مجله نخبگان علوم و مهندسی
Journal of Science and Engineering Elites
جلد ۸- شماره ۲ - سال ۱۴۰۲

تاثیرات خستگی خلبانان و در انتظار ماندن درصف پرواز و تاثیر آن بر امنیت پرواز

محب علی رهدار[۱*]، میثم فروتن اصفهانی[۲]

۱- استادیار گروه مهندسی صنایع، دانشگاه سیستان و بلوچستان، زاهدان، ایران
۲- دانشجوی کارشناسی ارشد صنایع، دانشگاه سیستان و بلوچستان، زاهدان، ایران

*m.ali.rahdar@gmail.com

ارسال: اردیبهشت ماه ۱۴۰۲ پذیرش: خرداد ماه ۱۴۰۲

چکیده

برسی حاضر با هدف برسی اثر خستگی ذهنی و دانستن شناخت وضعیت خلبانان خطوط هوایی با توجه به نقش کم کردن منابع استرس زا انجام شد. روش برسی حاضر توصیفی از نوع همبستگی و جامعه آماری تمامی خلبانان بخش غیرنظامی مردکه شاغل در فرودگاه های هواپیمایی ایران در سال ۱۴۰۰ بوده اند قرار گرفت. ۳۲۰ خلبان با استفاده از بررسی و نمونه گیری به عنوان نمونه اصلی مورد برسی قرار گرفتند. شرکت کنندگان به پرسشنامه های سنجش چند بعدی مانند خستگی ذهنی، مقیاس رتبه درجه بندی وآگاهی از موقعیت و پرسشنامه استرس شغلی پاسخ دادند و عملکرد شناختی آنها بر اساس دادههای محیط شبیه سازی ارزیابی شد.. نتایج نشان داد که استرس میتواند اثر خستگی ذهنی بر عملکرد تصمیم گیری خلبان و اثر آگاهی از موقعیت بر عملکرد توجه اجرایی را کم کند. بر اساس یافته های تحقیق حاضر می توان به این نتیجه رسید که خستگی ذهنی، آگاهی از موقعیت و منابع اصلی استرس می تواند در تعامل با هم عملکرد کاری خلبانان خطوط هوایی ایران را پیش بینی و برسی کنند.

واژگان کلیدی: منابع اصلی، آگاهی از موقعیت، استرس و منبع ان، خلبانان خطوط هوایی، خستگی.

۱- مقدمه

در طی پنجاه سال اخیر صنعت هواپیمایی نقش زیادی در امور تجاری و اقتصادی، خدمات حمل ونقل صنعت گردشگری و مسافری داشته است و این مسئله باعث شده است که آسایش و سلامت و ایمنی پرواز کارکنان پروازی و مسافرین در مرکز توجه قرار گیرد. ارتقای و حفظ ایمنی و کیفیت پرواز به منظور پیشگیری از سوانح هوایی و کاهش صدمات جبران ناپذیر جانی و مالی ضرورتی است که مساعدت متخصصان حوزههای علمی مختلف را می طلبد .پرواز فرآیندی پیچیده است که به توانایی شناختی بالایی نیاز دارد. پرواز نیازمند ظرفیت شناختی و حافظه فعال بالا، توانایی توجه متمرکز و تقسیم شده برای کنترل عملیات پرواز، نظارت بر پارامترهای پرواز، تعامل با کنترل ترافیک هوایی و توان انطباق با رویدادها غیرمترقبه است[۳]. کابین خلبان محیطی الکترونیکی است که مستلزم برقراری یک ارتباط هماهنگ و منسجم بین سیستم های الکترونیکی و خلبان است. در راستای نظارت و پیش بینی عملکرد مطلوب، قوای شناختی خلبان باید به شکلی فعال و هوشیار در فرآیند پرواز درگیر باشد. خلبان در ضمن کار باید آگاه باشد که آیا سیستم های پرواز اطلاعات حساس و مهم را به شکل دقیق ارائه می دهد[۱۰] و این آگاهی در هر لحظه را داشته باشد که از کدام فرایندهای شناختی خویش در جهت رسیدن به اهداف مورد نیاز پرواز استفاده کند[۱۴]. عملکرد بهینه شناختی برای کاهش خطاهای انسانی و افزایش کارآمدی خلبانان حیاتی و ضروری است. در واقع با پیشرفت فناوری که باعث کاهش خطاهای مکانیکی و فنی شده است؛ اکنون خطاهای انسانی دلیل اصلی حوادث هواپیمایی است[۱۵].

با توجه به حساسیت شغل خلبانی می توان با ارائه برنامه بهینه از طریق مدل سازی ریاضی و استفاده از شبیه سازی در کاهش خستگی و عملکرد بالای خلبان برنامه ای ارائه کرد که خلبان زمان کمتری را در فرودگاه برای نوبت پروازخود سپری کند. به طور کلی تجربه ثابت کرده است که فرایند های ورود احتمالی به هر سیستمس از توزیع پواسون پیروی میکند در امار و احتمال توزیع پواسون یک توزیع نرمال احتمال گسسته است که احتمال این که یک حادثه به تعداد مشخص در فاصله زمانی یا مکانی ثابت رخ دهد را شرح می دهد به شرط این که این حوادث با نرخ میانگین مشخص و مستقل از زمان اخرین حادثه رخ می دهد. لذا خلبانان بر اساس یک فرایند پواسون متناوب با دوره تناوب یک روز به فرودگاه مراجعه می کنند و نیاز مند پرواز هستند. $\lambda(t)$ نرخ ورود خلبانان در زمان (t) در نظر بگیرید.

$\lambda(t+1)= \lambda(t);At>0$ تابع نرخ ورود با دوره متناوب یک روز لذا از انجایی که فرایند پواسون ناهمگون است نرخ ورود از رابطه کلی زیر محاسبه می شود:

$$\lambda=\int_0^1 \lambda(t).\,dt \qquad (۱)$$

دقت شود که در رابطه بالا کران بالایی انتگرال را به دلیل وجود دوره تناوب یک روزه مقدار یک گذاشتیم. فرودگاه N هواپیما برای خلبانان دارد که به محض ورود هر خلبان وضعیت هواپیما برسی می شود و اگر هواپیمای خالی وجود داشت به خلبان اختصاص داده می شود در غیر این صورت خلبان در انتظار هواپیما باقی می ماند در لحظه خروج خلبان و پایان کار او خلبان بعدی در انتظار است و بر اساس این سیاست هواپیمای اماده پرواز به خلبان بعدی اختصاص می یابد و تا زمانی که خلبان در حال پرواز است در اختیار او قرار دارد.

فرایند فراخوان هر خلبان یک متغیر تصادفی است که ان را با S نشان می دهیم و برابر است با تعداد روز و زمان هایی که بعد از پایان کار او و اخرین پرواز انجام شده توسط خلبان در فرودگاه بوده است. فرض کنید پارامتر μ نشان دهنده احتمال پایان کار خلبان باشد. در نتیجه بر اساس مبانی تئوری سیستم های صف و همچنین بهینه سازی تصادفی سیر تکامل وضعیت یک خلبان از یک زنجیره مارکوف پیوسته پیروی میکند و بنابر این مدت زمان پرواز خلبان معقول است.

۲- هدف

در این برسی در نظر داریم تا با مطالعه دقیق فرودگاه و فرایند ورود خلبانان به فرودگاه و فرایند مرتبط با پرواز و همچنین سایر فرایند های مرتبط با ورود به توسعه مدلی احتمالی بپردازیم که بتوان از طریق ان یک سری از معیار های کارایی از جمله

۱- میانگین طول صف انتظار

۲- متوسط تعداد خلبانان در سیستم (فرودگاه)

متوسط زمان انتظار هر خلبان را محاسبه میکنیم و در نهایت با استفاده از داده های بدست امده در مدل ریاضی و داده های جمع اوری شده از طریق زمانسنجی و چک لیست ها از طریق شبیه سازی این بخش به ارائه برنامه بهینه در بکار گیری منابع بپردازیم.

۳- ارائه مدل مارکوفی

متغیرهای زیر را ابتدا تعریف می کنیم:

Xk مجموع تعداد خلبانان حاضر در فرودگاه در روز kام (شامل خلبانان در حال پرواز و خلبانان در حال انتظار پرواز).

Ak (فرایند ورود) تعداد خلبانانی که در روز kام وارد فرودگاه می شوند.

Dk (فرایند خروج) تعداد خلبانانی که در روز Kام از فرودگاه خارج شده اند.

در نتیجه از رابطه زیر می توان تعداد خلبانان در ابتدای روز Kام را محاسبه کرد:

$$Xk+1=Xk+Ak-Dk \qquad (۲)$$

بر اساس مفروضات مطرح شده برای فرایند ورود Ak یک توزیع پواسون با میانگین زیر دارد:

$$\int_0^1 \lambda(t).\,dt \qquad (۳)$$

تعداد خلبانان وارد شده به فرودگاه در روز kام این فرودگاه برابر $\min\{Xk.n\}$ است و هر یک از خلبانان با احتمال μ مستقل از خلبانان دیگر در روز kام به کار خود خاتمه می دهد و از فرودگاه خارج می شود. در نتیجه Dk یک توزیع دو جمله ای با پارامتر های $\mu\min\{Xk.n\}$ دارد. تا بدین جا نتیجه شد که $\{Xk.K>0\}$یک DTMC است حال به محاسبه احتمال انتقال می پردازیم:

$$Pij=p(x1=i)=p(x1-x0=j-i/x0=i=? \quad (۴)$$

I و jهای موجود در سیستم نشان می دهد چه تعداد خلبان موجود در فرودگاه هستند:

$$P(A0-D0=J-i/X0=i$$
$$=\sum_{k=\max\{0.i-j\}}^{\min\{i.n\}} p(A_0 - D_0=\text{j-i}\,|x_{0=}i.A_0 = k)p(A_0 = K \quad (۵)$$

$$\sum_{k=\max\{0.i-j}^{\min\{i.n\}} \binom{\min\{i.n\}}{k+j-i} \mu k+j-i(1-\mu)\min\{i.n\}-k-j+i.(\frac{\lambda k}{k!}e-\lambda) \quad (۶)$$

مطالعات گسترده نشان می دهد که مهمتر ین عوامل ایجاد حوادث و رویداد های هوائی مرگبار در هواپیماهای مسافربری به ترتیب اهمیت ذیل می باشند:

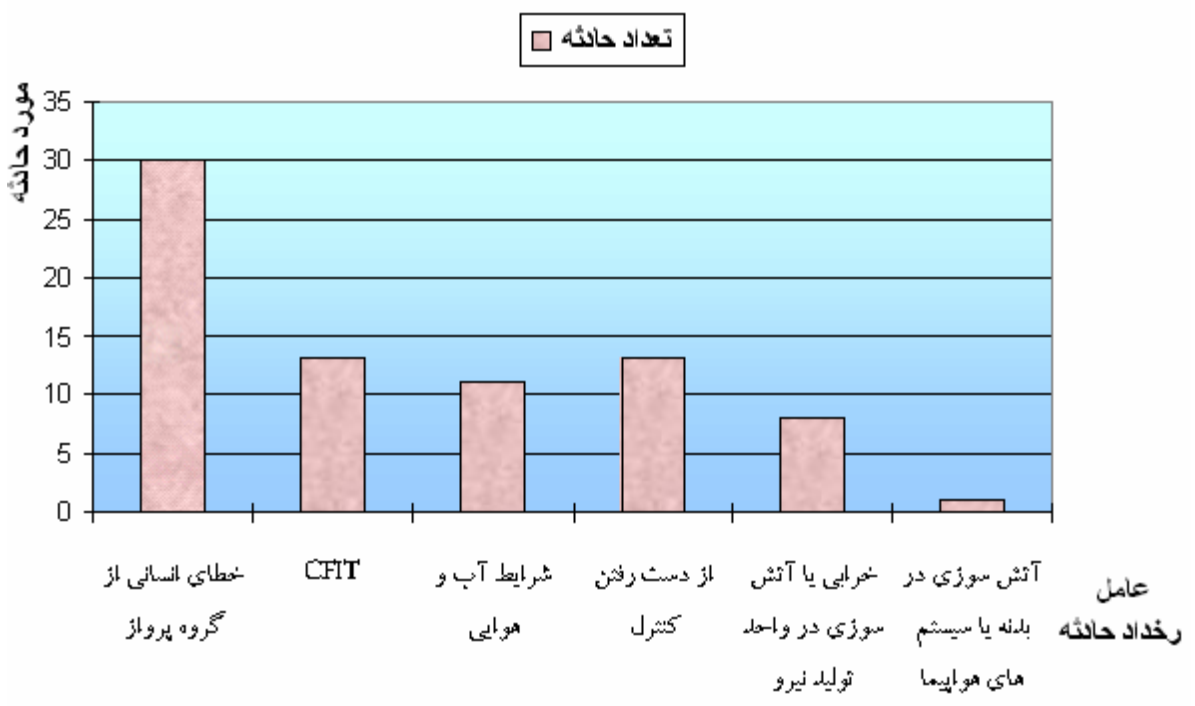
۱ - عوامل انسانی

۲- صلاحیت پرواز هواپیما

۳- اعمال تروریستی

۴- اشکال و نقص در ارائه خدمات کنترل ترافیک هوائی

۵- عوامل طبیعی از قبیل شرایط آب و هوائی



شکل۱ – نمودارتعداد حادثه

۴– عوامل انسانی

عموما "خطای انسانی اِشکال و نقص در عملکرد بخش انسانی یک سیستم برای انجام عملی از قبل تعیین شده و یا عدم ا نجام عملی که ممنوع گشته است و یا باید با حدود مشخص دقت و در زمان تعیین شده انجام گردد". بررسی آمار حوادث و رویدادهای هوائی ناشی از عوامل انسانی نشان می دهد که مهمترین این عوامل عبارتند از:

۱- خستگی

۲ - خطای بینائی

۳ - واحدهای اندازه گیری

۴ - ارتباطات رادیوئی

۵ - زبان

۶ - طرح سیستم های هشدار دهنده هواپیما

۷ - استرس های روانی

۸ - انتخاب و گزینش خلبان

۹ - صلاحیت پرواز خلبان

۱۰ - پیری و عملکرد انسان

۱۱ - هماهنگی خدمه پرواز

۱۲ - تغییرات دوره ای سیرکادین

۱۳ - فاکتورهای انسانی در طراحی هواپیما

۵- خستگی

در سالهای اولیه پس از جنگ جهانی دوم،محدودیتهای طراحی و عملیاتی هواپیماهای شرکت های هواپیمایی شرایط ایمنیناخواسته ای را بر علیه خستگی خدمه پروازی ایجاد کرده بوده چرا که هواپیما نمی توانست فواصل زیاد را پرواز کند (بدونسوختگیری) و همچنین عدم تجهیز هواپیماها به وسایل پرواز در شب و شرایط بد آب و هوایی این وضعیت را بدتر می نمود. هواپیماها طوری برنامه ریزی می کردند که چند پرواز کوتاه در هر روز داشته باشند تا یک مسیر طولانی از اروپا تا آسیا یا ازایالات متحده به افریقا را طی کنند و هواپیما و مسافرین و خدمه در طول شب هادر محل های مناسب می ماندند و سفر آنهاچندین روز طول می کشید. بنابراین خدمه می توانستند الگوی نیمه طبیعی از فعالیت و خواب داشته باشند و شرایط خود را باتغییرات شرایط آب و هوایی و تغییرات زمان محلی به طور تقریبا مناسبی تطبیق دهند.

ورود هواپیماهای پیشرفته تر و مجهز به را دارهای هواشناسی، شرکت های هواپیمایی را قادر ساخت که با کاهش تعداد دفعات فرود و توقف در پرواز از یک مبدا به مقصد هزینه های خود ر ا کاهش دهند) فقط فرود در موارد سوخت گیری و تعویض خدمه لازم می شد.(در آن مرحله از توسعه مسافرت و حمل و نقل مسافربری هوایی، تعداد دفعات پرواز در شلوغ ترین مسیرها هم خیلی کم بود و گاهی فقط به دو یا سه پرواز درهفته می رسید. دپارتمان های عملیات پرواز شرکت های هواپیمایی برنامه کاری خدمه را برای پرواز طوری تنظیم می کرد که آنها در هر روز حداکثر (هر چه طولانی تر) ممکن پرواز را داشته باشند و میزان سالیانه مجاز کار خدمه نیز مشخص بود. واحد برنامه ریزی خدمه پرواز نیز به گونه ا ی بسیار ساده این قضیه را بررسی می کرد.

به این صورت که میزان ساعت کار روزانه خدمه را از تقسیم کردن کل ساعات کار سالیانه آنها برعدد ۳۶۵ محاسبه می نمود، غافل از اینکه خستگی ها روی هم جمع می شوند ولی استراحت خیر.

در سال ۱۹۸۰ ، تحقیقات گسترده ای برای تعیین میزان (بزرگی) این مشکل و مسائل ناشی از آن توسط تحقیق برای دستیابی به سه هدف عمده زیر انجام گردید:

۱- تعیین دامنه و میزان خستگی ،کم خوابی و اختلال ریتم های سیرکادین در عملیات های پروازی

۲- تعیین تاثیر خستگی بر عملکرد خدمه پروازی

۳- ایجاد و ارزیابی اقدامات متقابل لازم برای کاهش اثرات زیان آور خستگی و بهبود عملکرد و هوشیاری خدمه پروازی.

این تحقیقات تا ۱۲ سال ادامه یافت و در محیط های پروازی متفاوت، شرایط آزمایشگاهی تحت کنترل و حتی مطالعاتی به صورت استفاده ازشبیه سازهای کامپیوتری در غالب ماموریت های کامل پروازی انجام شد. مطالعات برای گروه های سنی مختلف

با سوابق کاری متفاوت انجام می شد و در طی آنها دمای مرکزی بدن، ضربان قلب ،و میزان فعالیت موتوری هر دو دقیقه یکباراندازه گیری شدو براساس آنها میزان خستگی محاسبه می شد. فعالیتهای هوانوردی نیازمند میزان هوشیاری بالایی است تا خدمه پرواز عملکرد ایمن داشته باشند،این هوشیاری با توجه به ساعات شبانه روز و تمایلات شخصی افراد که انسانهای شب دوست یا روز دوستی باشند متفاوت است. مطالعه مشاغل شیفت کاری در کارگران نشان می دهد که درصد اشتباهات بعد از ساعات نیمه شب در مقایسه با ساعات روز بسیار بالاتر نشان داده شده است تجزیه و تحلیل گزارش های رسیده نشان می دهد که ۲۱ درصد از همه رویدادها مربوط به خستگی بوده است. این گونه رویداد ها در ساعات اولیه بامداد، بسیار بیشتر رخ داده و اغلب شدیدتر نیز بوده اند.جهت برآورد عملکرد شناختی از کتابچه راهنما و ارزیابی عملیات پرواز خلبانان به همراهچکلیست مربوطه استفاده شد. این کتابچه شامل دستورالعمل های عملیاتی است که قرار است توسط خلبان و خدمه پرواز استفاده شود. این کتابچه طیف وسیعی از ملاک ها و شاخص های استاندارد برای ارزیابی عملکرد خلبان در موقعیت های مختلف همچون نظارت بر سیستم پرواز، اطمینان فنی و مکانیکی، ارتباطات، ایمنی پرواز، جهت یابی، برنامه ریزی پرواز و مدیریت پروازدر شرایط مختلف را اندازه گیری می کند. این شاخص ها در قالب روش ها و تکنیک هایی همچون شبیه ساز پرواز و یا آموزش خط پرواز اندازه گیری و ثبت می شوند.

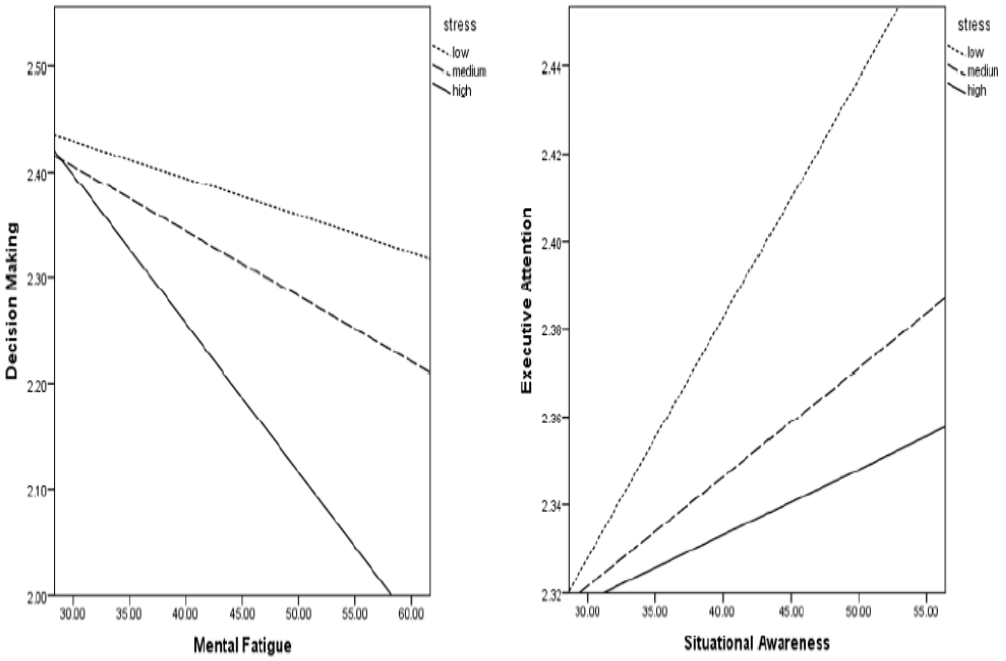
در پژوهش حاضر از شاخص های مرتبط با عملکرد شناختی خلبان استفاده شد. از میان عوامل متعدد عملکرد شناختی در این پژوهش، سه عنوان توجه اجرایی، پایش و تصمیمگیری مورد ارزیابی قرار گرفت. این پارامترها بر اساس عملکرد خلبان در آزمونهای شبیه سازی شده به دست آمد.هرکدام از این پارامترهای در دامنه نمره ۱ تا ۵ تعریف شده است که نمره قبولی در هر عنوان توجه، پایش و تصمیمگیری و حل مسئله؛ نمره۲ لحاظ شد .با توجه به نمرهگذاری کتابچه آموزش و ارزیابی عملکرد پروازی درصورتی که مجموع نمرات۵ یا کمتر از ۵ باشد به عنوان مردودی تلقی شده و باید مجدد مورد آموزش و ارزیابی قرار بگیرد.

شرکت کنندگان در این پژوهش را ۳۲۰ نفراز خلبانان خطوط هوایی کشور تشکیل می دادند هر ۳۲۰ نفر مرد بوده که دارای میانگین سنی ۴۲/۳۶ با انحراف استاندارد ۵/۶۴ سال بود.

جدول ۱ نتایج تحلیل تعدیل کننده با استفاده از آزمون بوت استرپ برای نقش تعدیل کنندگی منابع استرس در اثر خستگی ذهنی بر عملکرد شناختی و اثر آگاهی از موقعیت بر عملکردشناختی را نشان می دهد. جدول۱ شامل ضرایب رگرسیون(ضرایب غیراستاندارد)، فاصله های اطمینان، خطای استاندارد، مقادیر بحرانی t و سطح معنی داری است. توسعه دهندگان آزمون بوت استرپ در افزونه Process Macro در تحلیلهای تعدیل کننده توصیه بر عدم تفسیرضرایب استاندارد می کنند. براساس مندرجات این جدول، منابع استرس می تواند اثر خستگی ذهنی بر مؤلفه تصمیم گیری و اثر آگاهی از موقعیت برمؤلفه توجه اجرایی را به شکل معنی داری تعدیل کند. سایر اثرات تعدیل کننده غیرمعنی دار هستند. جدول ۱نتایج نقش تعدیل کننده استرس در اثر خستگی ذهنی و آگاهی از موقعیت بر عملکرد شناختی شکل شماره ۲ اثرخستگی ذهنی بر تصمیم گیری و اثر آگاهی ازموقعیت بر توجه اجرایی را در سه سطح استرس(پایین، متوسط و بالا) نشان می دهد. همانگونه که مشاهده می شود با افزایش میزان خستگی ذهنی، عملکرد خلبان در تصمیم گیری کاهش پیدا می کند. شماره ۲ (شکل سمت چپ) این کاهش برای تمامی سطوح استرس به یک میزان نیست؛ بلکه با افزایش میزان استرس، اثر منفی خستگی ذهنی بر تصمیم گیری خلبان بیشتر می شود و شیب نمودار افزایش می یابد. این بدان معنی است که درخلبانان با سطح استرس بالا، خستگی ذهنی اثرمخرب بیشتری بر توانایی تصمیم گیری دارد. همچنین شکل شماره ۲(شکل سمت راست) نشان می دهد که با افزایش میزان آگاهی از موقعیت عملکرد فرد در توجه اجرایی بیشتر می شود؛ اما این رابطه نیز برای تمامی سطوح استرس یکسان نیست؛ بلکه با افزایش سطح استرس، اثر مثبت آگاهی از موقعیت بر توجه اجرایی کمتر شده وشیب نمودار کاهش پیدا می کند. این بدان معنی است که در خلبانان با سطح استرس بالا، آگاهی ازموقعیت اثر مفید کمتری بر توانایی تمرکز اجرایی دارد.

جدول ۱- تعدیل کننده

متغیر مستقل	وابسته متغیر	ضریب رگرسیون (B)	حدود بوت استرپ (فاصله های اصمینان)		خطای استاندارد	t	سطح معنی دار
			حد پایین	حد بالا			
	تصمیم گیری	۰/۰۰۱۶	۰/۰۰۰۳	۰/۰۰۲۹	۰/۰۰۰۷	۲/۳۷	۰/۰۱۸
خستگی ذهنی	پایش	۰/۰۰۲	-۰/۰۰۰۹	۰/۰۰۰۵	۰/۰۰۰۳	۰/۵۶۰	۰/۵۷۵
	توجه اجرایی	۰/۰۰۰۱	-۰/۰۰۰۵	۰/۰۰۰۷	۰/۰۰۰۳	۰/۳۳۱	۰/۷۴
	تصمیم گیری	-۰/۰۰۰۴	-۰/۰۰۰۹	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۲	-۱/۶۱	۰/۱۰۶
اگاهی از موقعیت	پایش	-۰/۰۰۰۲	۰/۰۰۰۸	۰/۰۰۰۶	۰/۰۰۰۳	۰/۵۳۳	۰/۵۹۴
	توجه اجرایی	-۰/۰۰۰۶	-۰/۰۰۱۱	-۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۳	-۲/۲۶	۰/۰۲۴



شکل۲ - نمودار اثرات تعاملی

استرس در اثر خستگی ذهنی و آگاهی از موقعیت بر عملکرد شناختی کل

۶- نتیجه گیری

در این مطالعه با بررسی یک فرایند پذیرش (ورود) به توسعه یک مدل ریاضی بر اساس زنجیره های مارکوف پرداختیم فرمول بدست امده دارای ویژگی هایی بود که این امکان را برای ما فراهم اورد تا متوسط زمان انتظار هر خلبان در فرودگاه را تا حدی تحت برنامه های مختلف محاسبه نماییم.

پژوهش حاضر با هدف بررسی نقش تعدیل کننده استرس در رابطه بین خستگی ذهنی و آگاهی از موقعیت با عملکرد شناختی خلبانان خطوط هوایی ایران انجام شد. یافته ها حاکی از آنبود که خستگی ذهنی و آگاهی از موقعیت رابطه معنی داری با عملکرد شناختی دارند. همچنین یافته ها نشان داد که استرس می تواند اثر خستگی ذهنی بر عملکرد تصمیم گیری و اثر آگاهی از موقعیت را بر عملکرد توجه اجرایی تعدیل کنند. پژوهش حاضر با تأکید بر نقش تعدیل کننده استرس و اثرگذاری متفاوت آن در ابعاد مختلف عملکرد شناختی، یافته های پژوهشی در این زمینه را گسترش داد.

۷- منابع

۱. فروتن، م و پرخو، ش (۱۳۹۵) روش شناسایی پژوهشهای پیرامون استرس شغلی مدیران(از منظر روایی و پایایی).

۲. اخوان عطاری ،ک (۱۳۸۴) مخاطرات پروازی به دلیل عدم ارتباط صحیح

۳. قربانی م،ن ونجاتی جهرمی ،م (۱۳۹۴)اهمیت و ایمنی پرواز و راهکارهایی جهت بالا بردن امنیت

۴. خسرویان ،ع و دزفولیان،ع (۱۴۰۰) ارتقای سطح ایمنی و راهکار های عملکرد مناسب خلبان

۵. کبیری نائینی، م و الهی ،ز (۱۴۰۰) ارائه مدلی جهت تخصیص بهینه تخت های بیمارستانی در چهارچوب رویکرد صف مارکوفی

۶. اسماعیلیان ،ع (۱۳۸۴)عوامل انسانی و ایمنی پرواز

۷. رنجبر زاده صومعه سرایی ، م و ابراهیم نژاد ،س (۱۳۹۶) توسعه مدل بهینه سازی تخصیص و زمان بندی کادر پرواز

۸. ابراهیمی ،ع و نجفی ،ا (۱۳۹۴) ارائه مدلی بر مبنای پویا شناسی سیستم برای بهبود ایمنی پرواز

۹. واصلی خباز ،م و رمضانی زاده ،م (۱۳۹۹) برسی اثرات سن ،خستگی ، تجربه و اموزش بر خطاهای انسانی خلبان

10. Dando, C. J., & Ormerod, T. C. (2020). Aviation security by consent using the Controlled Cognitive Engagement (CCE) alternative screening programme.

11. Journal of Air Transport Management, 86, 101824

12. Cahill, J., Cullen, P., Anwer, S., Wilson, S., & Gaynor, K. (2021). Pilot Work Related Stress (WRS), Effects on Wellbeing and Mental Health, and Coping Methods. The International

13. Journal of Aerospace Psychology, 1-23.

14. Dehais, F., Behrend, J., Peysakhovich, V., Causse, M., & Wickens, C. D. (2017). Pilot flying and pilot monitoring's aircraft state awareness during go-around execution in aviation: A behavioral and eye tracking study. The International Journal of Aerospace Psychology, 27(1-2), 15-28.

15. Gateau, T., Durantin, G., Lancelot, F., Scannella, S., & Dehais, F. (2015). Real-time state estimation in a flight simulator using fNIRS. PloS one, 10(3), e0121279.

16. Caldwell, J. A., Caldwell, J. L., Thompson, L. A., & Lieberman, H. R. (2019). Fatigue and its management in the workplace. Neuroscience & Biobehavioral Reviews, 96, 272-289.-

17. Rhudy, M. B., Dolan, S. K., & Wagner, A. R. (2020). A pilot study on monitoring airline pilot stress levels. In AIAA Scitech 2020 Forum (p. 1664).

18. Psyllou, E., & Majumdar, A. (2019). How do general aviation pilots choose their route when flying in complex airspace?. The International Journal of Aerospace Psychology, 29(1-2), 17-27.

19. Mapstone, M. (2014). Evaluation of objective and perceived mental fatigability in older adults with vascular risk. Journal of psychosomatic research, 76(6), 458-464.