مسئول: رایانامه : mrmt720@yahoo.com

مقدمه

ادراک در روان‌شناسی امروز متشکل از فرآیند ذهنی پیچیده‌ای که در آن اطلاعات حسی به همراه تجارب پیشین تجزیه‌وتحلیل شده و معنادار می‌گردد و از آن روابط امور و معنای اشیا را در می‌یابد. این فرآیند آن‌چنان سریع است که برای ما قابل‌تشخیص نیست (ایروانی و خدا پناهی،۱۳۹۵: ۱۳۵). سال‌هاست که در آسمان غول‌های پرنده‌ای به نام هواپیما در حال پرواز می‌باشد. این ماشین پرنده دارای مغز کنترل‌کننده‌ای است که تمام تصمیمات را برای حرکات اجزای آن، برابر ادراک خود در اختیار دارد. این مغز کنترل‌کننده همان تصمیمات کادر پروازی هواپیماست. کادر هدایت‌کننده انسان‌هایی هستند که برای زندگی در شرایط متفاوتی آفریده شده‌اند و محیط کار آنان، با سامانه‌های موجود در بدن‌شان مطابقت ندارد؛ ازاین‌رو تصمیم‌های گرفته‌شده توسط این افراد دچار اختلال خواهد شد و یا به‌عبارت‌دیگر تصمیم‌هایی که در شرایط پرواز می‌گیرند برابر سامانه‌های آفرینش آن‌ها در سطح زمین است و با محیط موجود آسمان (سرعت‌بالا و ارتفاع که در آن به سر می‌برند) مطابقت ندارد.

هرکدام از اندام‌های ما دارای توانایی ادراک دامنه خاصی از محرک‌های محیطی هستند و نسبت به محرک‌های خارج از این دامنه حساس نیستند. در سطح روان‌شناختی، احساس‌ها تجربه‌هایی هستند که توسط محرک ساده مثل نور قرمز چشمک‌زن ایجاد می‌شود و ادراک تلفیق و تفسیر معنادار احساس‌ها (مثل‌اینکه ماشین آتش‌نشانی است) صورت می‌گیرد (اتکینسون، ۱۳۹۶: ۲۸۳). خداوند متعال جهت زندگی راحت‌تر موجودات در تمام فرایند ادراک، خاصیتی را قرار داده است که موجب حذف اطلاعات اضافه‌شده و فرایند ادراک را افزایش می‌دهد تا در مقابله با خطرهای محیطی حداکثر بهره‌وری را داشته باشد.

این توانایی برای تصمیم‌گیری در روی زمین و شرایط حاکم بر آن مناسب است و همین توانایی برای خلبان که نیاز به اطلاعات کامل از محیط خود دارد باعث بروز خطا خواهد شد. به‌طور مثال تصویر انعکاس یافته بر روی شبکیه چشم متناسب بافاصله چشم با جسم است درحالی‌که تصویر ادراک‌شده در مغز شما همواره ثابت است و همین خاصیت موجب می‌شود تا فاصله حقیقی در کاهش شدید ارتفاع توسط خلبان به‌درستی ادراک نشود (تقوایی‌فر، ۱۳۹۰). مغز توانایی پردازش کلیه اطلاعات را به‌طور هم‌زمان ندارد، اما این عدم‌پردازش چه قدر می‌تواند در سوانح هوایی مؤثر باشد. این نکته قابل تأملی است که همواره در پوشش خطای خلبان از آن غفلت شده است.

خلبانان با کسب تجربه بالا در پرواز به‌مرور با شرایط محیطی خود را منطبق می‌سازند، اما آن هنگام که در شرایط سختِ تصمیم‌گیری قرار می‌گیرند، بروز خطا برای آنان دور از واقعیت

نخواهد بود. لذا آنچه اهمیت پیدا می‌کند شناخت توانایی‌ها و قابلیت‌هاست تا در تصمیم‌گیری میزان خطا کاهش یابد.

تاکنون تحقیقات زیادی در این خصوص صورت گرفته است که به تحقیقات اویک ناسل[1] با عبور دادن فردی با چتر از داخل زمین بسکتبال و بعد از آن دان سیمونز[2] با عبور دادن فردی بالباس گوریل از داخل شهر می‌توان اشاره نمود. همچنین دیوید استرایر[3] در دانشگاه اوتاها با انجام آزمایش رانندگی بدون مکالمه تلفنی و با مکالمه تلفنی ثابت نمود که مغز توانایی انجام دو کار هم‌زمان با تمرکز بالا را ندارد و پنجاه درصد از اطلاعات اکتسابی که توسط چشم به مغز ارسال شده در زمان مکالمه در حین رانندگی پردازش نشده است.

آنچه مورد سؤال باقی می‌ماند آن است که آیا هواپیماهای حاضر در نهاجا با شرایط خطای ادراکی بصری مطابقت دارد و اگر پاسخ آن منفی می‌باشد چه راهکاری وجود خواهد داشت تا این مطابقت بیشتر گردد.

مرور مبانی نظری و پیشینه‌های پژوهش

مرور مبانی نظری

پس از انقلاب اسلامی، بیش از هزار و چهارصد نفر جان خود را در سوانح هوایی ایران ازدست‌داده‌اند و سقوط هواپیمای ایرباس A-300 در پرواز شماره ۶۵۵ ایران‌ایر، به‌وسیله ناو جنگی وینسنت[4] آمریکا در خلیج‌فارس هشتمین حادثه هواپیمایی در دنیا از لحاظ تعداد مسافرین کشته شده می‌باشد که تمام ۲۹۰ سرنشین آن کشته شدند. اولین حادثه هوایی پس از انقلاب در یکم تیر سال ۱۳۵۹ هواپیمای بوئینگ ۷۲۷ ایران‌ایر که در مسیر مشهد-تهران رخ‌داده است.

سانحه سقوط پانزدهم آذر سال ۱۳۸۴ هواپیمای سی–۱۳۰ ارتش ایران که حاوی خبرنگاران و پرسنل ارتش بود، بر روی منطقه‌ای مسکونی، سانحه سقوط پنجم آذر سال ۱۳۸۶ هواپیمای نظامی اف-۴ ارتش ایران در منطقه کنارک چابهار، بیست و ششم فروردین سال ۱۳۸۷ سانحه هواپیمای سوخوی ۲۴ نیروی هوایی، سانحه سقوط شانزدهم تیر همان سال هواپیمای شکاری اف-۵ نیروی هوایی، سانحه سقوط سی و یکم شهریور ۱۳۸۸ هواپیمای نظامی ایلیوشین، سانحه سقوط بیست و ششم تیر سال ۱۳۸۹ هواپیمای فانتوم اف-۴ که

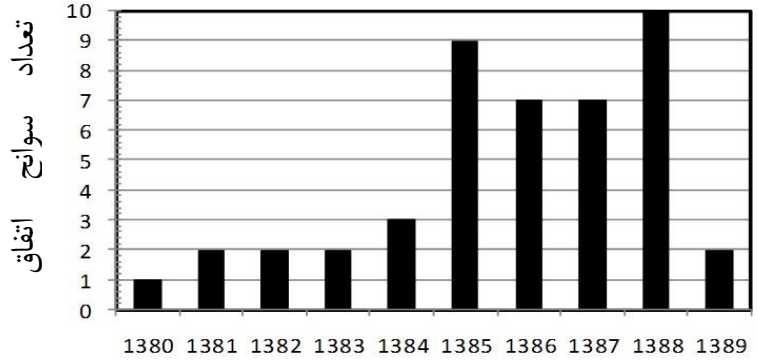
---

1. Avick Nussel
2. Don Simons
3. Daivid strayer
4. Vinsent

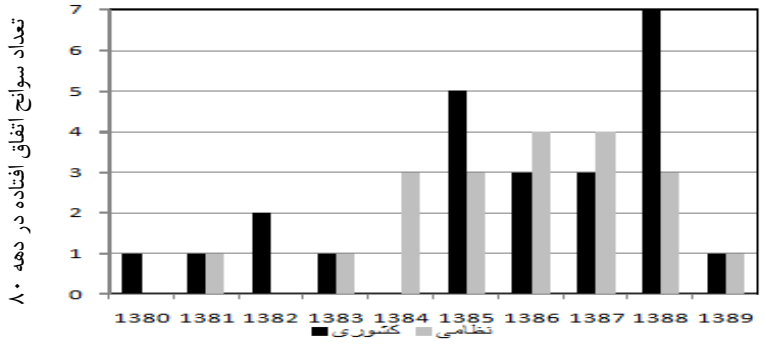
درمجموع موجب گردید تا ۷ نفر صدمات جزئی و ۲۵ نفر کشته شدند علاوه بر آن تعداد زیادی از هواپیماها دچار آسیب کلی و ۲ فروند دچار آسیب جزئی شد.

باید به این امر توجه داشت که هرگونه خطای انسانی به وجود آمده در یک سانحه هوایی خطای مربوط به خلبان و گروه پروازی وی نیست؛ بلکه این خطا طیف گسترده‌ای از انسان‌های درگیر با پرواز اعم از طراح هواپیما، سازندگان، آماده‌کنندگان جهت پرواز، هواشناس، کنترل‌کنندگان پروازها همانند نفرات برج مراقبت و رادارهای تقرب و جمع کثیر دیگر را در برمی‌گیرد.

برابر بررسی انجام‌شده در پرونده سوانح هوایی دهه ۸۰ در نیروی هوایی و مطالعه کلیه شرح حوادث پرونده‌های مذکور با در نظر گرفتن ضریب به میزان ۷۵ درصد از سوانح رد پای خطای ادراکی مشاهده می‌گردد. با در نظر گرفتن ضریب تعداد ۶ مورد خطای بصری و ۲ مورد خطای شنیداری و ۵ مورد خطای وضعیتی در شرح حوادث مشاهده گردید. متأسفانه در هیچ‌یک از بررسی‌های سوانح مطالعه شده هیچ‌گونه اشاره‌ای به آن نگردیده است.



نمودار (۱) تعداد سوانح هوایی برحسب سال



نمودار (۲) تفکیک سوانح ده سال اخیر برحسب کشوری و نظامی

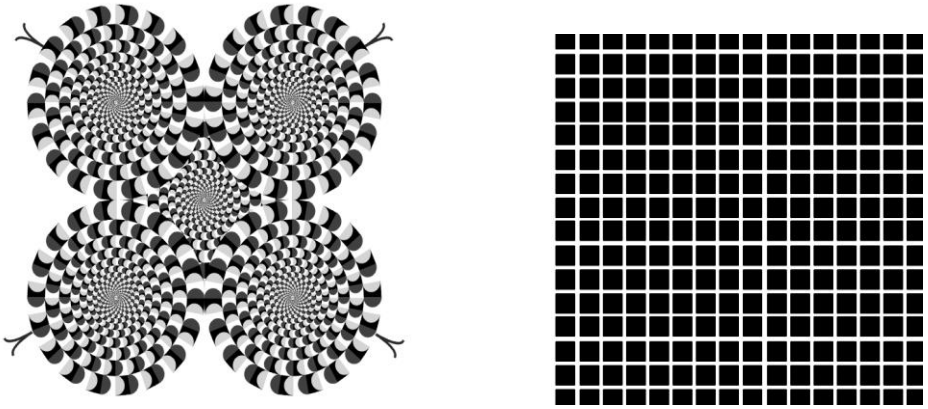
تفاوت حس و درک

جهانی که ما از طریق حواس‌مان می‌شناسیم با جهانی که گونه‌های دیگر موجودات به‌وسیله حواس‌شان می‌شناسند یکسان نیست. همان‌طور که قبلاً گفته شد «در دو سطح بین زیست‌شناسی و روان‌شناختی، اغلب بین احساس و ادراک تمیز قائل می‌شویم. در سطح روان‌شناختی احساس تجربه‌هایی هستند که توسط محرک ساده ایجاد می‌شوند و در ادراک تلفیق و تفسیر معنادار احساس‌ها صورت می‌گیرد (اتکینسون،۱۳۹۶: ۹۲).

وقتی‌که نور یک جسم چشم ما را تحریک می‌کند آن را حس می‌کنیم اما وقتی آن جسم را شناسایی می‌کنیم، می‌فهمیم در کجاست، چقدر از ما دور است و چه اندازه‌ای دارد آن را درک می‌کنیم. ادراک فرایند پیچیده‌ای است اما شناخت از آن پیچیده‌تر است. البته ادراک و شناخت با مرز مشخصی از هم متمایز نمی‌شوند. شناخت عبارت است از کسب، ذخیره‌سازی، بازیابی، پردازش و استفاده از دانش و اطلاعات. دقیقاً نمی‌توانیم بگوییم از کجا ادراک جای خود را به شناخت می‌دهد. اگر اطلاعات دریافتی به‌خوبی اندام حسی را تحریک نکند یا ادراک آن‌ها اشتباه باشد، تصور نادرستی از جهان در ذهن انسان شکل خواهد گرفت. دلیل اصلی اغلب سوانح هوایی، اشتباهات انسانی است. دستگاه‌های ناوبری هوایی معمولاً تصویر درستی از موقعیت را نشان می‌دهند اما انسان‌ها در احساس یا ادراک آن‌ها دچار اشتباه‌های جبران‌ناپذیری می‌شوند. در یک مورد، مجموعه‌ای از خطاهای ادراکی موجب کشته شدن ۲۶۹ مسافر یک خط هوایی کره گردید. برنامه‌ریزی نادرست رایانه‌ی هدایت هواپیمای بوئینگ ۷۴۷ موجب شد که این ارابه مرگ به‌سوی تأسیسات مهم نظامی شوروی سابق تغییر جهت دهد و خدمه هواپیما توجهی به دستگاه‌های مکان‌یاب هواپیما نداشته و هواپیما با هواپیمای جاسوسی اشتباه گرفته شود و ... . (پناهی‌شهری، ۱۳۹۲: ۱۷۸).

همان‌طور که گفته شد داشتن آمادگی ذهنی در ادراک مؤثر است در این خصوص پیش‌داوری‌های قبلی، آمادگی ذهنی و ... تأثیر بسیاری دارد. هرچه پیش‌داوری مثبت‌تر باشد ادراک آسان‌تر و پیش‌داوری منفی ادراک را کندتر می‌کند (فیضی، ۱۳۸۵).

در بسیاری از موارد تفاوت بسیاری بین احساس و ادراک وجود دارد که موجب خطای ادراکی می‌گردد. به‌طور مثال در اشکال زیر آنچه می‌بینید با آنچه هست متفاوت می‌باشد:



شکل (۱) نمایه‌ای از تفاوت بین احساس و ادراک

بین مربع‌های مشکی هیچ رنگ طوسی وجود ندارد و فقط راه بین مربع‌های مشکی سفید وجود دارد و دوایر ثابت هستند و در خطای دید شما آن‌ها را درحرکت می‌بینید.

بینایی و حداقل‌ها

هتک[1]، شلایر[2] و پیرن[3] در سال ۱۹۴۲ در آزمایش مشهور خود نشان دادند که بینایی انسان تقریباً از حداکثر حساسیت فیزیکی ممکن برخوردار است و آدمی می‌تواند نور بسیار ضعیفی را که انرژی آن تنها ۱۰۰ کوانتوم است تشخیص دهد (اتکینسون، ۱۳۹۶: ۹۵). این میزان برای بینایی یک فرد عادی به میزان شعله شمعی در فاصله ۴۸ کیلومتری در شب تیره و صاف است. همچنین میزان نوری که به اعصاب بینایی می‌رسد بسیار ناچیزتر و به‌اندازه ۷ کوانتوم از ۱۰۰ کوانتوم است؛ لذا آنان ثابت کردند که میزان نور در چشم به‌اندازه یک کوانتوم است (همان: ۹۳). این میزان به نام آستانه مطلق با تعریف زیر مطرح می‌گردد:

«*آستانه مطلق حداقل مقدار محرک است که دستگاه حسی می‌تواند آن را به‌صورت پایا از نبود کامل محرک تمیز دهد. روان‌شناسان آن مقدار از محرک را که ۵۰ درصد موارد درست تشخیص داده‌شده است را آستانه مطلق اعلام می‌کنند*» (همان: ۹۷). این حساسیت فقط در تشخیص نیست بلکه آنچه دارای اهمیت است حساسیت به تغییر است.

1. Hecht
2. Shlaer
3. Pirenne

جدول (۱) حداقل تقریبی محرک‌ها برای حواس مختلف

حواس	فواصل تقریبی
بینایی	شعله شمعی در فاصله ۴۸ کیلومتری در شب تیره و صاف.
شنوایی	صدای تیک‌تیک ساعت رومیزی از ۶ متری در محیط آرام.
چشایی	یک قاشق مرباخوری شکر که در ۸ لیتر آب حل‌شده است.
بویایی	یک قطره عطر که در فضای ۶ اتاق پراکنده شده باشد.
بساوایی	افتادن پر مگس از فاصله یک سانتی‌متری بر گونه شخص.

اگر فردی به تغییر در محرک بسیار حساس باشد و بتواند تفاوت‌های بسیار جزئی بین محرک‌ها را تشخیص دهد، در آن صورت مقدار کم‌ترین تفاوت محسوس یا جِی‌ان‌دی[1] را دارد. هرچه مقدار محرک معیار بیش‌تر باشد حساسیت دستگاه حسی کم‌تر خواهد شد. به‌عنوان‌مثال اگر اتاقی با ۱۰ شمع روشن شود جهت احساس تغییر افزودن یک شمع کافی است درحالی‌که اگر این اتاق با ۱۰۰ شمع روشن شود برای همان احساس باید ۱۰ شمع روشن افزوده گردد. این رابطه که به وبر- فنخر شهرت دارد بیان می‌کند که جهت احساس تغییر تصاعد هندسی در محرک باید ایجاد شود تا در تغییرات تصاعد حسابی در احساس به وجود آید (همان: ۱۰۵).

آنچه می‌توان برداشت نمود آن است که انسان قابلیت درک تغییرات کوچک در محیط را ندارد و این عدم توانایی به‌عنوان یک خطر بالقوه همیشه همراه خلبان هست؛ زیرا عدم دریافت تغییرات در ابتدای بروز اشکال در هواپیما باعث از دست دادن زمان برای بازیابی هواپیما خواهد شد.

خطای حسی

دریایی از اطلاعات پیرامون ما را فراگرفته است، اما دستگاه حسی و ادراکی انسان قادر است از این انبوه اطلاعات، آگاهی‌های لازم را انتخاب کند. درواقع اگر دستگاه ادراکی را از اطلاعات حسی محروم کنیم، فرد برای خود اطلاعاتی می‌سازد که مصداق بیرونی ندارد. این تصورات درونی که در بیرون از فرد وجود ندارد خطای حسی نامیده می‌شود. چنین به نظر می‌رسد که دستگاه ادراکی انسان همواره به حداقل از اطلاعات بیرونی نیازمند است. وقتی این اطلاعات کاهش‌یافته یا حذف شود، از دستگاه حسی رفتاری سر می‌زند که حاصل آن ادراکات مختل و غالباً عجیب‌وغریب است. تنها کاهش شدید اطلاعات حسی مشکل‌آفرین نیست. افزایش بیش‌ازحد آن نیز مضر است. کسی که سعی می‌کند موقع تماشای تلویزیون با دوست خود پشت تلفن صحبت کند یا تکالیف مدرسه را انجام دهد، در هیچ‌کدام موفق نخواهد شد.

---

[1]. JND (just noticeable difference)

به‌طورکلی اغلب مردم در دامنه بهینه‌ای از اطلاعات بهترین عمل کرد خویش را به نمایش می‌گذارند. اگر اطلاعات حسی کمتر یا بیشتر از این دامنه مطلوب و بهینه باشد عملکرد کاهش می‌یابد. می‌بایست بامطالعه ادراک به طراحی وسایل و ابزارهایی اقدام کرد که عملکرد ادراکی بهینه را تضمین کند. لازمه این امر، آگاهی از توانایی‌ها و محدودیت‌های احساس و ادراک انسان است (پناهی شهری، ۱۸۲:۱۳۹۲).

انباشتگی اطلاعات و نظریه استنباط علامت[1]

مشکلات به وجود آمده در خطای حسی همان‌گونه که بیان شد فقط مختص کاهش اطلاعات نیست بلکه در افزایش اطلاعات نیز مشکلاتی رخ خواهد داد که در پرواز بیش‌ترین معضل را ایجاد می‌کند. برابر بررسی پرونده سوانح هوایی می‌توان به شرایط اضطراری به وجود آمده سانحه خاموش شدن موتور هواپیما بعد از بلند شدن دریکی از پایگاه‌های نظامی یادکرد که چندین بار دستور خروج اضطراری از هواپیما به خلبان داده شد اما در مصاحبه انجام‌شده، خلبان هیچ‌کدام از دستورات را نشنیده بود. موارد مشابه نیز در سایر سوانح وجود دارد که از آن جمله می‌توان عدم شنیدن صدای هشدار کاهش سرعت سانحه هواپیمای ایلیوشین سال ۱۳۸۸ اشاره نمود.

آنچه بیان شد با نظریه استنباط علامت مطابقت کامل دارد. این نظریه که اساس علم سایکوفیزیک بوده و پیش و پس از جنگ جهانی دوم در آمریکا به وجود آمده است در خصوص بهبود عملکرد مشاهده‌گران رادیو و رادار در سامانه دفاع هوایی و دریایی آمریکا فعالیت داشته و نتیجه آن نظریه فوق است. طبق این نظریه آستانه‌ای که با روش‌های مختلف تعیین می‌گردد، از دو عامل متأثر است. حساسیت آزمودنی نسبت به محرک و دوم معیار تصمیم‌گیری آزمودنی (پناهی شهری، ۱۳۹۲: ۲۰۲).

برای درک بهتر این نظریه به یک مثال توجه کنید. زمانی را در نظر بگیرید که شما منتظر یک تماس تلفنی مهم هستید. در این هنگام اگر در یک محیط شلوغ هم قرار داشته باشید به‌راحتی صدای زنگ تلفن را خواهید شنید و یا همیشه اگر کسی شمارا صدا کند در شلوغی خواهید شنید. این همان حساسیت آزمودنی به محرک است. علاوه بر آن وجود عواملی همچون تشویق و تنبیه در میزان حساسیت آزمودنی به‌وضوح مشخص است.

---

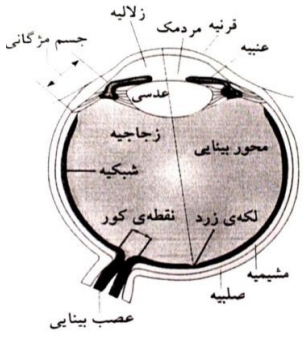
[1]. Signal detection theory

شاید آنچه بیان شد یک پدیده عادی درروی زمین است و به‌ظاهر هیچ‌گونه خطری را برای یک انسان بر روی زمین ایجاد نکند اما در شرایط مشاغل حساس حذف اطلاعات دریافتی که توسط مغز اتفاق می‌افتد می‌تواند خطرآفرین گردد.

دستگاه بینایی و خطاهای آن

توهمات نوری یا خطای ادراک تصویری به خطاهای فیزیکی و شناختی یا ادراکی طبقه‌بندی می‌شوند (پیستر پاتریکا،۲۰۱۴ : ۱۸۳). نور نوعی انرژی الکترومغناطیسی است که از خورشید و بقیه کهکشان ساطع می‌شود و سیاره ما پیوسته در آن غوطه‌ور است. از کوتاه‌ترین طول‌موج اشعه کیهانی (۴ تریلیونیم سانتی‌متر) تا طولانی‌ترین امواج رادیویی (چندین کیلومتر) چشم ما فقط به جزء کوچکی از این پیوستار حساس است و فقط از ۴۰۰ تا ۷۰۰ نانومتر را درک می‌کند (پناهی شهری، ۱۳۹۲: ۱۸۶).

هرچند انسان توسط چشم خود می‌تواند با انعکاس نور ساطع‌شده از اجسام، آن‌ها را ببیند اما این نور تنها در ساختار چشم واردشده و پردازش تصویر در مکان دیگری انجام می‌شود؛ به‌عبارت‌دیگر انسان با چشم خود جسم را می‌بیند اما آن را در مغز خود درک می‌کند و برای انجام آن نور جسم در چشم تبدیل به سیگنال‌های الکتروشیمیایی شده و به مغز ارسال می‌گردد. چشم انسان از دو دستگاه تشکیل‌شده است، یکی از آن‌ها سامانه تصویرساز است و خطای آن همان خطای فیزیکی را ایجاد می‌کند. این خطاها با اصلاح اشکال انکسار و استفاده از عینک و عدسی طبی برطرف می‌گردد. دیگری سامانه تبدیل تصویر به تکانه‌های الکتروشیمیایی است.



شکل (۲) دستگاه بینایی

در انتهای سامانه تصویرساز شبکیه قرار دارد که کار آن همان کار سامانه الکتروشیمیایی است. شبکیه از دو نوع گیرنده عصبی میله‌ای و مخروطی تشکیل‌شده است که هریک از این گیرنده‌ها برای مقصود خاصی تخصیص یافته‌اند. گیرنده عصبی مخروطی در نور روز و یا اتاق پرنور فعال است و در نور کم گیرنده‌های میله‌ای فعالیت می‌کنند (پناهی شهری، ۱۳۹۲: ۱۸۷). از طرف دیگر تراکم این گیرنده‌ها در سطح شبکیه باهم یکسان نیست به‌نحوی‌که گیرنده مخروطی در مرکز شبکیه پرتراکم بوده و هرچه به اطراف شبکیه می‌رویم این تراکم کاهش می‌یابد. از سوی دیگر گیرنده میله‌ای در کنار شبکیه متراکم بوده و در مرکز کم‌تراکم می‌شود. هم‌چنین گیرنده‌های میله‌ای دارای نقاط ضعف نیز هست که شامل موارد زیر است:

۱- در دیدمستقیم و خیره شدن به یک شی بیش از ۲ تا ۳ ثانیه در شب، تصویر محو می‌گردد.

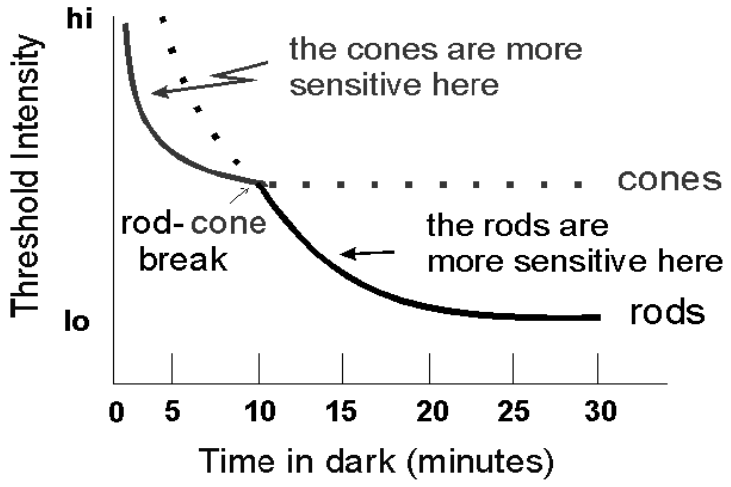
۲- گیرنده‌های میله‌ای توانایی درک عمق و سایز و رنگ را ندارند (تقوایی‌فر، ۱۳۹۰: ۱۳۱).

چشم انسان و سامانه ادراک بینایی در مغز آن‌قدر دارای پیچیدگی هست که به‌راحتی انسان را دچار خطا می‌کند اما به دلیل تکرار این خطاها در طول زندگی از کنار آن به‌راحتی می‌گذریم و حتی آن‌ها را درک نیز نمی‌کنیم.

انطباق با نور

یکی دیگر از خطاهای به وجود آمده در بینایی انطباق با نور است. این خطا که نمونه آن را در هنگام ورود به سالن تاریک سینما از خیابان روشن تجربه کرده‌ایم براثر انطباق چشم با نور اتفاق می‌افتد. همین اتفاق در حالت برعکس نیز به وجود می‌آید یعنی هنگامی‌که از محیط تاریک به محیط روشن وارد شویم (اتکینسون،۱۳۹۶: ۱۳۰).

سازگاری با تاریکی، نیم ساعت طول می‌کشد و پس‌ازاین مدت حساسیت به نور افزایش می‌یابد و پس از ده دقیقه حساسیت ۱۰ برابر و پس از ۲۰ دقیقه حدود ۶۰۰۰ برابر و در ۴۰ دقیقه حدود ۲۵۰۰۰ برابر می‌شود. علت آن سرعت شدید واکنش شیمیایی در گیرنده‌های میله‌ای است (پناهی شهری،۱۳۷۸: ۲۰۲). عموماً این کاهش دید برای خلبانانی که در پرواز شب شرکت می‌کنند و در محل‌های آماده‌سازی هواپیما قبل از پرواز در محیط پرنور قرار می‌گیرند (خصوصاً هنگامی‌که منبع نور به سمت خلبان باشد) بسیار آشناست.



نمودار (۳) زمان انطباق با نور

مراحل فیزیولوژیک بینایی

مراحل فیزیولوژیک بینایی که به اجرا ختم می‌شود مطابق جدول زیر است:

زمان دو ثانیه زمانی ایده‌آل (مراحل نگاه کردن و دیدن و تشخیص) جهت رویت و شناسایی در حین پرواز می‌باشد. زمان ایده‌آل نگاه کردن تا اجرا بین ۷/۵ – ۵ ثانیه در اثر عواملی چون سرعت باد، هوای آلوده، دید ناکافی به علت نور بسیار شدید و اختلالات سامانه بینایی تغییر می‌کند. با در نظر گرفتن سرعت ۴۲۰ نات هواپیمای شکاری در حین انجام مأموریت، معادل تقریباً ۷۸۰ کیلومتر در ساعت مسافت طی شده در این زمان بین ۱۰۸۴ تا ۱۶۲۵ متر (۱/۱ تا ۱/۷ کیلومتر) مسافت طی خواهد شد (تقوایی فر، ۱۳۹۰ :۱۵۳).

جدول (۲) مراحل فیزیولوژیک بینایی

زمان (ثانیه)	مثال	مرحله.
۰/۱ –۰/۲	I think I can see something out there	نگاه کردن Looking، حرکت سر و چشمان به سمت هدف خاص
۰/۲ – ۰/۳	Yes, there is definitely something out there	دیدن جسم Seeing
۰/۷ – ۱	It is an aero plane a Cessna 152	تشخیص جسم یا موضوع موردنظر، Recognition
۲ – ۳	it comes this way I need to descend, now	ارزیابی و تصمیم‌گیری، Evaluation & Deciding
۵ – ۷/۵	To avoid collision	اجرا و عمل Action

خطا در پرواز با سرعت بالا و بینایی خلبانان

برابر تحقیق منتشرشده در معاونت تحقیقات و جهاد خودکفایی نهاجا با عنوان فیزیولوژی بینایی و دید در شب، جسم یا هواپیما و یا هر شیئی که در میدان بینایی یک خلبان قرار دارد، بسته به فاصله آن ممکن است فاصله زیادی را طی کند تا در یک فریم زمانی خاص، به آن جسم یا هدف موردنظر برسد. این مسئله می‌تواند در پرواز با سرعت زیاد و در ارتفاع پایین مشکل‌آفرین باشد. به‌خصوص هنگامی‌که در اثر ارتفاع کم، لرزش‌ها افزایش می‌یابد و استرس خلبان نیز افزایش می‌یابد (برخور، ۱۳۸۲).

در سرعت‌بالا هنگامی‌که یک خلبان توجه خود را به کاوش کردن در میدان بینایی خارج هواپیما و یا خواندن یک شماره روی وسیله درون کابین تغییر می‌دهد زمانی در حدود دو و نیم ثانیه صرف می‌شود. در این زمان هواپیما مسیر زیادی از فضا را طی می‌نماید؛ لذا بسیار مهم است که از سامانه‌های نشان‌دهنده بالای سر استفاده شود که در این صورت کلیه توجهات لازم از فضای حسی خارجی پاک نمی‌شود و در آن ذخیره می‌گردد. سایر وسایلی که چندان مهم نیستند باید طوری تعبیه شوند که در صورت عدم نیاز به‌راحتی محو گردند. لذا در سرعت‌های

بالا زمان زیادی برای تصمیمات فکری و بینایی وجود ندارد و باید علائم و سیگنال‌هایی را تعبیه نمود تا به‌موقع بتواند هشدارهای لازم را بدهند.

خطاهای بینایی اثر حرکت در پرواز

کاهش بینایی براثر حرکت در پرواز، اثر بسیاری بر خلبان می‌گذارد. برابر این خطای بصری، چشم برای درک حرکت باید لکه زرد یا مرکز شبکیه چشم را بر روی هدف متمرکز کند منوط بر آن‌که سرعت زاویه‌ای جسم در چشم بیش از ۳۰ درجه بر ثانیه نباشد و اگر سرعت آن به ۴۰ درجه بر ثانیه برسد باعث کاهش قدرت بینایی می‌گردد به‌طوری‌که حتی در این لحظه قدرت بینایی دینامیکی به نصف مقدار قدرت استاتیکی کاهش خواهد یافت. به دلیل آن‌که خلبان با هواپیمای خود و با سرعت زیاد در حال حرکت است و تقریباً همه‌چیز در اطراف او با سرعت زیاد حرکت می‌کند بنابراین قدرت تیزبینی یا قدرت تشخیص جزئیات در او کاهش می‌یابد (عظیمی،۱۳۹۴: ۵۵).

خطای تأثیر حرکات جهشی چشم

نمونه دیگر در خطای بصری، تأثیر حرکات جهشی چشم‌هاست. تیزبینی در خارج از لکه زرد به علت کاهش گیرنده‌های مخروطی بر روی شبکیه، بسیار ضعیف می‌گردد. خوشبختانه حرکت جهشی چشم به ما اجازه می‌دهد که لکه زرد را بر روی اشیایی که می‌خواهیم ببینیم متمرکز کنیم. بنابراین اگر ما در استنباط یا درک صحیح یک شی که در حاشیه رؤیت قرار دارد دچار تردید شویم بلافاصله با حرکت جهشی، لکه زرد را بر روی آن قرار خواهیم داد. در سرعت‌های بالا، زمان تمرکز دید طولانی‌تر است. به دلیل آن‌که در سرعت‌بالا نیاز به تشخیص بهتر داریم بنابراین زمان طولانی‌تری را برای اثبات استفاده خواهیم کرد (گویتن، ۱۹۸۸: ۳۰۳).

اثر خود جنبشی

یکی دیگر از خطاهای ادراکی اثر خود جنبشی است همان اثری که در هنگام ایستادن دو قطار کنار هم و شروع به حرکت یکی از آن‌ها، برای ما تشخیص آن‌که کدام قطار حرکت خود را آغاز کرد دشوار می‌گردد. این اثر برای خلبان نیز در مواقعی که سطح مرجع وجود ندارد، خصوصاً در پروازهای شب، اتفاق می‌افتد. در همین‌جاست که همواره به خلبان درباره استفاده از آلات دقیق هواپیما در شب تأکید می‌گردد. عامل بروز این خطا نور کمی که از اشیاء در شب توسط خلبان دیده می‌شود، است. پس از ۶ تا ۱۲ ثانیه تثبیت نور، حرکت بیش از ۲۰ درجه در همه جهت‌ها و یا در چندین جهت توسط خلبان احساس می‌شود. هرچند که درواقع هیچ‌گونه حرکتی رخ نداده است. این ممکن است که خلبان شی ثابت را با هواپیمای دیگر اشتباه بگیرد (ارنستینگ و همکاران،۱۹۸۸: ۵۸).

تقرب حفره‌ای سیاه

تقرب حفره‌ای سیاه یکی از مشکلاتی است که هنگام پرواز در یک‌شب تاریک بر فراز آب و یا باند بدون چراغ به وجود می‌آید و افق قابل‌تشخیص نیست. بدترین حالت این نوع تقرب زمانی است که فقط چراغ‌های باند قابل رویت باشد و خلبان بدون استفاده از راهنماهای دیداری محیط اطراف که در امر جهت‌یابی هواپیما نسبت به زمین بسیار حیاتی هستند، چنین پندارد که هواپیما ساکن است و در موقعیت صحیح قرار دارد و این باند پرواز است که در حال حرکت و یا به‌طور نادرستی (برای مثال شیب سرپایین) قرارگرفته است.

این‌گونه اختلالات حسی و برداشت‌های مبهم و مخاطره آمیز، تقرب حفره‌ای سیاه را بغرنج‌تر و خطرآفرین می‌سازد و خلبان اغلب با فرض اینکه باند کوتاه است، در یک مسافت کوتاه از باند اقدام به نشاندن هواپیما می‌کند. به‌ویژه یکی از انواع خطرناک تقرب حفره‌ای سیاه زمانی روی می‌دهد که خلبان تحت شرایطی اقدام به نشاندن هواپیما کند که به‌جز باند و روشنایی‌های شهری که در مناطق مرتفع پشت باند قرارگرفته است، سایر مناطق در تاریکی مطلق قرار داشته باشد. در چنین شرایطی خلبان ممکن است تلاش بر ادامه زاویه‌ی یکنواختی از دید عمودی را متناسب با چراغ‌های هر دوردست انتخاب کند و در همین راستا درحالی‌که هرلحظه به باند نزدیک‌تر می‌شود، زودتر از زمان مناسب هواپیما را بنشاند. یکی از علل وقوع چنین حالتی این است که خلبان با در نظر گرفتن دید محیطی به‌اشتباه سطح شیب‌دار را صاف می‌پندارد که همین امر سبب می‌گردد که خلبان با ارتفاع کمتر از معمول به باند نزدیک شود (همان: ۵۶).

تقرب سفیدبرفی

تقرب تحت شرایط سفیدبرفی به معنی نبود راهنمای کافی جهت‌یابی در محیط بیرونی می‌تواند به‌اندازه تقرب تحت شرایط حفره‌ای سیاه و تبعات الزام‌آور آن مشکل‌آفرین باشد. این تقرب درواقع به دو شکل انجام می‌شود:

۱) شرایط سفیدبرفی اتمسفری.

۲) شرایط سفیدبرفی در کولاک.

در نوع تقرب در شرایط سفیدبرفی اتمسفری فقط سطح زمین پوشیده از برف دیده می‌شود و شرایطی حادث می‌گردد که هیچ راهنمای دیداری دیگری رویت نگردد و افق نیز قابل‌تشخیص نیست؛ هرچند در این نوع تقرب، در میزان دید محدودیتی وجود ندارد، اما به‌هیچ‌وجه به‌جز باند و علائم مربوط به آن هیچ‌چیز قابل رویت نیست؛ بنابراین در این‌گونه شرایط، هنگام تقرب به باند باید نشانگرهای وضعیت و ارتفاع را به‌دقت زیر نظر داشت تا از هرگونه سردرگمی در پرواز یا بروز اشکال در برخورد نامناسب هواپیما به باند در لحظه نشاندن

هواپیما، جلوگیری شود. در شرایط سفیدبرفی کولاک بر اثر معلق و سرگردان بودن دانه‌های برف در هوا میدان دید بسیار محدود می‌شود. این دانه‌های برف به‌وسیله‌ی چرخش ملخ یا امواج حاصل از موتور هواپیما در داخل فضا پراکنده می‌شوند. اغلب در چنین مواقعی خلبانان بالگرد سعی می‌کنند با استفاده از دید چشم، بالگرد را روی باند بنشانند و به‌طور ناخواسته بالگرد را مایل کرده و باعث سرنگونی آن می‌شوند. خلبانانی که مأموریت پرواز در شرایط احتمالی مواجهه با شرایط سفیدبرفی را به عهده‌دارند، باید از مخاطرات تقرب به باند در این‌گونه شرایط آگاه شوند؛ زیرا با سردرگمی غیرمنتظره مواجهه خواهند شد (همان: ۲۳۵).

دید پرشی وابسته به نور

دید پرشی وابسته به نور زمانی اتفاق می‌افتد که خلبان چراغ‌های روی زمین را با ستارگان اشتباه بگیرد. این توهم زمانی که آسمان پوشیده از ابر است و در روی زمین هیچ چراغی روشن نیست بیشتر رخ می‌دهد. در این هنگام خلبان آسمان و زمین را که هر دو تاریک هستند و به خاطر غبار معلق دید بسیار کم می‌شود را به‌صورت یکپارچه می‌بیند و با دیدن چندین چراغ مجزا از هم احساس می‌کند که آنان ستارگان هستند و برای آن‌که هواپیما را به حالت مناسب قرار دهد، در موقعیت خطرناک پروازی که می‌تواند منجر به سقوط گردد قرار خواهد داد (ویلسون، ۱۹۹۸: ۴۳۵:۴۳۹).

برای نمونه دیگر ازاین‌گونه خطاها که نقش بسیار زیادی در ایمنی پروازها دارد می‌توان به خطاهای تقرب حفره سیاه، تقرب حفره سفید، خطای ادراک حرکت و پدیده درک نادرست فاصله یا ارتفاع برحسب ذهنیت اشاره نمود. آنچه به نظر می‌رسد آن است که باوجوداین گونه خطاها که اشاره شد پرواز با هواپیما ایمن نخواهد بود اما هر ساعت پروازهای بسیاری در آسمان در حال حرکت هستند و ایمنی آن‌ها به خطر نمی‌افتد.

کناره و پوچ بینی در میدان دید یا نزدیک‌بینی فضایی

وجود کناره‌ها در یک شی موجب می‌شود تا بتوانیم اشیاء را ببینیم. منظور از کناره[1]، مکانی در تصویر ایجادشده در شبکیه است که رنگ یا درخشندگی آن به‌شدت تغییر کرده است. بدون وجود کناره‌ها ما عملاً بینایی خود را از دست می‌دهیم. پرواز در مه و ابر کناره را از هواپیمای مجاور حذف می‌کند. به همین علت در هنگام پرواز در مه و ابر به‌آرامی هواپیمای کناری محو می‌شود.

---

[1]. Counter

در هوای گرگ‌ومیش یا مه‌آلود خلبان نمی‌تواند جزئیات اشیاء را ببیند. در چنین شرایطی خلبان فقط باید قادر باشد از فاصله هرچه دورتر موانع احتمالی (مثلاً هواپیماهای دیگر یا اشیاء کنارباند) را تشخیص دهد. البته امروزه امکانات فنی کمک زیادی به امنیت پرواز کرده است اما توانایی‌های حسی خلبان به‌ویژه در مواقع بحرانی را نباید نادیده گرفت. در هواپیماهای کوچک که فاقد امکانات امنیت پروازی هواپیماهای بزرگ مسافربری هستند، امنیت پرواز وابسته به توانایی حسی و ادراکی خلبان است (پناهی شهری، ۱۳۹۲ :۱۸۶).

پوچ بینی به پدیده‌ای اطلاق می‌گردد که هنگام پرواز به‌خصوص در شب یا در فضای ابری یا بر روی اقیانوس با ارتفاع متوسط یا به دلیل اینکه فضا در خارج از کابین هواپیما یکسان و بدون طرح می‌باشد و در حقیقت هیچ نوع کمک بینایی وجود ندارد که باعث جذب و جلب‌توجه گردد رخ می‌دهد.

در این صورت تطابق چشم‌ها بین ۰/۵۰ تا ۲/۵۰ دیوپتر اعمال می‌گردد. این مقدار تطابق باعث به وجود آوردن قدرت تمرکز (فوکوس) چشم در نقطه‌ای از فضا که ۱-۲ متر دورتر است می‌گردد. این مسئله باعث می‌گردد که خلبان به‌طور موقت نزدیک‌بین گردد و اگر در چنین شرایطی هواپیمای دیگری در محدوده میدان دید وی قرار گیرد ممکن است دیده نشود؛ زیرا در بی‌نهایت دید چشمی خلبان قرار دارد و یا بسیار تار رویت گردد. این عدم بینایی یا کاهش بینایی به دلیل عمل تطابق بوده که مانع از دیدن اجسام دور می‌گردد.

در ارتفاعات بالا نزدیک‌بینی فضایی، به خاطر اینکه چشم‌ها در حال استراحت بوده و کشش ماهیچه‌ها افزایش بیشتری یافته، بیشتر می‌شود. در این ارتفاعات ممکن است یک هدف و یا یک شی موجود نباشد تا دید روی آن ثابت شود. در چنین فضای خالی از اشیاء قابل رویت، دیدن اهدافی در فاصله به نسبت دور بسیار مشکل خواهد بود (ارنستینگ، ۱۹۸۸: ۲۹۷-۳۱۷).

دید پرشی وابسته به نور

دید پرشی وابسته به نور زمانی اتفاق می‌افتد که خلبان چراغ‌های روی زمین را با ستارگان آسمان اشتباه بگیرد. این توهم می‌تواند زمانی که آسمان پوشیده از ابر است و در روی زمین هیچ چراغی نیست روی دهد. به این صورت که خلبان آسمان و زمین که هر دو تاریک هستند و یا به خاطر وجود غبار معلق دید بسیار کم است را به‌صورت یکپارچه تصور می‌کند. حال با رویت چندین چراغ مجزا از هم در روی زمین احساس می‌کند آنان ستارگان هستند و برای اینکه هواپیمای خود را در حالت مناسب قرار دهد آن را در موقعیت خطرناک پروازی که می‌تواند به‌سرعت به سقوط منجر شود قرار می‌دهد (ویلسون، ۱۹۹۸ :۴۳۹-۴۳۵).

پدیده درک نادرست فاصله یا ارتفاع برحسب ذهنیت[1]

خلبان موضوعی یا شیئی را آن‌طور که انتظار دارد می‌بیند نه آن‌طور که درواقع وجود دارد (موضوع یا جسم موردنظر مشابه اصل موضوع هست اما از برخی جهات متفاوت است). علت آن به دلیل علائم دیداری راهنما در روی زمین مثل درختان یا باند پرواز، به‌اندازه مورد انتظار متفاوت است. به‌طور مثال در پرواز بالگرد در ارتفاع بر روی سطح جنگل‌ها، اگر درختان جنگل جدید در مقایسه با جنگل قبلی که برای خلبان کاملاً آشنا و شناخته‌شده بود، کوتاه‌تر یا بلندتر باشند، امکان دارد خلبان بر طبق عادت ارتفاع خود را بر اساس جنگل قبلی تنظیم کند و این مسئله می‌تواند در پرواز خطرناک باشد (تقوایی، ۱۳۹۰: ۱۵۲).

ثبات ادراکی[2]

دستگاه ادراکی علاوه بر مکان‌یابی و بازشناسی، هدف دیگری نیز دارد و آن نگه‌داشتن نمودِ اشیاست. تحول آدمی به‌گونه‌ای بوده که بتواند اشیا را همان صورتی که هستند بازنمایی و تجربه کند (شکل، اندازه، رنگ و درخشندگی اشیای واقعی ثابت است)، نه آن‌گونه که بر شبکیه چشم نقش می‌بندند. به‌طورکلی، به‌رغم تغییر روشنایی و زاویه‌ی دید یا فاصله‌ی جسم، آدمی آن را وضعی به نسبت ثابت و بدون تغییر می‌بیند. پا به‌پای نزدیک شدن به اتومبیل احساس نمی‌کنید که بزرگ و بزرگ‌تر می‌شود، یا وقتی از زوایای گوناگون به آن نگاه می‌کنید رنگش عوض نمی‌شود هرچند در همه این موارد، تصویر اتومبیل بر شبکیه چشم تغییر می‌کند. این گرایش به ثبات را ثبات ادراکی گویند.

ثبات ادراکی متضمن نتایج مهمی برای مکان‌یابی و بازشناسی نیز هست و به‌طور عموم باعث سهولت بازشناسی و مکان‌یابی می‌شود. اگر نمودِ جسم همگام با حرکت چشم آدمی تغییر کند در آن صورت تعیین فاصله‌اش بسیار دشوار خواهد شد و اگر شکل و رنگ شی همگام با حرکت ما یا حرکت جسم تغییر کند در آن صورت توصیفی که در مرحله اولیه بازشناسی از جسم به دست می‌آوریم نیز تغییر می‌کند و بازشناسی به امری ناممکن بدل خواهد شد (ریتا ال اتکیینسون، ۱۳۹۶ :۱۲۵).

سامانه‌های موجود بر روی هواپیماهای نیروی هوایی

دریافت اطلاعات در پرواز توسط خلبان، وابسته به شرایط پروازی و سامانه‌های هشداردهنده به خلبان می‌باشد. این سامانه‌ها در هواپیماهای مختلف با توجه به نسل تولیدی آن‌ها و کشور

---

1. Mind set
2. Perceptual constancy

سازنده متفاوت است. بررسی آلات دقیق هواپیماها و نحوه کارکرد سامانه‌های خلبان خودکار موجود در هواپیماها و همچنین سامانه‌های هشداردهنده می‌تواند در بررسی بروز خطا در درک اطلاعات کمک شایانی بنماید. در هواپیماهای کنونی در نهاجا شرایط ذیل حاکم است:

جدول (۳) وضعیت هواپیماهای کنونی نهاجا

نوع هواپیما	سامانه هشدار											
	اولیه	اخطار کلی	چرخ	موتور	مولد برق	زاویه حمله	ارتفاع سنج	سامانه مدار ارتفاع پایین[1]	جنگ الکترونیک	حداقل سوخت	تسلیحات	ناوبری
اف-۴	چراغ	چراغ	چراغ ، بوق	چراغ	چراغ	چراغ ، بوق، موتور لرزشی حسی	چراغ	-	چراغ ، بوق	چراغ	چراغ	-
اف-۵	چراغ	چراغ	چراغ، بوق	چراغ	چراغ	چراغ، بوق	-	-	-	چراغ	چراغ	-
اف-۷	چراغ[2]	چراغ	چراغ، نشان‌دهنده بالای سر[3]	چراغ	چراغ	نشان‌دهنده بالای سر و در صورت خروج از حالت پایدار بدون هشدار	چراغ، نشان‌دهنده بالای سر	-	چراغ	چراغ ، بوق	چراغ ، نشان‌دهنده بالای سر	نشان‌دهنده بالای سر
سوخوی ۲۴	چراغ	چراغ	چراغ ، بوق	چراغ، بوق	چراغ	چراغ، بوق	چراغ، بوق	چراغ، بوق	چراغ، بوق	چراغ، بوق	چراغ، بوق	-
میگ ۲۹	اکران[4]	سامانه ناتاشا[5]، اکران				سامانه ساس، بازیابی خودکار	اکران، ناتاشا	-	اکران، ناتاشا	اکران، ناتاشا	چراغ ، اکران، ناتاشا	-

[1]. Low altitude circuit

[۲]. در عوامل موثر بر ایمنی هواپیما علاوه بر چراغ بوق نیز استفاده شده است.

[3]. Head up display (HUD)

[۳]. (EKRAN) سامانه‌ای در جلوی خلبان که شرایط اضطراری را به‌صورت نوشتاری با توجه به اولویت به خلبان نمایش می‌دهد.

[۲]. (NATAFHA) سامانه‌ای که شرایط اضطراری و نحوه بازیابی را برای خلبان درگوشی او بیان می‌کند.

بی‌تی‌اف	چراغ	چراغ	چراغ، بوق	چراغ، بوق	چراغ، بوق	چراغ	چراغ، بوق	-	-	چراغ	چراغ	-
KC-747	چراغ، بوق	چراغ، بوق	چراغ، بوق	چراغ، بوق	چراغ، بوق	چراغ، بوق	چراغ، بوق	-	-	چراغ، بوق	چراغ، بوق	چراغ، بوق
فالکن ۲۰	چراغ	چراغ	چراغ، بوق	چراغ، بوق	چراغ، بوق	چراغ، بوق	چراغ، موتور لرزشی حسی	-	-	چراغ، بوق	-	-
سی ۱۳۰	چراغ	-	چراغ بوق	چراغ بوق	چراغ بوق	چراغ	خلبان کار خود	-	-	چراغ	-	-
بی سی ۷	چراغ	چراغ	چراغ بوق	چراغ بوق	چراغ بوق		چراغ بوق	-	-	چراغ	-	-

آنچه در این رابطه نقش بسزایی دارد تجربه و کسب مهارت لازم توسط خلبانان است. کسب علم و افزایش سطح معلومات و آگاهی از واقعیت‌های محیط، می‌تواند در تصحیح درک ما از دنیای اطراف مؤثرتر از تجربه باشد (عظیمی خراسانی و همکاران، ۱۳۹۴).

نمونه‌هایی از آن توسط محققین موردبررسی قرارگرفته است از آن جمله می‌توان به موارد ذیل اشاره نمود:

امکانات آموزشی متحرک‌پنداری، دید پرشی وابسته به نور، پوچ‌بینی در میدان دید یا نزدیک‌بینی فضایی، سرگیجه نور کم و سوسو و عوارض و هم‌انگاری در نشستن و برخاستن هواپیما و در آگاهی بخشیدن به خلبان مؤثر است (برخور، ۱۳۸۲).

هم‌چنین تغییر پانل‌ها از آنالوگ به دیجیتال با توجه به کیفیت نمایش‌دهنده‌ها به‌طور آنی و دقیق، موجب کاهش عدم دقت و افزایش سرعت در انجام بازدیدهای دوره‌ای آلات دقیق هواپیما[۲] در حین پرواز توسط خلبان شده و از خستگی چشم و بازدید اضافی که برای خلبان وقت‌گیر است می‌گردد. همچنین از اتلاف زمان که برای خلبان دارای اهمیت است جلوگیری می‌نماید (جنانی، ۱۳۸۷).

---

[۱]. سامانه خلبان خودکار هواپیما توانایی کاهش نوسانات وارده به هواپیما و نگه‌داشتن ارتفاع را دارد، در سامانه خلبان خودکار، با تنظیم یک سمت در نشان‌دهنده، هواپیما توانایی گردش جهت قرار گرفتن بر روی آن سمت به‌صورت خودکار را دارد.

[2]. Cross check

و با بهره‌برداری از تجهیزات موردنیاز مرکز فیزیولوژی هوایی از قبیل سامانه آموزشی پرواز در شب می‌توان سوانح هوایی در هواپیماهای شکاری را که ناشی از تغییرات فیزیولوژی بدن خلبان است به میزان ۹۰ درصد به‌طور متوسط کاهش داد (کاشانی‌فر، ۱۳۷۴).

تجزیه‌وتحلیل یافته‌های پژوهش

اطلاعات سامانه‌ها، از طریق بینایی به مغز خلبان و پرسنل پروازی در یک هواپیما ارسال می‌شود. به‌عبارت‌دیگر آلات دقیق هواپیما زبان سخنگوی سامانه‌ها در هواپیما می‌باشند. اطلاعات به‌دست‌آمده توسط آن‌ها وضعیت هواپیما و سامانه‌های آن را برای کاربران توضیح می‌دهد. درک صحیح از آن‌ها می‌تواند باعث کاهش سوانح گردد.

خطای بصری دارای دو شاخص بازشناختی و خطای فاصله و ثبات تصویری است. تشخیص فاصله در پرواز از اهمیت بالایی برخوردار است. شرایط پرواز در ارتفاع پست، تیراندازی هوا به زمین، برخاستن و نشستن و انجام مانورهای چند فروندی از مواردی است که نیازمند تشخیص صحیح فاصله است. سوانح سوخو در مهرآباد و بونانزا از نمونه سوانح هوایی می‌باشد که در طی دهه ۸۰ رخ داد به همین علت بوده است که در بررسی سوانح هوایی در نهاجا نیز به‌عنوان یک عامل مدنظر قرار می‌گیرد. درک غلط موجب اشتباه گرفتن اشکال و انجام اشتباه دستورالعمل می‌گردد.

حذف اطلاعات با توجه به آزمایش‌های اویک ناسل و دان سیمونز توسط مغز چیزی غیرقابل‌انکار است و با توجه به انباشتگی اطلاعات در حین پرواز برای خلبان اتفاق خواهد افتاد. خاموش شدن اطلاعات بصری در آزمایش صورت گرفته توسط پرفسور دیوید استرایر بررسی گردید. وی نشان داد که ذهن بشر محدودیت‌هایی دارد و در تمام مدت نمی‌تواند بر روی همه‌چیز تمرکز داشته باشد، حتی یک مکالمه ساده تلفنی موجب گردید که انباشتگی در مغز افزایش یابد و اطلاعات بصری حذف شد. نیلی لاوی نیز اعلام کرده بود که در حالت انباشتگی اطلاعات مغز جهت کاهش انباشتگی و تمرکز بر روی کار خواسته‌شده از او، اطلاعات بصری را خاموش می‌کند. پس در این شرایط خلبان با حذف اطلاعات بصری که برای او از اهمیت بالایی برخوردار است مواجه خواهد شد. اما وی دریافت که انسان‌ها در تحت یک سری شرایط نمی‌توانند گروهی از محرک‌ها را نادیده بگیرند. در این تئوری دو تصوّر مطرح است. اول آن‌که ما ظرفیت محدودی داریم و می‌توانیم حداکثر ۴ تا ۵ محرک را پردازش نماییم و دوم آن‌که قدرت ما برای دریافت اطلاعاتی در درون محدوده ظرفیتی خود، با کنترل آگاهانه به دست نمی‌آید. نتیجه دریافت شده در آزمایش وی نشان داد مغز ما برای بهترین عملکرد نیاز به حداقل اطلاعات دارد. اگر اطلاعات ورودی بیش‌ازحد گردد، ما قادر به دیدن محرک‌های بصری

نخواهیم بود و اگر بیش‌ازحد کم باشد خیلی راحت حواسمان پرت می‌گردد. این یافته در تحقیق وی در طراحی سامانه‌های پروازی دارای اهمیت بالایی می‌باشد تا طراحی سامانه‌ها و نحوه استفاده از آن‌ها نه موجب حذف محرک بصری گردد و نه عامل کاهش دقت در پرواز.

فرایندهای ادراکی که در سطوح بالاتر مغز صورت می‌گیرد و سروکارشان با تحلیل معناست در بازشناختی اطلاعات تأثیر بسزایی دارند؛ زیرا همین فعالیت مغز است که تعیین‌کننده و تفسیرکننده اطلاعات است و نوع و ساختار رویداد به وجود آمده در پرواز را تحلیل و روش مقابله با آن را از حافظه بازخوانی می‌کند. احساس غلط از رویدادها و علائم آلات دقیق در هواپیما موجب ادراک غلط می‌گردد و درنتیجه شناخت غلط از وضعیت موجود را موجب می‌شود. این مشکل به علت وجود خطای ادراکی قابل برطرف شدن نبوده و به ساختار مغز و نحوه عملکرد آن وابسته است.

داشتن ادراک اولیه، مؤثر بر ادراک ثانویه و برابر نظریه استنباط علامت موجب درک سریع و دقیق آن می‌شود. دانستن عیوب قبلی هواپیما و تمرین مقابله با آن‌ها در بازشناخت رویدادها موثر است. توجه به این نکته مهم است که این آگاهی از عیوب نباید موجب پیش‌داوری در اتفاقات و رویدادهای معمول هواپیما گردد و یا موجب خطا در مغز گردد. به‌طور مثال دانستن عیب سامانه هیدرولیک در پرواز قبلی نباید موجب گردد که با کاهش طبیعی فشار هیدرولیک در هواپیما خلبان سریعاً دستورالعمل از دست دادن سامانه هیدرولیک را انجام دهد که چه‌بسا می‌تواند باعث ایجاد آسیب به سامانه و بروز رویداد شود و یا تمرکز خلبان را از روی دیگر سامانه‌ها مختل نماید. می‌توان با شناخت مشکلات هواپیما قبل از پرواز ادراک اولیه مناسبی را به وجود آورد.

تغییر درشدت محرک بینایی در آلات دقیق در اعلام رویدادها و حوادث در سامانه‌ها در بیان هرچه سریع‌تر وضعیت موجود مؤثر است. طراحی آلات دقیق دیجیتال با توجه به کیفیت نشان‌دهنده‌ها به‌طور آنی و دقیق موجب کاهش عدم دقت و افزایش سرعت در انجام چک‌های دوره‌ای می‌گردد. تنها راه‌کار جهت برطرف نمودن آن بهینه‌سازی آلات دقیق هواپیما می‌باشد.
چشم انسان دارای دو یاخته میله‌ای و مخروطی است که در شرایط کاملاً مستقل از هم عمل می‌کنند. یاخته میله‌ای در شب کارایی دارد و فاقد دید رنگ است و یاخته مخروطی در روز و در شب سیگنال عصبی تولید نمی‌کند. مکان این یاخته‌ها در چشم می‌تواند به‌راحتی خطای بصری به وجود آورد. تصور کنید خلبان در پرواز شب اگر دید از کنار چشم نداشته باشد نمی‌تواند تصویری از چسم پیرامون خود را به مغز ارسال کند؛ زیرا در لکه زرد چشم یاخته میله‌ای که در نور کم حساس است وجود ندارد. همچنین میزان تشخیص درشدت محرک در

شب به علت تراکم کم یاخته میله‌ای در پیرامون شبکیه نسبت به یاخته مخروطی در لکه زرد کاهش‌یافته است. به‌عبارت‌دیگر تغییرات باید شدیدتر باشد تا مغز بتواند آن‌ها را احساس کند. نقاط ضعف در یاخته‌های میله‌ای در پرواز شب برای خلبان دارای اهمیت خاصی است؛ زیرا دیده نشدن جسم در شب به علت دیدمستقیم بر روی آن و یا عدم درک عمق و سایز و رنگ اشیاء که از ملزومات حس فاصله و ثبات تصویری است می‌تواند حادثه‌ساز گردد.

انطباق با نور برای خلبان که قصد پرواز در شب را دارد می‌تواند از اهمیت بالایی برخوردار باشد. خلبانی که محیط روشن در اتاق به سمت هواپیما در آشیانه روش حرکت می‌کند و در محیط که توسط چراغ‌های روشن‌کننده نورانی است آماده پرواز می‌گردد و ناگهان بعد از بلند شدن از روی زمین در محیط تاریک‌شب قرار می‌گیرد زمان لازم را برای انطباق یاخته‌های میله‌ای به چشم خود نداده است لذا در ۳۰ تا ۴۰ دقیقه از پرواز به حداکثر آستانه بینایی خود نرسیده و درنتیجه اطلاعات آلات دقیق خود را به‌راحتی و دقت جهت تفسیر به مغز ارسال نخواهد کرد. بهترین راه‌کار جهت اصلاح این خطا آشنایی خلبان با توانایی‌ها و نقاط ضعف سامانه بینایی خود می‌باشد تا با عملکرد صحیح نسبت به رفع خطا اقدام نماید.

میزان مسافت طی شده بین ۱۰۸۴ تا ۱۶۲۵ متر در زمان بین دیدن تا اجرا و عمل در پروازهای ارتفاع کم بسیار حائز اهمیت است. هنگامی‌که خلبان در ارتفاع ۵۰۰ پایی (۱۵۲/۴ متری از سطح زمین) بالای زمین پرواز می‌کند مسافت طی شده فوق برای او در حدود ده برابر ارتفاع اوست.

با توجه به‌سرعت بالا در پرواز و زمان طی شده جهت بررسی آلات دقیق داخل کابین، خلبان از دیدن مسافت زیادی محروم است. علاوه بر آن، حرکت نرم دنبال کننده در این شرایط به علت سرعت زاویه‌ای جسم درحرکت با سرعت‌بالای هواپیما، کاهش دید را نیز باعث می‌شود و تا نصف قدرت استاتیکی کاهش می‌یابد. تمرین و آمادگی قبلی و تفاوت‌های فردی دو عامل موثر در این خطاست. در شرایط پرواز در ارتفاعات متفاوت که میزان اندازه اشیاء تغییر می‌کند تجسم خلبان را در اندازه اشیاء برهم می‌زند. خصوصاً در شرایطی که همواره خلبان در یک ارتفاع خاص پرواز می‌نموده و با توجه به شرایط می‌بایست در ارتفاع کمتر و یا بیشتر از آن پرواز کند. تجسم قبلی خلبان موجب می‌گردد تا او تجسم کند فاصله کمتر یا بیشتری از زمین دارد. پرواز در شرایط هوایی متفاوت و ساعات مختلف که نمای هوایی و روشنی متفاوت دارند نیز در تشخیص فاصله در پرواز تأثیر مستقیم دارد و می‌تواند خطای فاصله را ایجاد نماید. با توجه به این امر که درک سرعت وابسته به تغییر تصویر نسبت به شبکیه است حرکت سر خلبان در تشخیص فاصله و جهت حرکت و سرعت جسم متحرک در اطراف او مؤثر است و خلبان باید توجه به غیرواقعی بودن سرعت جسم متحرک اطراف خود داشته باشد و بداند

هرچه جسم نزدیک‌تر می‌شود سرعتش افزایش و قدرت تیزبینی او کاهش می‌یابد. حذف کناره در اشیاء در شرایط دید کم و مه‌آلود و یا هوای گرگ‌ومیش در تشخیص فاصله حقیقی اشیاء مؤثر است و موجب بروز خطا در فاصله می‌گردد. این پدیده به علت ساختار چشم انسان می‌باشد و قابل اصلاح توسط خود فرد نیست. لذا باید توسط سامانه‌های کمکی به اصلاح آن پرداخت. تیزبینی در خارج از لکه زرد کم است لذا چشم باید همواره برای داشتن تصویری با دقت بالا لکه زرد خود را بر روی هدف نگاه دارد. اگر این اتفاق بر روی جسم متحرک بیفتد و چشم قادر به حرکت جهشی نباشد از دیدن اطراف محروم می‌گردد و خلبانی که در حال پرواز است و باید کلیه تحولات اطراف خود را مدنظر داشته باشد از دیدن تغییرات غافل می‌ماند. این حرکت در سرعت‌های بالا که نیاز به زمان تمرکز بیشتر جهت دید است طولانی‌تر می‌گردد.

در پروازهایی که یافتن مرجع برای اثبات متحرک بودن خود دچار مشکلات هستیم (همانند پرواز در شب یا بر روی آب) بروز خطا درحرکت القایی شدیدتر است. در پروازهای شب حرکت نقاط نورانی به علت تثبیت نور در چشم، حرکت آن را در دید خلبان ایجاد می‌نماید و باعث دید غیرواقعی اجسام پرنده همانند هواپیما در اطراف خود گردد و یا هواپیمای کناری خود را متحرک ببیند و اقدام به تصحیح موقعیت خود نماید. همین تصحیح غیرواقعی می‌تواند موجب افزایش درگیری مغز برای او شده و تمرکز را بر روی کارهای اصلی کاهش دهد.

خطای تقرب حفره‌ای سیاه و تقرب سفیدبرفی نیز که به علت عدم وجود نشانه‌های محیطی کمک‌کننده در پرواز به وجود می‌آید در بروز خطای فاصله‌ای تأثیر به سزایی دارد که نمی‌توان از آن غافل شد. نزدیک‌بینی براثر پوچ‌بینی از عوامل مهم در پروازهای شب و روی آب است که خلبان کم‌تجربه را به‌راحتی دچار سانحه می‌کند. نزدیک‌بینی اتفاق افتاده در این شرایط موجب می‌گردد تا اشیاء اطراف هواپیما که حتی در محدوده دید خلبان قرار دارد دیده نشود و در بی‌نهایت دیدش قرار گیرد. حتی یکی شدن آسمان و زمین در شرایطی که افقی دیده نمی‌شود و دید پرشی وابسته به نور اتفاق می‌افتد نیز موثر در سوانح است.

جسم متحرک باید یک حداقل سرعت درحرکت داشته باشد تا توسط چشم درک شود و این حداقل سرعت در نور زیاد افزایش می‌یابد و این برای خلبانی که در تمام شرایط روز و شب با نور محیطی متفاوت پرواز می‌کند تأثیر منفی بسزایی دارد.

نمود اشیاء در دستگاه ادراک با آنچه از قبل در خصوص تشخیص فاصله با توجه به‌اندازه اشیاء و میزان وضوح و مشخصات اشیاء ذکر شد تناقض دارد و برای انسان می‌تواند ایجاد خطا نماید. شخصی که بر روی زمین در حال حرکت است کمتر دچار بروز این خطا می‌گردد؛ زیرا همواره اشیاء دیگر در اطراف در هدایت ذهنش او را یاری می‌کنند و تجربه همیشگی بودن در محیط در راهنمایی او بسیار مؤثر است. اما خلبانی که محیط فاقد اشیاء جانبی در پرواز است و

تجربه بر روی زمین بسیار بیشتر از محیط پرواز است دارای شرایط متفاوت می‌باشد. نباید از تأثیر مثبت ثبات ادراکی در مکان‌یابی و بازشناختی هم غافل شد؛ زیرا این ثبات در توصیف اولیه بازشناختی و تعیین فاصله به علت عدم‌تغییر شکل اشیاء موثر است.

هرچه فن‌شناسی ما پیچیده‌تر شود؛ موجود بشری بیشتر به تمییز ادراکی صحیح و فاقد اشتباه وابسته می‌شود. گرچه اطلاعات ما از دنیای پیرامون، به حواسمان وابسته می‌باشد، اما آگاهی از این مطلب که دنیای خلق‌شده به‌واسطه حواس، همیشه با واقعیت فیزیکی موجود مطابقت کامل ندارد، موضوع مهمی است که نباید آن را ازنظر دور داشت. در حقیقت، برخی از منابع اطلاعات حسی به‌گونه‌ای می‌باشند که اغلب ما را در معرض اشتباه‌ها و تحریف‌های نظام‌داری قرار می‌دهند که نتیجه آن، بازنمایی نادرست جهان بیرونی می‌باشد؛ بنابراین کسب اطلاعات پیرامون محیط فیزیکی از منابع قابل‌اعتماد هم چون نمایشگرهای موجود در کابین خلبان به‌عنوان راهنماهایی محسوب می‌شوند که خلبان را از گرفتار شدن در دام خطاهای ادراکی همچون عمق و فاصله نجات می‌دهد؛ اما مسلماً درصورتی‌که استفاده از این ابزارها امکان‌پذیر نباشد، کسب مهارت و توانایی‌های خلبان در سلامت پرواز می‌تواند بسیار موثر باشد.

آنچه مطرح شد نشان می‌دهد که انسان دارای فیزیولوژی مناسب برای زندگی بر روی زمین است و کار در محیط خارج از آن اگر متکی بر احساسات و تجربیاتش باشد بسیار خطرناک خواهد بود؛ زیرا درک او در پرواز با توجه به تجربیات زمینی او با شرایط حاکم بسیار متناقض است و به‌راحتی او را در تشخیص شرایط دچار مشکل می‌کند. وجود میزان تشخیص تغییر درشدت تحریک (جی‌ان‌دی)، افزایش بیش‌ازحد اطلاعات که موجب کاهش دقت می‌گردد، تأثیر و ادراک در مغز و نه در عضو، نظریه استنباط علامت، وجود علائم مزاحم و تأثیر در درک، اثر پاداش و تنبیه در رفتارهای خلبان، زمان انطباق با نور، تأثیر سرعت‌بالا در پرواز، اثر حرکت جهشی چشم، اثر خود جنبشی و تقرب‌های سفیدبرفی و حفره سیاه و همچنین دید پرشی وابسته به نور و هر آنچه در بالا به آن اشاره شد، در بروز خطای بازشناختی و خطای فاصله و ثبات تصویری مؤثر است. وجود آلات دقیق و سامانه‌های کابین خلبان، آموزش و استفاده از امکانات آموزشی قبل از قرار گرفتن در این شرایط، تجربه در پرواز و عوامل روانی دیگر در کاهش سوانح ناشی از بروز خطای ادراکی بصری مؤثر است. تأثیر امکانات آموزشی و عوامل روانی در تحقیقات قبلی موردبررسی قرارگرفته بود اما تأثیر بهینه‌سازی آلات دقیق و کاهش کمبودهای آلات دقیق در هواپیماهای نهاجا به‌طور کامل بررسی نگردیده است. با توجه به ساختار آلات دقیق در هواپیماهای نهاجا بسیاری از آن‌ها پوشش داده نشده است.

دریافت اطلاعات در پرواز توسط خلبان، وابسته به شرایط پروازی و سامانه‌های هشداردهنده به خلبان می‌باشد. این سامانه‌ها با توجه به پیشرفت روز در علوم هوانوردی دارای

کیفیت و بهره‌وری بالاتر شده است. کشور ایران به دلیل تحریم‌های اعمالی توسط کشور سازنده این تجهیزات نتوانسته تا روند بهینه‌سازی صورت گرفته توسط کارخانه‌های سازنده را مطابق آن‌ها انجام دهد هرچند که این فرایند توسط سازمان‌های بومی صورت گرفته است؛ لذا نواقصی در سامانه‌های هواپیما موجود می‌باشد که برای خلبان و کروی پروازی می‌تواند موجب خطاهای بصری گردد.

سامانه‌های هشدار در اکثر هواپیماهای نهاجا دارای دو سامانه بصری و شنیداری است که در صورت حذف اطلاعات بصری خلبان را از وجود هشدار آگاه می‌سازد؛ اما در بعضی از سامانه‌ها این هشدارها تنها به‌صورت بصری می‌باشد که نمی‌تواند کارایی لازم را در زمان بروز خطای بصری داشته باشد از آن جمله سامانه اشکال در خروجی موتور هواپیمای F-5 و یا سامانه هشدار در هواپیمای F-4 می‌باشد. اما در هواپیماهایی که جزء نسل‌های جدید می‌باشند سامانه‌های هشدار نسبت به اهمیت، به گروه‌هایی تقسیم‌بندی شده و در گروهی که از اهمیت بالاتری برخوردار است از هشدار شنیداری جهت جلب‌توجه خلبان استفاده گردیده است. ازجمله می‌توان به هواپیمای سوخوی ۲۴ و میگ ۲۹ اشاره نمود. در بعضی از هواپیماها جهت کاهش زمان تغییر تمرکز در چشم خلبان بین داخل و خارج کابین از سامانه‌های نشان‌دهنده در بالای سر که تصویر مجازی از اطلاعات موردنیاز خلبان را در روبروی چشم وی به نمایش می‌گذارد استفاده گردیده است. در هواپیمای ترابری و سوخت‌رسان بوئینگ ۷۴۷ حتی خطاهای احتمالی خلبان نیز که در ایمنی پرواز تأثیرگذار است، علاوه بر نشان‌دهنده، از علائم شنیداری نیز استفاده گردیده است. عدم تمرکز سامانه‌های هشدار در هواپیمای C-130 می‌تواند باعث غفلت از هشدارهای اعلام‌شده در سامانه‌ها گردد. بااین‌حال بعضی از سامانه‌ها در این هواپیما به‌صورت خودکار عمل می‌کند همانند سامانه دریچه خنک‌کننده روغن و هماهنگ‌کننده گام و دور موتور.

با توجه به اشکالات موجود و خطاهای ادراکی که توسط خود فرد قابل اصلاح نیست؛ در اکثر هواپیماهای نهاجا بهینه‌سازی صورت نگرفته است و بروز تکراری سوانح که براثر خطای ادراکی می‌باشد امکان‌پذیر است.

نتیجه‌گیری و پیشنهادها

حذف اطلاعات با توجه به آزمایش‌های اویک ناسل و دان سیمونز توسط مغز غیرقابل‌انکار است و انباشتگی اطلاعات در حین پرواز نیز برای خلبان اتفاق می‌افتد؛ بنابراین در این شرایط خلبان با حذف اطلاعات بصری که برای او از اهمیت بالایی برخوردار است مواجه خواهد شد. باید

درنظر بگیریم که مغز انسان توانایی پردازش حداکثر ۴ تا ۵ محرک را دارد و هم‌چنین قدرت ما برای دریافت اطلاعات در درون محدوده ظرفیتی خود، با کنترل آگاهانه به دست نمی‌آید.

چون مغز ما برای بهترین عملکرد نیاز به حداقل اطلاعات را دارد و اگر این اطلاعات ورودی بیش‌ازحد گردد، مغز به‌صورت خودکار نسبت به حذف اطلاعات اقدام می‌کند، بنابراین کاهش اطلاعات باعث می‌گردد تا ما قادر به درک محرک‌های بصری نشویم.

آموزش در پرواز از اهمیت زیادی برخوردار است. در تحقیقات صورت گرفته توسط محققین نشان داده است که امکانات آموزشی در کاهش خطای ادراکی در سامانه بصری مؤثر است اما باید بدانیم که فرایند ادراکی که در سطح مغز صورت می‌گیرد کارش با تحلیل معناست و در بازشناختی اطلاعات تأثیر بسزایی دارد؛ احساس غلط از رویداد و علائم آلات دقیق در هواپیما موجب ادراک غلط می‌گردد و درنتیجه شناخت غلط از وضعیت موجود را موجب می‌گردد. این مشکل به علت وجود خطای ادراکی قابل برطرف شدن نبوده و به ساختار مغز و نحوه عملکرد آن بستگی دارد.

داشتن ادراک اولیه، مؤثر بر ادراک ثانویه و برابر نظریه استنباط علامت، موجب درک سریع و دقیق آن می‌شود. دانستن عیوب قبلی هواپیما و تمرین مقابله با آن، در بازشناخت رویدادها مؤثر است. توجه به این نکته مهم است که این آگاهی نباید موجب پیش‌داوری در اتفاقات و رویدادهای معمول هواپیما گردد و یا موجب خطا در مغز گردد.

هم‌چنین شناخت کامل ساختار چشم انسان توسط خلبان و استفاده از سامانه‌های آموزشی مربوط به شب تأثیر زیادی در بروز خطای ادراکی بصری دارد. اگر خلبان با ساختار یاخته میله‌ای و مخروطی چشم آشنا باشد و بداند که یاخته میله‌ای در شب کارایی دارد که فاقد دید رنگ است و یاخته مخروطی او در شب سیگنال عصبی تولید نمی‌کند، در هنگام پرواز شب خواهد دانست که دیدمستقیم برای او مفید نخواهد بود و شدت محرک در شب به علت تراکم کم یاخته میله‌ای در پیرامون شبکیه نسبت به یاخته مخروطی که در لکه زرد چشم است موجب می‌گردد که برای ادراک تغییر باید تغییرات شدیدتر از روز باشد تا مغز بتواند آن‌ها را احساس کند. انطباق با نور برای خلبانی که قصد پرواز شب دارد و از محیط روشن اتاق به سمت آشیانه هواپیما می‌رود و ناگهان بعد از بلند شدن از روی باند در محیط تاریک‌شب قرار می‌گیرد، زمان لازم را به یاخته میله‌ای چشم خود نداده لذا ۳۰ تا ۴۰ دقیقه از پرواز به آستانه بینایی خود نمی‌رسد و درنتیجه اطلاعات آلات دقیق خود را به‌راحتی و دقت جهت تفسیر به مغز نمی‌فرستد. آشنایی با خطای سامانه بصری توسط خلبان می‌تواند کمک کند تا خلبان قبل از پرواز به سمت نقاط نورانی با شدت بالا همانند چراغ‌های آشیانه نگاه نکند و سعی نماید با کاهش نور داخل کابین چشم خود را با محیط وفق دهد.

سامانه بینایی انسان در برخورد با انبوه اطلاعات اقدام به حذف اطلاعاتی می‌نماید که در پرواز می‌تواند دارای اهمیت بالایی باشد. نوع ساختار سامانه بینایی برای زندگی بر روی زمین در انسان قرار داده‌شده است و در شرایط پرواز، توانایی لازم و کافی را ندارد. این مسئله‌ای است که توسط طراحان در هنگام طراحی هواپیما موردتوجه قرارگرفته است؛ اما آنچه در شرایط هواپیماهای نهاجا تاثیر گذاشته؛ تحریم‌ها و به‌روز نشدن سامانه‌های هواپیماهای کنونی نهاجاست. تقریباً می‌توان بیان نمود که تلاشی جهت بهینه‌سازی سامانه‌هایی که به‌صورت بصری اطلاعات را به خلبان ارائه می‌دهند صورت نپذیرفته است و خلبان با توجه به پیشرفت روزافزون علم در دنیا هنوز با سامانه‌های حدود ۳۰ سال قبل در اکثر هواپیماهای نهاجا در حال کار است؛ بنابراین هیچ‌گونه تلاشی در خصوص کاهش سوانحی که براثر خطای بصری اتفاق می‌افتد در هواپیماهای نهاجا صورت نپذیرفته است. در هواپیماهایی که نهاجا به‌تازگی و در دهه اخیر تهیه نموده است توجه بیشتری به خطاهای بینایی شده است و وجود سامانه‌هایی همچون اکران و ناتاشا و نمایش بالای‌سر نشانه آن است.

با توجه به تمام موارد گفته‌شده لازم است تا کادر پروازی ضمن آشنایی با فیزیولوژی سامانه بصری و استفاده از سامانه‌های آموزشی مربوطه نسبت به کاهش خطای ادراکی خود کوشا باشند تا بتوانند خود را با محیط غیرمتعارف پرواز هماهنگ سازند. همچنین باید تلاش وافری جهت به‌روزرسانی سامانه‌های هشداردهنده در هواپیما صورت پذیرد تا از بروز مجدد سوانح هوایی که به علت خطاهای بصری می‌باشد جلوگیری به عمل آید.

منابع

- اتکینسون، ریتال آل. و همکاران. (۱۳۹۶). زمینه روانشناسی هیلگارد، ترجمه: براهنی، محمد تقی و دیگران (۱۳۹۶)، *مجله رشد*.
- ایروانی، محمود. و خداپناهی، محمدکریم. (۱۳۹۵). *روانشناسی احساس و ادراک*، تهران: انتشارات سمت.
- برخور، علیرضا. (۱۳۸۲). *بررسی اختلال بینایی در پرواز*، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دافوس آجا.
- پناهی‌شهری، محمود. (۱۳۹۲). *روانشناسی احساس و ادراک*، تهران: انتشارات دانشگاه پیام نور.
- تقوایی‌فر، علیرضا. (۱۳۹۰). *فیزیولوژی هوایی*، تهران: انتشارات دانشگاه هوایی.
- جنانی، سید محمد. (۱۳۸۷). *چگونگی کاهش خطای پروازی خلبانان هواپیماهای ترابری نهاجا*، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دافوس آجا.
- عظیمی خراسانی، عباس. طالبیان شریف، سید جعفر. و صالحی فدردی، مرضیه. (۱۳۹۴). مقایسه اثر تجربه و آموزش بر روی میزان خطای ادراک بینایی مولر – لایر.
- عظیمی، امیررضا. (۱۳۹۴). *فیزیولوژی اپتیک*، تهران: انتشارات آریا.

- فیضی، زهرا .(۱۳۸۵). *مبانی روان‌شناسی احساس و ادراک*، تهران: انتشارات پشوتن.
- کاشانی‌فر، عبدالله. (۱۳۷۴). *نقش مرکز فیزیولوژی هوایی در کاهش سوانح هواپیماهای شکاری نهاجا*، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دافوس آجا.
- Ernsting, J., Nicholson, A. & Ranford, D. (2006). *Aviation Medicine*.
- Folcon, F. (1977). Jet Falcon 20-20D Flight manual.
- Guyton, H. (1988). *medical physiology*.
- Pisters, P. (2011). *The Neuro-Image: A Deleuzian Film-Philosophy of Digital Screen Culture*, Stanford. ISBN 978-0-8047-8284-5, p.80.
- Russian. (2001). *TP 1F-MIG29B-1 Flight manual*.
- Russian. (2003). *CY-24MK Fencer Flight manual*.
- Switzerland. (1975). *Pilatus PC-7 turbo trainer flight manual*.
- USAF. (1977). *Boeing 747-400 Airplane Flight manual*.
- USAF. (1977). *Lockheed P3F-1 Orion Flight manual*.
- USAF. (1977). T.O 1-F4E-1 Flight manual.
- USAF. (1977). *T.O.1F-5E-1 Flight manual*.
- USAF. (1977). TO 1C-130A-1-1- Flight manual AC 130A.
- Wilson, D.R. (1998). *Educating pilots on the hazards of visual flight at night*.