

ISSN:2538-3809

فصلنامه علمی تخصصی

മുൻനിശ്ചയിച്ച
മുൻനിശ്ചയിച്ച

سال هفتم، شماره ۲ (پیاپی ۳۸)، تابستان ۱۴۰۱، جلد یک

تأثیر کنترل وزن و تعادل بر ایمنی پرواز بالگرد
محمد خلیل نژاد

بررسی رابطه عوامل محیطی محل کار بر کارایی کارکنان
صنعت کشتیرانی استان هرمزگان
وحید شاهمرادی، افشین امیری

تأثیر مدیریت اختلال بر عملکرد زنجیره تأمین در مجتمع گاز
پارس جنوبی
جواد سهیلی

تشخیص و ردیابی اشیاء ثابت و متحرک در تصاویر زنده و ضبط شده
نیما دلبینا، غزال ملایی

استفاده از بیوراکتور غشایی جانبی برای حذف فلزات
سنگین از پساب
ساناز خدایاری



نشریه

تهران، افسریه، ۱۵ متری چهارم، کوچه ۳۸، پلاک ۲۸، واحد ۲۴۸۷ / ۰۲۶۴۴۴۵۳۱۳۱ / ۰۲۱۳۳۲۰۲۴۸۷
نشانی: کرج، آزادگان، ابتدای بلوار مطهری، کوچه شهید سنجانی، پلاک ۲۸، واحد ۴ کدپستی: ۳۱۳۳۹۵۲۵۹۵
www.NRES.ir @Shij.journals@gmail.com

چاپ

تهران، افسریه، ۱۵ متری اول، کوچه ۲۸، پلاک ۳۹۳
انتشارات هنر و علوم دانشگاهی، تلفن: ۰۲۱۳۳۸۴۰۷۹۲

صاحب امتیاز و مدیر مسئول: امیر حسین یوسفی
زیر نظر شورای سردبیری
مدیر اجرایی: منیژه ملائی

اعضای شورای علمی و داوری تحریریه: (به ترتیب حروف الفبا)

- دکتر محمدعلی ارجمند، عضو هیئت علمی دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی
- دکتر شهرزاد اسدی، عضو هیئت علمی دانشگاه شهید بهشتی
- دکتر رضا افضل، عضو هیئت علمی دانشگاه خواجه نصرالدین طوسی
- دکتر علی جباری، عضو هیئت علمی دانشگاه اراک
- دکتر نعمت حسینی، عضو هیئت علمی دانشگاه شهید بهشتی
- دکتر راحله خادمیان، عضو هیئت علمی دانشگاه بین‌المللی امام خمینی
- دکتر چنگیز دهقانپایان، عضو هیئت علمی دانشگاه تهران
- دکتر علی رحمانی هنزکی، عضو هیئت علمی دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی
- دکتر قدرت الله رودینی، عضو هیئت علمی دانشگاه سیستان و بلوچستان
- دکتر محبعلی رهدار، عضو هیئت علمی دانشگاه سیستان و بلوچستان
- دکتر مرتضی زیودار، عضو هیئت علمی دانشگاه سیستان و بلوچستان
- دکتر علی فروغی، عضو هیئت علمی دانشگاه تبریز
- دکتر محمدحسین کاظمی، عضو هیئت علمی دانشگاه شاهد
- دکتر علی لکی روحانی، عضو هیئت علمی دانشگاه زنجان
- دکتر سیدحمید هاشمی، عضو هیئت علمی دانشگاه اراک
- دکتر هجیر کریمی، عضو هیئت علمی دانشگاه یاسوج

فراخوان پذیرش مقاله:

نشریه «پژوهش‌های نوین علوم مهندسی» توسط موسسه مطبوعاتی مطالعات کاربردی شباک و با همکاری علمی اساتید برجسته دانشگاه‌های کشور به انتشار مقالات علمی در حوزه‌های مختلف علوم مهندسی می‌پردازد. از این‌رو از تمام اساتید، صاحب‌نظران، کارشناسان، دانشجویان و پژوهشگران دعوت می‌شود با ارسال مقالات علمی خود از طریق وبسایت نشریه به نشانی www.Nres.ir در پربارتر کردن این نشریه، ما را یاری نمایند. برای ارسال مقاله کافی است تا در وبسایت ثبت‌نام نموده و با ورود به پنل کاربری، مقاله خود را ثبت کنید.

محورها و موضوعات پذیرش مقاله:

- | | |
|--------------------------|------------------------------------|
| - مهندسی صنایع | - مهندسی برق و الکترونیک |
| - مهندسی عمران | - مهندسی انرژی و فیزیک |
| - مهندسی مکانیک | - مهندسی شیمی، نفت و پلیمر |
| - مهندسی معدن | - مهندسی کامپیوتر و فناوری اطلاعات |
| - مهندسی هوا فضا | - مبانی علوم مهندسی |
| - مهندسی مواد و متالورژی | - مدیریت دانش در علوم مهندسی |

فهرست مقالات

صفحه	عنوان مقاله
۱	تأثیر کنترل وزن و تعادل بر ایمنی پرواز بالغ‌گرد محمد خلیل نژاد
۹	بررسی رابطه عوامل محیطی محل کار بر کارایی کارکنان صنعت کشتیرانی استان هرمزگان وحید شاه‌مرادی، افشین امیری
۱۷	تأثیر مدیریت اختلال بر عملکرد زنجیره تأمین در مجتمع گاز پارس جنوبی جواد سهیلی
۲۹	تشخیص و ردیابی اشیاء ثابت و متحرک در تصاویر زنده و ضبط شده نیما دل‌بینا، غزال ملایی
۳۷	استفاده از بیوراکتور غشایی جانبی برای حذف فلزات سنگین از پساب ساناز خدایاری

تأثیر کنترل وزن و تعادل بر ایمنی پرواز بالگرد

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۰۳/۱۶

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۰۴/۲۰

کد مقاله: ۷۵۶۸۷

محمد خلیل نژاد^{۱*}

چکیده

شرایط وزن و تعادل بالگرد در مقایسه با هواپیما، بحرانی تر و محدوده مجاز مرکز ثقل آن محدودتر است. هدف از ارائه این مقاله، بررسی چگونگی کنترل وزن و تعادل بالگرد و تأثیر آن بر ایمنی پرواز با این وسیله پرنده است. وزن بالگرد بوسیله نیروی کششی رو به پایین جاذبه ایجاد می‌شود و بوسیله فاکتورهای مختلفی از قبیل سوخت، بار و مسافران، تغییر می‌یابد. در محاسبات وزن و تعادل باید مجموع وزن‌های یادشده، کمتر از حداکثر وزن بلند شدن بالگرد باشد. نتایج نشان می‌دهد که اگر مرکز ثقل عرضی محاسبه شده در خارج از محدوده مجاز مرکز ثقل عرضی قرار گیرد، حرکت اهرم Cyclic را به چپ و راست محدود می‌نماید. همچنین اگر مرکز ثقل طولی محاسبه شده در خارج از محدوده مجاز مرکز ثقل طولی قرار گیرد، حرکت اهرم Cyclic را به جلو و عقب محدود می‌نماید و از این طریق بر کنترل بالگرد و ایمنی پرواز با این وسیله تأثیر گذار است.

واژگان کلیدی: وزن و تعادل، مرکز ثقل طولی، مرکز ثقل عرضی، ایمنی پرواز، بالگرد

۱- عضو هیئت علمی دانشگاه علوم انتظامی امین، تهران، ایران و خلبان بالگرد

۱- مقدمه

یکی از مهم ترین و اساسی ترین مباحث در ساخت وسایل پرنده که همواره مد نظر طراحان قرار می گیرد؛ همانا وزن آنها است. زمانی که طرح یک وسیله پرنده با مشخصاتی که بوسیله مهندسين و طراحان کارخانه سازنده ارائه گردید و پیش بینی های لازم برای سیستم های مختلفی نظیر سوخت، الکتریک، کنترل و غیره انجام پذیرفت؛ با وجود آنکه طراحان سعی می نمایند از موادی برای ساخت وسیله پرنده استفاده نمایند که دارای وزن کمتری باشد. اما به هر حال در خاتمه ساخت وسیله پرنده؛ وزنی بدست می آید. این وزن، وزن خالی وسیله پرنده است که وقتی در عملیات پروازی قرار می گیرد؛ وزن های دیگری نظیر وزن مسافری، بار، سوخت و غیره به آن اضافه می شود و این سوال پیش خواهد آمد که تعادل وسیله پرنده به چه صورتی خواهد شد (حنیفه نژاد، ۱۳۶۴)؟

یکی از مهم ترین اصولی که باید در هنگام سوار شدن مسافر و بارگیری، در نظر گرفته شود، حفظ تعادل وسایل پرنده است. باید توجه داشت که یک وسیله پرنده بدون بار و مسافر در حالت تعادل است. زیرا کارخانه سازنده، بدنه و بال های آن را طوری طرح ریزی کرده است که در هر وضعیتی در حالت تعادل باشد. وقتی که وسیله پرنده، بار و یا مسافر حمل می نماید، در صورتی که بار یا مسافر طوری در وسیله پرنده قرار گرفته باشد که مرکز ثقل آنها بر مرکز ثقل وسیله پرنده منطبق نباشد، مشکلات جدی در کنترل وسیله پرنده ایجاد شده و خطر سقوط وجود خواهد داشت (Aerospacetalk.ir, 2010).

بر این اساس در مقاله حاضر به نحوه محاسبه و کنترل وزن و تعادل بالگرد و تاثیر آن بر ایمنی پرواز بالگرد پرداخته شده است.

۲- ایمنی پرواز

سوانح و رویدادهای هوایی همیشه با اتلاف منابع مادی و نیروی انسانی همراه است. به طوری که سالانه میلیون ها دلار از ذخایر مالی کشورها در این سوانح از بین می رود و عده کثیری از نیروهای متخصص و کارآمد جامعه در اثر آنها جان خود را از دست داده و یا معلول می شوند. شاید بتوان سرمایه های مادی از دست رفته را به نحوی جبران و یا جایگزین نمود، ولی هیچ چیز جانشین سرمایه های معنوی از دست رفته نخواهد شد. بنابراین ایمنی در تمام سازمان های هوانوردی، باید در اولویت قرار گیرد و تمام کارکنان هوانوردی از دانش و آگاهی کافی در این زمینه برخوردار باشند (مروی نام، ۱۳۹۵: ۱۳۰).

باید توجه داشت که تعاریف متعددی از ایمنی وجود دارد که برخی از آنها برای بیان شدن در اینجا بسیار طولانی و مبهم است. ساده ترین تعریف این است که ایمنی، عاری از پیشامد و خطر است. تعریف دیگر این که ایمنی، حفاظت از منابع است از جمله مردم، مواد، پول و زمان (اچ. وود، ۱۳۸۸: ۴۷). به عبارت دیگر، ایمنی عبارت از فرآیند تجزیه و تحلیل خطرات و کنترل آنها است که از فاز ایده شروع و در کل فازهای طراحی، ساخت، آزمایش، استفاده، کنار گذاشتن و دفع آن ادامه می یابد (حبیبی و عزیزاده، ۱۳۹۰: ۹). یک تعریف کاربردی بر پایه قابلیت پذیرش خطر است. اگر یک موقعیت خطرناک ویژه، قابل قبول باشد در این صورت کار یا عملیات مربوطه را ایمن در نظر می گیریم. برعکس وقتی می گوئیم چیزی ایمن نیست، در حقیقت می گوئیم که خطراتش قابل قبول نیستند. این تعریف با این نظر همسان است که چیزی به صورت ایمنی مطلق وجود ندارد. زیرا چیزی به صورت خطر صفر وجود ندارد (اچ. وود، ۱۳۸۸: ۴۸). بر این اساس می توان ایمنی را یک فرآیند چارچوب دار برای شناسایی و کاهش خطر دانست که هدف کلی آن، حذف خطراتی است که می تواند موجب مرگ، آسیب های جسمانی، خسارت های مالی و آسیب های محیط زیستی شود. هرگاه حذف خطر ممکن نباشد، هدف بعدی کاهش خطر به وسیله به اجرا درآوردن اقدامات کنترلی است. کاهش خطر می تواند به شکل کاهش احتمال وقوع سانحه و یا کاهش وخامت شدت پیامد آن باشد (اریکسون، ۱۳۹۲: ۱۳ و ۱۴). از نظر سازمان ایکائو، ایمنی حالتی است که در آن ریسک های مرتبط با فعالیت های هوانوردی یا وابسته به آن و یا در پشتیبانی از عملیات هواپیماها، کاهش می یابد و در سطح قابل قبولی کنترل می شود (ICAO, Annex 19, 2013).

۳- تشریح مساله

شرایط وزن و تعادل بالگرد در مقایسه با هواپیما، بحرانی تر و محدوده مجاز مرکز ثقل (CG^۱ Range) آن محدودتر است. به طوری که در برخی از بالگردها این محدوده، کمتر از ۳ اینچ است. در محاسبات مربوط به وزن و تعادل هواپیما، مرکز ثقل محاسبه شده مربوط به محور طولی^۲ است. در حالی که سازندگان بالگردها محدوده مجاز مرکز ثقل را در دو محور طولی و عرضی^۳ معین می نمایند. باید توجه داشت که بالگردها در زمان عملیات Hoist^۴ به مرکز ثقل عرضی حساس بوده و حتما لازم است

1. Center of Gravity
2. Longitudinal Axis
3. Lateral Axis
4. Lateral CG

قبل از استفاده از این تجهیزات، مرکز ثقل عرضی کنترل شود تا در محدوده قابل قبول قرار داشته باشد (Habibi, 2015). شکل شماره ۱، بالگرد Bell 212 را در حین عملیات Hoist نشان می دهد.



شکل ۱ - بالگرد Bell 212 در حین عملیات Hoist (Verticalmag.com, 2012).

از طرفی در منابع اصلی آموزش زمینی خلبانان بالگرد از قبیل Schweizer، Private Pilot Manual و Instrument/Commercial Manual که از سری کتاب های معتبر شرکت Jeppesen می باشند؛ یک فصل به وزن و تعادل اختصاص داده شده است. حال آن که در این منابع، فقط به محاسبه و کنترل مرکز ثقل طولی^۱ هواپیما پرداخته شده است. بر این اساس در این مقاله به روش کنترل وزن و تعادل بالگرد (مرکز ثقل طولی و عرضی) که شبیه روش های مورد استفاده برای هواپیما است و البته تفاوت های جزئی در این زمینه وجود دارد؛ پرداخته شده است.

۴- یافته ها و بحث

۴-۱- محاسبه وزن و تعادل بالگرد

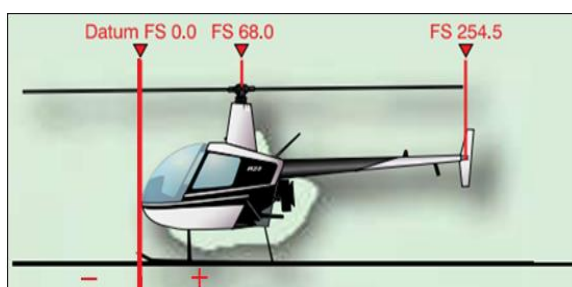
در منابع یاد شده در بند قبلی، برای محاسبه مرکز ثقل طولی از سه روش استفاده می شود که شامل روش های محاسباتی^۲، گراف^۳ و جدول^۴ است. برای جلوگیری از اطاله مطلب در این مقاله فقط به روش محاسباتی اشاره می شود. در محاسبات وزن و تعادل بالگرد در محور طولی، پنج اصطلاح کاربرد دارد که ابتدا به این اصطلاحات پرداخته می شود.

۴-۱-۱- اصطلاحات وزن و تعادل

۴-۱-۱-۱- وزن

وزن بالگرد بوسیله نیروی کششی رو به پایین جاذبه ایجاد می شود و بوسیله فاکتورهای مختلفی تغییر می یابد. این فاکتورها شامل تجهیزات اختیاری نصب شده، خدمه پرواز، مسافران، بار و سوخت است. در محاسبات وزن و تعادل، مجموع وزن های مزبور باید کمتر از حداکثر وزن بلند شدن^۵ بالگرد باشد (Private Pilot Manual, 1992). باید توجه داشت که از طرف سازنده هر مدل بالگرد، حداکثر وزن بلند شدن آن بالگرد تعیین شده و در AFM/POH^۷ بالگرد مربوطه ثبت می شود. البته عملیات بلندشدن با حداکثر وزن در ترکیبی از شرایط ارتفاع بالا، دمای بالا و رطوبت بالا، ایمن نیست. فاکتورهای دیگری نیز از قبیل باد، موانع، نوع سطح و فضای در دسترس برای عملیات بلند شدن نیز در این خصوص موثر است و باعث کاهش حداکثر وزن بلند شدن بالگرد می شود (Habibi, 2015).

۴-۱-۱-۲- خط مبدا فرضی (Datum Line)



شکل ۲ - خط مبدا فرضی Datum که به آن Flight Station (FS0)

یک خط عمودی فرضی است که به طور قراردادی جایی در محور طولی بالگرد است و تمام فواصل افقی برای محاسبه وزن و تعادل از آن اندازه گیری می شود. قانون ثابتی برای موقعیت این خط وجود ندارد. موقعیت این خط، همیشه از طرف کارخانه سازنده بالگرد تعریف شده و در AFM/POH یا در صفحات مربوط به وزن و تعادل بالگرد شرح داده می شود. به

1. Longitudinal CG
2. Computational Method
3. Graph Method
4. Table Method
5. Optional Equipment

۶ Maximum take off weight : عبارت است از حداکثر وزنی که برای شروع takeoff مجاز است.

7. Airplane Flight Manual or Pilot's Operating Handbook

طور نمونه در شکل شماره ۲، خط Datum یک بالگرد نشان داده شده است.

zero هم گفته می شود (FAA, 2016).

۴-۱-۱-۳- بازو یا فاصله (Arm or Flight station)

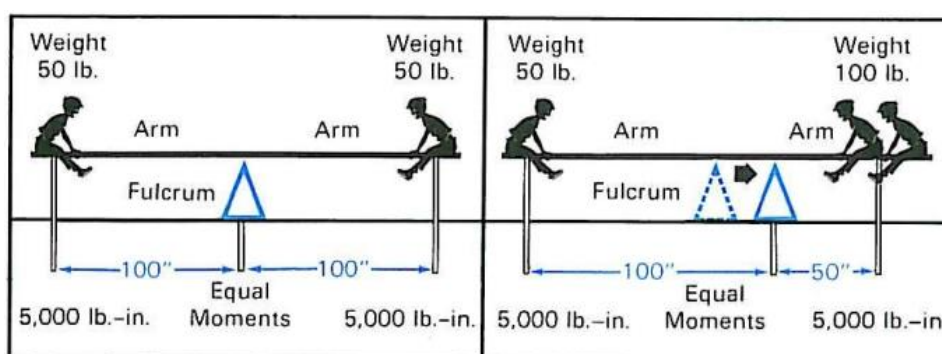
به فاصله افقی هر جسم یا قسمت از بالگرد تا خط Datum را Flight station یا Arm (فاصله) گویند. توجه شود که خط Datum در برخی از بالگردهای قدیمی منطبق بر مرکز Mast^۱ ملخ اصلی است. در این صورت فاصله های جلوتر از Mast، منفی و فاصله هایی که عقب تر از آن قرار دارند، مثبت در نظر گرفته می شود. البته همان طور که در شکل شماره ۲ نشان داده شده است، در بالگرد های جدید مانند اغلب هواپیماها، خط Datum در جلوی بالگرد، قرار دارد که در این صورت همه فاصله ها مثبت در نظر گرفته می شود (Habibi, 2015).

۴-۱-۱-۴- گشتاور (Moment)

حاصل ضرب وزن یک جسم در فاصله آن از خط Datum را گشتاور می نامند. بنابراین:

$$\text{Moment} = \text{Weight} \times \text{Arm} \quad (۱)$$

در رابطه فوق؛ واحد وزن، پوند (lb.)؛ واحد فاصله، اینچ (in.) و واحد گشتاور پوند در اینچ (lb.-in.) است. اگر وزن یک جسم بوسیله بازویش (Arm) چند برابر شود، به عنوان گشتاور شناخته می شود. هر چه فاصله جسم از نقطه اتکا بیشتر باشد، نیروی آن بیشتر خواهد شد. مفهوم وزن، فاصله و گشتاور در شکل شماره ۳، با یک الکلنگ نشان داده شده است.



شکل ۳ - الکلنگ سمت چپ نشان می دهد که هر کودک گشتاوری به اندازه ۵۰۰۰ پوند در اینچ ایجاد می کند (۵۰ پوند × ۱۰۰ اینچ). تا زمانی که فاصله هر دو کودک از نقطه اتکا برابر باشد، گشتاور آنها متعادل خواهد بود. الکلنگ سمت راست، وزن نابرابری را نشان می دهد که با تنظیم فاصله های نامساوی از نقطه اتکا، این وزن نامساوی تعادل می یابد. در این مورد، وزن ۱۰۰ پوند در ۵۰ اینچ همان گشتاوری را خواهد داشت که وزن ۵۰ پوندی در فاصله ۱۰۰ اینچی دارد (Private Pilot Manual, 1992).

۴-۱-۱-۵- مرکز ثقل

هنگام محاسبه وزن و تعادل یک بالگرد، در واقع موقعیت مرکز ثقل آن محاسبه می گردد. مرکز ثقل بالگرد نقطه ای است که اگر بالگرد را از آن نقطه آویزان کنیم، به موازات سطح زمین به حالت تعادل در خواهد آمد. از نظر تئوری مرکز ثقل بالگرد، جایی است که تمام وزن بالگرد در آنجا متمرکز شده است (Habibi, 2015). همان طور که شکل شماره ۴ نشان می دهد، مرکز ثقل یک بالگرد، محل تلاقی سه محور طولی، عرضی و عمودی آن است (رودباری و سبزی، ۱۳۹۴). از طرفی برای هر بالگرد، مرکز ثقل طولی و عرضی می بایست در یک بازه مشخصی قرار گیرد. این بازه مشخص را کارخانه سازنده تعیین و در AFM/POH آن بالگرد قید می نماید. به این بازه مشخص اصطلاحاً محدوده مجاز مرکز ثقل^۲ گفته می شود. به طور مثال، محدوده مجاز مرکز ثقل بالگرد Bell 205 به صورت طولی و عرضی به شرح زیر است (Flight Manual AB 205 Helicopter, 1983):

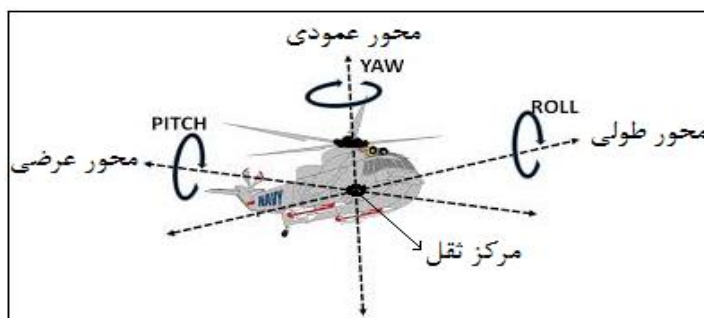
Longitudinal CG Rang:
Station 130 to 144 for normal internal load

۱. محور گرداننده ملخ اصلی بالگرد

2. CG Range

Station 130 to 142 for external load
Station 140 to 144 minimum 5 foot hover

Lateral CG Rang : ± 7.5 inches



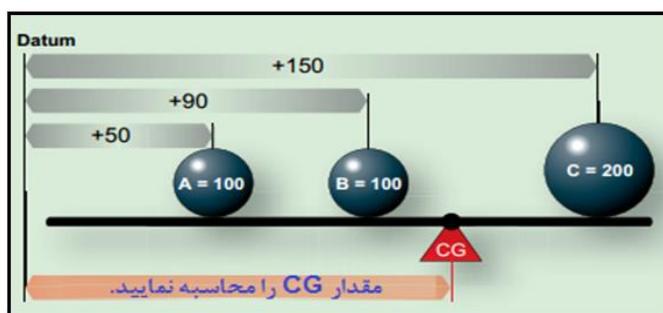
شکل ۴ - موقعیت سه محور طولی، عرضی و عمودی بالگرد.

مرکز ثقل یک بالگرد، محل تلاقی این سه محور است. در این شکل نام حرکات بالگرد، حول چرخش این سه محور نیز درج شده است.

برای محاسبه مرکز ثقل، مجموع گشتاور را بر مجموع وزن تقسیم می نمایند. بنابراین :

$$CG = (Total\ Moment) / (Total\ Weight) \quad (۲)$$

در رابطه فوق واحد مرکز ثقل، اینچ است و مقدار بدست آمده برای مرکز ثقل، در واقع فاصله از خط Datum را نشان می دهد. برای آشنایی با نحوه محاسبه موقعیت مرکز ثقل به مثال زیر اشاره می شود.



شکل ۵ - با توجه به شکل فوق، مرکز ثقل محاسبه می گردد (FAA, 2016).

پاسخ :

گشتاور (پوند در اینچ)	بازو (اینچ)	وزن (پوند)	آیتم
۵۰۰۰	۵۰	۱۰۰	وزنه A
۹۰۰۰	۹۰	۱۰۰	وزنه B
۳۰۰۰۰	۱۵۰	۲۰۰	وزنه C
۴۴۰۰۰	-----	۴۰۰	مجموع

$$CG = 44000 / 400 = 110 \text{ inches}$$

۴-۱-۲- محاسبه مرکز ثقل طولی

برای محاسبه مرکز ثقل طولی بالگرد به روش محاسباتی و با استفاده از فرم وزن و تعادل که نمونه آن در شکل شماره ۶ ارائه شده است، مراحل زیر انجام می شود :

- (۱) EW^1 و $EWCG^1$ را از کتاب AFM/POH بالگرد مربوطه، استخراج و در فرم وزن و تعادل مربوطه وارد می کنند.
- (۲) وزن خلبان، مسافری، بار و سوخت را بدست آورده و فاصله آنها را از خط Datum ثبت می نمایند تا گشتاور (وزن $\times$ فاصله) آنها بدست آید.
- (۳) با تقسیم مجموع گشتاور به مجموع وزن، موقعیت مرکز ثقل طولی بالگرد بدست می آید.

Empty weight	1545 lb.
EWCG	101.4 inches aft of the datum
Lateral balance	arm 0.2 inches right of BL 0
MAX allowable weight	2250 lb.
Pilot	200 lb. @ 64 inches aft of datum and 13.5 inches right of BL 0
Passenger	170 lb. @ 64 inches aft of datum and -13.5 inches left of BL 0
Fuel (48 gal*)	288 lb. @ 96 inches aft of datum and -8.4 inches left of BL 0

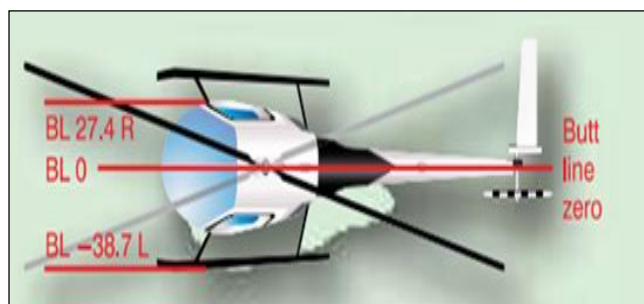
Longitudinal CG Rang	+92 to +98 inches aft of the datum
Lateral CG Rang	+2.5 inches right of BL 0 and -1.2 inches left of BL 0
One gallon of Fuel weights 6 pounds.*	

شکل ۶ - نمونه فرم وزن و تعادل یک بالگرد (FAA, 2016).

۴-۱-۳- محاسبه مرکز ثقل عرضی

روش محاسبه مرکز ثقل عرضی بالگرد مشابه با روش محاسبه مرکز ثقل طولی آن است. با این تفاوت که فاصله ها بجای خط Datum از خط Butt Line Zero که به اختصار به آن خط BL 0 گفته می شود، اندازه گیری می گردد. موقعیت خط BL 0 در شکل شماره ۷، نشان داده شده است.

به طور کلی، خط BL 0 عبارت از خطی است فرضی که بالگرد را به صورت طولی به دو قسمت قرینه و مساوی تقسیم می نماید. اگر در عقب بالگرد بایستیم، فاصله هایی که در سمت راست خط BL 0 قرار می گیرند، مثبت و فاصله هایی که در سمت چپ آن قرار می گیرند، منفی در نظر گرفته می شود.



شکل ۷ - خط مبدا فرضی (Butt Line Zero (BL 0) که به آن Buttock هم گفته می شود (FAA, 2016).

۴-۲- کنترل وزن و تعادل بالگرد

برای محاسبه و کنترل وزن و تعادل بالگرد، بایستی کلیه وزن های مربوط به سوخت، بار، مسافری و خدمه پرواز، دقیق اندازه گیری شده و به واحد پوند ثبت شود؛ بویژه در بالگردهایی که چندین ردیف صندلی و یا چندین محل قرارگیری بار دارند. باید توجه شود که مجموع وزن های محاسبه شده در فرم وزن و تعادل بایستی از وزن مجاز حداکثر^۲،

۱. Empty Weight : شامل وزن استاندارد بالگرد (Standard Weight or Dry Weight)، تجهیزات اختیاری، سوخت غیرقابل استفاده و روغن موتور است. به عبارت دیگر این اصطلاح شامل وزن بالگرد قبل از سوخت گیری و بارگیری و سوار شدن مسافر و خدمه پرواز، است (Private Pilot Manual, 1992).

2. Empty Weight Center of Gravity
3. Maximum allowable weight

کمتر باشد (Private Pilot Manual, 1992). همچنین اگر مرکز ثقل عرضی محاسبه شده در خارج از محدوده مجاز مرکز ثقل عرضی قرار گیرد، حرکت اهرم Cyclic را به چپ و راست محدود می نماید. از طرفی اگر مرکز ثقل طولی محاسبه شده در خارج از محدوده مجاز مرکز ثقل طولی قرار گیرد، حرکت اهرم Cyclic را به جلو و عقب محدود می نماید و از این طریق بر کنترل بالگرد و ایمنی پرواز با این وسیله تاثیر گذار است (FAA, 2016). به طور کلی می توان گفت که اگر مرکز ثقل بالگرد، خارج از محدوده مجاز مرکز ثقل واقع شود، در این صورت کنترل بالگرد به مخاطره خواهد افتاد. در این حالت خلبان قادر به عکس العمل بهینه به این شرایط را نخواهد داشت. این شرایط ممکن است در مراحل برخاستن و یا نشستن و یا در تمامی طول پرواز به وجود آید. با توجه به این که در طول پرواز، بالگرد سوخت خود را مصرف می نماید؛ ممکن است قبل از پرواز، مرکز ثقل در محدوده مجاز باشد. اما در طول پرواز و به ویژه در انتهای پرواز با کم شدن وزن سوخت، مرکز ثقل جابجا شده و خارج از محدوده مجاز قرار گیرد. برای همین قبل از پرواز باید این حالت نیز محاسبه شده و اطمینان حاصل شود که به فرض مصرف تمامی سوخت موجود در بالگرد نیز مرکز ثقل از محدوده مجاز خود خارج نخواهد شد (رودباری و سبزی، ۱۳۹۴). برای آشنایی با نحوه محاسبه و کنترل مرکز ثقل بالگرد به مثال زیر اشاره می شود.

مثال: با توجه به اطلاعات ارائه شده در شکل شماره ۶ که مربوط به فرم وزن و تعادل یک بالگرد است، مرکز ثقل طولی و عرضی این بالگرد را محاسبه نموده و سپس بررسی نمایید که مرکز ثقل طولی و عرضی بدست آمده در محدوده قابل قبول قرار دارد یا نه ؟

پاسخ- ابتدا با استفاده از اطلاعات مندرج در فرم وزن و تعادل (شکل ۶)، به صورت زیر مرکز ثقل طولی و عرضی این بالگرد محاسبه می شود :

Item	Weight (lb.)	Longitudinal Arm (in.)	Longitudinal Moment (lb.- in.)	Longitudinal CG (in.)
Helicopter empty weight	۱۵۴۵	۱۰۱/۴	۱۵۶۶۳	
Pilot	۲۰۰	۶۴	۱۲۸۰۰	
Passenger	۱۷۰	۶۴	۱۰۸۸۰	
Fuel (48 gallons)	۲۸۸	۹۶	۲۷۶۴۸	
	۲۲۰۳		۲۰۷۹۹۱	۹۴/۴

Item	Weight (lb.)	Lateral Arm (in.)	Lateral Offset Moment (lb.- in.)	Lateral CG (in.)
Helicopter empty weight	۱۵۴۵	+۰/۲	+۳۰۹	
Pilot	۲۰۰	+۱۳/۵	+۲۷۰۰	
Passenger	۱۷۰	-۱۳/۵	-۲۲۹۵	
Fuel (48 gallons)	۲۸۸	-۸/۴	-۲۴۱۹	
	۲۲۰۳		-۱۷۰۵	-۰/۸

بررسی ها نشان می دهد که مرکز ثقل طولی (۹۴/۴) و عرضی (-۰/۸) محاسبه شده این بالگرد در محدوده قابل قبول قرار دارد و به عبارتی این بالگرد در حالت تعادل بوده و می تواند به طور ایمن پرواز نماید.

۵- نتیجه گیری

برای کنترل وزن و تعادل بالگرد از نظر ایمنی پرواز باید توجه شود که مجموع وزن بالگرد به همراه وزن تجهیزات اختیاری نصب شده در بالگرد، وزن خدمه پرواز، وزن مسافری، وزن بار و وزن سوخت؛ کمتر از حداکثر وزن بلند شدن بالگرد باشد. در غیر این صورت می توان بخشی از سوخت را تخلیه کرده و برای سوخت گیری اضافی در مسیر پرواز، برنامه ریزی نمود و یا این که با کاهش مقدار بار و یا تعداد مسافری، مجموع وزن را به میزان حداکثر وزن مجاز، رساند. همچنین بعد از محاسبه مرکز ثقل طولی و عرضی بالگرد، بایستی کنترل شود که موقعیت مرکز ثقل بدست آمده؛ در محدوده مجاز مرکز ثقل آن بالگرد قرار داشته باشد. به طوری که اگر مرکز ثقل محاسبه شده در محدوده مجاز مرکز ثقل واقع شود در این صورت آن بالگرد در حالت تعادل (بالانس) بوده و می تواند به طور ایمن پرواز نماید. از طرفی اگر مرکز ثقل محاسبه شده در خارج

از این محدوده قرار گیرد، آن بالگرد مجاز به پرواز نیست و لازم است بار یا مسافرین را جابجا نموده و دوباره محاسبه نمود تا مرکز ثقل در محدوده قابل قبول واقع شود.

منابع

۱. اچ. وود، ریچارد، (۱۳۸۸)، «برنامه های ایمنی هواپیمایی؛ راهنمای مدیریت»، ترجمه جاوید بهرام زاد، تهران، دفتر تحقیقات کاربردی هواپیمایی فراجا.
۲. اریکسون، کلیفتون، (۱۳۹۲)، «روش های واکاوی خطر در ایمنی سیستم»، ترجمه ارقامی شیرازه، خسروی یحیی، حسن بیگی محمدرضا و میردود سیدی، تهران، قرارگاه سازندگی خاتم الانبیاء.
۳. حبیبی احسان ا... و علیزاده مجید، (۱۳۹۰)، «ایمنی کاربردی و شاخص های عملکرد در صنعت»، چاپ سوم، تهران، فن آوران.
۴. حنیفه نژاد طاقی عباس، (۱۳۶۴)، «وزن و بالانس کردن هواپیما»، پایان نامه کارشناسی در رشته مهندسی هواپیما، دانشکده هواپیمایی کشوری، تهران.
۵. رودباری علیرضا و سبزی مهرداد، (۱۳۹۴)، «مقدمه ای بر اصول پرواز»، تهران، دانشگاه هوایی شهید ستاری.
۶. مروی نام محمدرضا، (۱۳۹۵)، «اصول ایمنی و عوامل انسانی در پرواز»، تهران، دانشگاه علوم و فنون هوایی شهید ستاری، معاونت طرح و پژوهش.
7. Aerospacetalk.ir. (2010). [Online]. Available: <http://www.aerospacetalk.ir/vb/showthread.php?t=38987> [Accessed: 02-May-2022].
8. Agusta. (1983). Flight Manual AB 205 Helicopter.
9. Federal Aviation Administration . (FAA). (2016). Weight and Balance Handbook, U.S. Department of Transportation, Flight Standards Service. [Online]. Available: https://www.faa.gov/regulations_policies/handbooks_manuals/aviation/media/FAA-H-8083-1.pdf. [Accessed: 02-May-2022].
10. Habibi, N. (2015). Principles of weight and balance in aircraft, Tehran, Air Force, Strategic Publishing Center.
11. International Civil Aviation Organization ,(ICAO). (July 2013) .Annex 19: Safety Management, First Edition.
12. Jeppesen Sanderson. (1992). Private Pilot Manual, International Standard Book Number 0-88487-150-9, Eighth Edition.
13. Verticalmag.com. (2012). [Online]. Available: <https://www.verticalmag.com/features/21715-super-sized-air-rescue-html>. [Accessed: 22-Jan-2021].

بررسی رابطه عوامل محیطی محل کار بر کارایی کارکنان صنعت کشتیرانی استان هرمزگان

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۰۳/۲۹

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۰۵/۰۱

کد مقاله: ۴۵۰۰۵

وحید شاه‌مرادی^۱، افشین امیری^{۲*}

چکیده

کارکنان سرمایه‌های با ارزش هر سازمان و عامل مهم و موثر بهره‌وری سازمانی هستند. نیروی کار اگر با آرامش خاطر و انگیزه قوی به کار مشغول باشد و واکنش‌های از آینده نداشته باشد، بهره‌وری بالاتری خواهد داشت. بنابراین هدف از انجام پژوهش حاضر بررسی رابطه عوامل محیطی محل کار بر کارایی کارکنان صنعت کشتیرانی استان هرمزگان است. در این پژوهش توصیفی-تحلیلی که به شکل مقطعی انجام گرفت، از ۱۵۵ نفر کل کارکنان صنعت کشتیرانی استان هرمزگان، براساس جدول مورگان، به روش نمونه‌گیری در دسترس انتخاب و بررسی شدند. معیارهای ورود پژوهش داشتن حداقل ۲۵ سال سن، داشتن حداقل یک سال سابقه کاری و نداشتن اختلالات جسمی روانی است. ابزار جمع‌آوری داده‌ها، پرسشنامه محیط کار اداری کارکنان امجد و حامید (۲۰۰۹) و پرسشنامه بهره‌وری هرسی-گلداسمیت (۱۹۸۹) است. تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از نرم افزار SPSS25 انجام شد. نتایج حاکی نشان داد که میزان r همبستگی بین متغیر سن، سابقه کاری و کارایی کارکنان صنعت کشتیرانی به ترتیب برابر به $-۰/۳۲۱$ و $۰/۰۵۸$ بدست آمده که این مقدار با توجه سطح آماری معنادار نیز می‌باشد ($P=0/001$). به طوری که با افزایش سن میزان کارایی کارکنان صنعت کشتیرانی پایین آمده است. همچنین بین تحصیلات و کارایی کارکنان رابطه مثبت و معناداری وجود دارد به طوری که با افزایش تحصیلات کارایی کارکنان نیز افزایش می‌یابد. همچنین نتایج حاکی از همبستگی بین عوامل محیطی و کارایی کارکنان بود. با توجه به سطوح معناداری به دست آمده در ضریب رگرسیون چندگانه، عوامل محیطی قدرت پیش بینی کارایی کارکنان صنعت حمل و نقل دریایی استان هرمزگان را دارد ($P \leq ۰/۰۵$).

واژگان کلیدی: عوامل محیطی، محل کار، کارایی، کارکنان کشتیرانی

۱- دانشجوی دکتری مهندسی صنایع گرایش بهینه‌سازی سیستم‌ها، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد بین الملل کیش، ایران
۲- کارشناسی ارشد، حمل و نقل دریایی، دانشکده مهندسی دریا، دانشگاه دریانوردی و علوم دریایی چابهار (نویسنده مسئول)

۱- مقدمه

در محیط رقابتی کسب و کار امروز، کارکنان با ارزش ترین دارایی شرکت و منبع اصلی سود مالی و بهره وری در نظر گرفته می شوند (سینگ و همکاران، ۲۰۱۱). هنگامی که کارکنان متوجه شوند که شرکت برای آنها ارزش قائل است و آنها را مهم می داند، همانطور که با ارائه پاداش ها، و ترفیعات مطابق با مهارت ها و عملکرد آنها آشکار می شود، بسیار با انگیزه، متعهد و راضی خواهند بود (اکسوی و همکاران، ۲۰۱۸). نیروی کار با انگیزه بالا یک مزیت رقابتی برای هر سازمانی است (ترمبلا، ۲۰۰۹). مطالعات اخیر نشان می دهد که محیط کار نقش عمده ای در رضایت شغلی کارکنان دارد (اگبو و همکاران، ۲۰۱۷، ابولراب و همکاران، ۲۰۱۶). کارمندان به یک محیط کاری منعطف نیاز دارند که به آنها اجازه دهد آزادانه و بدون مشکل کار کنند (رضیق و همکاران، ۲۰۱۵). یک محیط کار سالم با شرایط، رویه ها، ساختارها، روابط و سیاست های فیزیکی و روانی مشخص می شود که بر رضایت، انگیزه و عملکرد کارکنان در محیط کار تأثیر مثبت می گذارد (سینگ و همکاران، ۲۰۱۱). شرایط فیزیکی کار نیز معمولاً تأثیر مهمی بر رضایت شغلی در سازمان دارد (صوفان، ۲۰۱۹). برای سازمان های امروزی ضروری است که رضایت روانی و اجتماعی کارکنان را تضمین کنند، زیرا این امر باید تمایل آنها را برای ماندن در سازمان افزایش دهد و بازده کاری آنها را افزایش دهد و منجر به افزایش سودآوری برای سازمان شود (اکسوی و همکاران، ۲۰۱۸). طبق نظر اسپکتور (۱۹۹۷)، رضایت شغلی مستلزم احساسات مثبت کارکنان نسبت به شغلشان است. این موضوع به میزان برآورده شدن نیازهای فیزیکی، روانی و اجتماعی کارکنان مربوط می شود و بر شادی و سطح بهره وری و موفقیت آنها در محیط کار تأثیر می گذارد (کنعان و همکاران، ۲۰۱۵). علاوه بر این شرایط مساعد محیط فیزیکی محل کار با افزایش، انگیزه کاری منجر به وفاداری، تعهد، کارایی و بهره وری بیشتر کارکنان می شود (سوفان، ۲۰۱۹). تحقیقات جنسل (۲۰۰۶) نشان میدهد که بهبود شرایط محیط کار، روحیه کارکنان را ارتقا داده و بهره وری را تا ۵۰ درصد افزایش میدهد. کارفرماها دائماً می پرسند چرا باید نگران این باشند که بهترین شرایط محیطی را برای کارکنان خود فراهم کنند؛ در حالی که مطالعات نشان میدهد که حتی بهبودهای اندک در نور محیط، منجر به افزایش راندمان کارمندان خواهد شد (عزیزی و تازیکه لمسکی، ۱۳۹۸). تحقیقاتی که نشان میدهند رضایت کارکنان از محیط کار خود منجر به رضایت شغلی و بهره وری بالاتر آنها میشود، اهمیت عوامل محیطی فضاهای اداری را دوچندان می کند (سامدستروم و همکاران، ۱۹۸۶). کارمندان دائماً با محیط پیرامون خود در تعامل هستند؛ بنابراین محل کار و محیط فیزیکی و ساختمان اداری و طراحی مناسب محیط کار می تواند بر احساس راحتی و امنیت، انگیزه، رضایت شغلی و به طور کلی بهره وری کارمندان تأثیر گذار باشد (بالش زر و همکاران، ۱۳۹۸). یکی از عوامل مهمی که باید توسط شرکت ها در تلاش برای بهبود بهره وری کار در نظر گرفته شود، راحتی محیط کار است. محیط کار جایی است که کارکنان هر روز فعالیت های کاری خود را انجام می دهند. یک محیط کاری راحت، احساس امنیت را ایجاد می کند و به کارکنان اجازه می دهد تا به بهترین شکل کار کنند. محیط کار می تواند بر احساسات کارکنان تأثیر بگذارد. اگر کارمند محیط کار خود را دوست داشته باشد، کارمند در محل کار خود احساس راحتی می کند، فعالیت هایی را انجام میدهد تا از زمان کار به نحو احسن استفاده شود. این عوامل فیزیکی شامل عرض فضای کار، نور، صدا، دمای هوا در محل کار، رنگ اتاق، تمیزی و موسیقی در محل کار است (سناتا و همکاران، ۲۰۱۴). اگرچه شرایط مناسب محل کار در بسیاری از سازمان ها الزامی برای بهبود بهره وری و کیفیت نتایج بود، اما شرایط کار در بسیاری از سازمان ها ممکن است مشکلات ایمنی، بهداشتی و راحتی مانند نور و تهویه نامناسب، سر و صدای زیاد و بیش از حد اضطرابی را به همراه داشته باشد. افرادی که در شرایط نامناسب کار می کنند ممکن است در نهایت با عملکرد پایین مواجه شوند و با بیماری های بهداشت حرفه ای مواجه شوند که باعث غیبت و جابجایی زیاد می شود (احمد و همکاران، ۲۰۲۰).

محیط سازمانی نقش اساسی برای کارکنان دارد. امروزه کارمندان ممکن است تعداد زیادی جایگزین کار داشته باشند، بنابراین محیط در محل کار به عاملی حیاتی برای پذیرش و یا حفظ مشاغل تبدیل می شود. کیفیت محیط در محل کار ممکن است به سادگی سطح انگیزه، عملکرد و بهره وری کارکنان را تعیین کند. اینکه چگونه کارمندان با سازمان کنار می آیند بر میزان خطای کارمند، سطح نوآوری و همکاری با سایر کارکنان، غیبت و در نهایت مدت زمان ماندن در کار تأثیر می گذارد. بنابراین، مدیران منابع انسانی باید استراتژی های جدیدی را برای انتخاب و حفظ بهترین استعدادها برای سازمان خود در نظر بگیرند. حقوق و مزایای بالاتر ممکن است محتمل ترین راه برای جذب کارمندان به نظر برسد. با این حال، کیفیت محیط فیزیکی محیط کار نیز ممکن است تأثیر زیادی بر توانایی شرکت برای استخدام و حفظ افراد با استعداد داشته باشد (مسعودی و همکاران، ۲۰۱۷).

برخی از عوامل در محیط کار ممکن است ضروری در نظر گرفته شوند مانند مشارکت کارکنان، بهره وری، روحیه، سطح راحتی و غیره چه مثبت و چه منفی. اگرچه شرایط مناسب محل کار الزاماتی برای بهبود بهره وری و کیفیت نتایج است، شرایط کاری در بسیاری از سازمان ها ممکن است مشکلات ایمنی، بهداشتی و راحتی مانند روشنایی و تهویه نامناسب، سر و صدای زیاد و بیش از حد اضطرابی را به همراه داشته باشد. افرادی که در شرایط نامناسب کار می کنند ممکن است در نهایت با عملکرد پایین مواجه شوند و با بیماری های بهداشت حرفه ای مواجه شوند که باعث غیبت و جابجایی زیاد می شود. سازمان های بسیاری وجود دارند که در آن ها کارکنان با مشکلات شرایط کاری مرتبط با عوامل محیطی و فیزیکی مواجه می شوند. در نهایت هدف از انجام این پژوهش بررسی رابطه عوامل محیطی محل کار بر کارایی کارکنان کشتیرانی استان هرمزگان می باشد.

۲- عوامل محیطی کار

محیط کار مکانی که یک کار در آن تکمیل می شود. هنگامی که به یک محل کار مربوط می شود، محیط کار شامل موقعیت جغرافیایی فیزیکی و همچنین محیط نزدیک محل کار، مانند محل ساخت و ساز یا ساختمان اداری می شود. همچنین شامل سایر عوامل مرتبط با محل کار می شود، مانند کیفیت هوا، سطح سر و صدا، و مزایای شغلی اضافی مانند مراقبت از کودک رایگان یا قهوه نامحدود، یا پارکینگ کافی و... (مسعودی و حامدی، ۲۰۱۷). همچنین، اصطلاح محیط کار برای توصیف شرایط محیطی که یک کارمند در آن کار می کند استفاده می شود. محیط کار می تواند از شرایط فیزیکی مانند دمای دفتر یا تجهیزاتی مانند رایانه های شخصی تشکیل شده باشد. همچنین می تواند به عواملی مانند فرآیندها یا رویه های کاری مرتبط باشد (مسعودی و همکاران، ۲۰۱۷). محیط کاری که در آن کارکنان کار می کنند و وظایف روزانه خود را انجام می دهند یکی از مهم ترین عواملی است که به طور مستمر بر بهره وری و رضایت آنها تأثیر می گذارد (ویلسون، ۲۰۱۵). محیط کاری شامل دو بعد عمده است: خود کار و زمینه. خودکار به ویژگی های شغلی، نحوه انجام وظایف و کلیه فعالیت های مرتبط اشاره دارد. زمینه شامل شرایط کار فیزیکی و اجتماعی است (رزیک و همکاران، ۲۰۱۵). همچنین می توان آن را به سه بعد تبدیل کرد: محیط فنی، سازمانی و انسانی. محیط فنی شامل تجهیزات و ابزار است. محیط سازمانی شامل فلسفه ها، سیستم ها و شیوه های سازماندهی می شود. و محیط انسانی به گروه ها، تیم ها و همتایان اطلاق می شود که کارکنان با آنها تعامل دارند. هر سه باید به گونه ای طراحی شوند که کارکنان را تشویق کند تا به طور موثر در محل کار عمل کنند و تعامل داشته باشند (سوفان، ۲۰۱۹). یک محیط کار فیزیکی که به خوبی سازماندهی شده باشد، می تواند راحتی کارمندان را در محل کار فراهم کند. آسایش می تواند منجر به لذت کارکنان از کار شود که در آخر می تواند منجر به رضایت کارمند در محل کار و در نهایت افزایش بهره وری آنان شود (اتمجا و همکاران، ۲۰۱۸).

صندلی: بر اساس مطالعات انجام شده، مشخص است که کارمندان اکثر زمان کاری خود را در حالت نشسته بر روی صندلی صرف میکنند و کیفیت و راحتی صندلی به طور مستقیم بهره وری آنها را تحت تأثیر قرار میدهد (اختر و همکاران، ۲۰۱۴). صندلی اداری غیر ارگونومیک سلامتی فرد را تحت تأثیر قرار داده و مشکلات زیادی برای او ایجاد میکند که ممکن است بر بهره وری تأثیر منفی داشته باشد (زینی ال و محمود، ۲۰۱۳).

چیدمان: چیدمان های اداری مشارکت را به عنوان وسیله ای برای کمک به تسهیل مبادلات کاری و افزایش بهره وری مورد توجه قرار دارند. مشارکت مکانیسم گفتگوی کاری بین کارگران است که به آنها فرصت تبادل اطلاعات و ایده می دهد. یک چیدمان سیستماتیک دفتر بازخورد مثبتی از بهره وری به خود کارمندان می دهد زیرا دنیای جدید کار فرصت های فوق العاده ای را برای کارمندان اداری فراهم می کند، چیدمان فیزیکی فضای کاری، همراه با فرآیند مدیریت کارآمد، نقش مهمی در افزایش بهره وری کارکنان و بهبود عملکرد سازمانی ایفا می کند (احمد و همکاران، ۲۰۲۰). همچنین اسنار^۱ (۲۰۱۳) مزایای چیدمان اداری باز را نظارت آسان، انعطاف پذیری در تغییر اتاق، ارتباط آسان تر و نگهداری کارآمدتر از فضا عنوان کرد.

دما: شرکت ها باید دمای مناسب را برای کارکنان حفظ کنند. اگرچه اکثر مردم ترجیحات خاص خود را برای دماهای سرد و گرم دارند، یک محیط ناخوشایند ممکن است باعث شود کارگران در کار عملکرد ضعیفی داشته باشند. هنگامی که کار در فضای باز انجام می شود، کارفرمایان باید مدت زمانی که کارمند در معرض نور مستقیم خورشید، باران یا برف قرار می گیرد را در نظر بگیرند. باید تمهیدات کافی برای کاهش اثرات مضر کار در شرایط شدید وجود داشته باشد (مسعودی و همکاران، ۲۰۱۷).

نور: بدون نور مناسب، افراد ممکن است برای دیدن اشیاء به چشمشان فشار بیاورند که می تواند منجر به خستگی چشم شود. این امر به ویژه برای کسانی که به طور مکرر از رایانه برای انجام کارهای مربوط به کار استفاده می کنند بسیار مهم است. هنگام مشاهده به صفحه کامپیوتر بین نواحی تیره و روشن صفحه کامپیوتر، افراد ممکن است سردرد را تجربه کنند. شرکت ها می توانند وضعیت نور ضعیف را با استفاده از پخش کننده های نور و پرده ها برای پوشش پنجره ها بهبود بخشند (مسعودی و همکاران، ۲۰۱۷).

سر و صدا: افزایش سطح سر و صدا در محل کار می تواند باعث شود کارکنان استرس و خستگی را تحمل کنند. برای کنترل سر و صدا در یک منطقه، فرش کردن توصیه می شود. سطوح سخت برای انعکاس نویز عمل می کنند و حجم هر چیزی را که به آن سطوح در یک دفتر برخورد می کند افزایش می دهد. ماشین های اداری نیز می توانند در سطوح بالای سر و صدا نقش داشته باشند. موانعی که صداها را جذب می کنند می توانند به کنترل این امر کمک کنند. محدوده صدای ایده آل برای کارهای اداری بین ۵۵ تا ۶۵ دسی بل متغیر است (مسعودی و همکاران، ۲۰۱۷).

۳- بهره وری

بهره وری به توانایی سازمان ها در تبدیل منابع ورودی به کالا و خدمات گفته میشود که می تواند موجب صرفه جویی در هزینه ها، بهبود رضایت و انگیزه شغلی، افزایش کیفیت، افزایش ارائه خدمات به طور کلی افزایش تولید و درآمد گردد (بالش زر و همکاران، ۱۳۹۸) هم اکنون بهره وری یکی از مهمترین اهداف سازمانی است که رشد آن ضامن رشد و بقای سازمانهای مرتبط

است، به عبارت دیگر بهره‌وری همه ابعاد سازمانی مؤثر بر کارکرد سازمانی را، از جمله کارایی و اثربخشی، کیفیت محصولات، رضایت افراد، تحت تأثیر قرار میدهد (ذاکریان و همکاران، ۲۰۱۶). بهره‌وری به عنوان توانایی کارمند برای تولید کار یا کالا و خدمات مطابق با استانداردهای مورد انتظار تعیین شده توسط کارفرمایان یا فراتر از استانداردهای مورد انتظار است. به نظر می‌رسد رابطه بین رشد بهره‌وری کارکنان و رشد اقتصادی کلی آشکار باشد (منز، ۲۰۰۶). بهره‌وری کارکنان (گاهی اوقات به عنوان بهره‌وری نیروی کار شناخته می‌شود) ارزیابی کارایی یک کارگر یا گروهی از کارگران است. بهره‌وری ممکن است بر حسب بازده یک کارمند در یک دوره زمانی خاص ارزیابی شود. به طور معمول، بهره‌وری یک کارگر معین نسبت به میانگین کارمندی که کارهای مشابه انجام می‌دهند، ارزیابی می‌شود. از آنجایی که بسیاری از موفقیت هر سازمانی به بهره‌وری نیروی کار آن وابسته است، بهره‌وری کارکنان یک نکته مهم برای کسب و کارها است (whatis.techtarget.com).

۴- نقش عوامل محیطی در بهره‌وری

محیط کار فیزیکی نقش مهمی در تأثیرگذاری بر بهره‌وری کارکنان دارد. یک محیط کاری راحت، ایمن و سالم باعث ایجاد حس شادی خوبی برای کارکنان خود می‌شود تا بتواند بهره‌وری را در کار افزایش دهد (آتماجا و همکاران، ۲۰۱۸). طبق نظر هاینس محیط کالبدی به «محیط فیزیکی» و «محیط رفتاری» تقسیم شود تا بررسی آن با دقت بیشتری صورت پذیرد. محیط فیزیکی به اجزایی اشاره می‌کند که افراد از طریق آنها به طور فیزیکی با محیط ارتباط برقرار می‌کنند در حالی که محیط رفتاری به اجزایی اشاره می‌کند که کارکنان را به یکدیگر متصل کرده و بر روی رفتار آنها تأثیر می‌گذارد. وی «چیدمان» و «آسایش» را شاخص‌های محیط فیزیکی و «تعامل» و «تمرکز» را شاخص‌های محیط رفتاری تأثیرگذار بر بهره‌وری معرفی نمود (سمانی، ۲۰۱۵). دانستن اینکه چه متغیرهایی از فضاهای اداری بیشترین تأثیر را بر بهره‌وری کارکنان دارند، به معماران و مدیران کمک می‌کند تا با هماهنگی بیشتری به طراحی محیط کار بپردازند. در اکثر مطالعات انجام شده تعامل به عنوان مهمترین عامل مؤثر بر بهره‌وری در فضاهای اداری یاد میشود و پس از آن تمرکز، آسایش و چیدمان قرار می‌گیرند (سمانی، ۲۰۱۵). عوامل فیزیکی و روانی نامناسب محیط کار می‌تواند به استرس شغلی منجر شود و بهره‌وری را کاهش دهد. به نظر میرسد عوامل فیزیکی در محیط اداری از قبیل صندلی، روشنایی، صدا، چیدمان محیطی، تهویه و ... بر میزان بهره‌وری تأثیرگذار است. پژوهش دیگری نشان میدهد که ارتباط نزدیکی بین محیط داخلی و بهره‌وری وجود دارد و ناراحتی مرتبط با درجه حرارت محیط کارایی و بهره‌وری را کاهش میدهد (لن و همکاران، ۲۰۱۰). مداخلات محیطی، به عبارت دیگر ارگونومی محیطی می‌تواند به بهبود تعامل مداوم کارمندان با محیط اطرافشان و در نهایت بهره‌وری منجر شود. مداخلات ارگونومی محیط کار (بهبود وضعیت میز و صندلی و سطح قرارگیری صفحه نمایش رایانه) کیفیت زندگی و توانایی انجام کار در کارمندان دانشگاه را بهبود میدهد (دل آلمیدا و همکاران، ۲۰۱۹).

۲- مروری بر تحقیقات داخلی و خارجی

در بررسی پیشینه این مقاله از روش مرور ادبیات سیستماتیک استفاده شده است، مرور ادبیات سیستماتیک (SLR) عبارتست از جستجو و یافتن مطالعات مربوطه، ارزیابی آنها براساس معیارهای مشخص، تلفیق نتایج و ارائه یافته به طور موجز و شفاف. هدف از مرور ادبیات سیستماتیک، خلاصه سازی و نتیجه گیری از تعداد زیادی مطالعات مداخله ای و کمک به تصمیم گیری است. در این مقاله اطلاعات مورد نیاز پژوهش از طریق مطالعات دقیق کتابخانه ای و بررسی مقالات مختلف با محوریت کلیدواژه های تحقیق از پایگاه های معتبر داخلی و خارجی نظیر کتب و منابع دیگر استخراج شده است.

پژوهش احمد و همکاران (۲۰۲۰) که به منظور تبیین تأثیر چیدمان اداری طرح باز و بسته بر بهره‌وری کارکنان انجام شد. به این نتیجه رسید که تنها دفتر طرح محصور دارای روابط مثبت معنادار بوده و به سؤالات تحقیق پاسخ داده و فرضیه‌های ارائه شده در این پژوهش را تأیید می‌کند و شرایط بهره‌وری کارکنان در شرایط خوبی قرار دارد.

فددا (۲۰۱۹) بیان می‌کند تغییراتی که در محیط برای بهبود شرایط محیطی (روشنایی، طراحی اتاق، بهبود تهویه، طراحی‌های ارگونومیک وسایل کار، کاهش صدا و بهبود امنیت) انجام میشود بر عملکرد کارکنان تأثیر می‌گذارد و کیفیت کار را افزایش میدهد. در پژوهش سوفان (۲۰۱۹) مشخص شد که انگیزه کاری به طور مثبت و معنادار تأثیر عوامل محیطی کار بر رضایت شغلی را واسطه می‌کند. این یافته به ابعاد عوامل محیطی (خود کار و عوامل زمینه‌ای) آن نسبت داده می‌شود که بسته به اثربخشی انگیزه کاری آنها، به احساسات مثبت کارکنان نسبت به شغلشان کمک می‌کند.

آتماجا و پوسیتاواتی (۲۰۱۸) که با هدف از این مطالعه تعیین تأثیر محیط کار فیزیکی بر بهره‌وری کارکنان با میانجیگری رضایت شغلی کارکنان انجام شده بود. به این نتیجه رسیدند که محیط فیزیکی کار و رضایت شغلی به طور مستقیم بر بهره‌وری کارکنان تأثیر مثبت و معناداری دارند و تأثیر محیط کار فیزیکی بر بهره‌وری کار کارکنان با رضایت شغلی کارکنان واسطه نمی‌شود. مفهوم این تحقیق این است که مدیران باید به محیط فیزیکی کار و رضایت شغلی کارکنان برای بهبود بهره‌وری کار توجه کنند. محیط فیزیکی مانند گردش هوا، شرایط دمایی هوا، انعطاف پذیری در فعالیت‌ها، سروصدا و تمیزی محیط کار باید از دغدغه

های اصلی در افزایش بهره وری کارکنان باشد. شرایط محیط کار خوب و تامین آسایش در کار می تواند بهره وری کارکنان را افزایش دهد.

پژوهش اختر (۲۰۱۴) نیز نشان دادند که بهبود کیفیت روشنایی محیط می تواند میزان بهره وری را به میزان ۲۰ تا ۲۸ درصد افزایش دهد و کاهش صدای محیط کار نیز می تواند منجر به افزایش ۴۰ درصدی بهره وری شود.

موتیا (۲۰۱۴) نشان میدهد که محیط کار در یک سازمان می تواند تعیین کننده بزرگی در سطح بهره وری کارگران باشد. این نظر توسط دسمودا (۲۰۱۶) تأیید شد که در تحقیق خود دریافت که محیط کار فیزیکی شامل فضای اداری، نور، رنگ، هوا، موسیقی، سطح سر و صدا تأثیر قابل توجهی بر بهره وری کارکنان دارد. برعکس، یک محیط کاری نامناسب تأثیر زیادی بر سلامت کارگران خود خواهد داشت و می تواند احساسات هیجان، اشتیاق و پیشرفت در کار را کاهش دهد.

لبلیسی (۲۰۱۲) نشان دادند که سطح راحتی (تهویه حرارت، نور طبیعی، نور مصنوعی، دکور، راحتی، امنیت فیزیکی) و چیدمان محیط (وضعیت برگزاری جلسات و غیررسمی، آرامش محیط، حریم خصوصی، سطح میز کار، تهویه) می تواند بر بهره وری تأثیر مثبت داشته باشد.

کمارالزمان (۲۰۱۱) در مورد نتایج تحقیق خود مبنی بر اینکه محیط در فضای کاری تأثیر زیادی بر نگرش، رفتار، رضایت و بهره وری کارکنان دارد. به این نتیجه رسید که یک محیط کاری راحت در حمایت از عملکرد کارکنان بسیار مهم است تا بتواند عملکرد سازمانی را بهتر بهبود بخشد و عوامل فیزیکی بد بر راحتی کارمندان در محل کار تأثیر می گذارد و مانع از عملکرد مطلوب خواهد شد.

۳- روش پژوهش

در این پژوهش توصیفی - تحلیلی که به شکل مقطعی انجام گرفت، از ۱۵۵ نفر کل کارکنان صنعت کشتیرانی استان هرمزگان، براساس جدول مورگان، به روش نمونه گیری در دسترس انتخاب و بررسی شدند. معیارهای ورود پژوهش داشتن حداقل ۲۵ سال سن، داشتن حداقل یک سال سابقه کاری و نداشتن اختلالات جسمی روانی بود. ابزار جمع آوری داده ها، پرسشنامه محیط کار اداری کارکنان و پرسشنامه بهره وری هرسی - گلداسمیت بود.

در پژوهش حاضر ابتدا با توجه به متون مربوط به ارگونومی و عوامل تأثیرگذار بر محیط کاری اداری، بررسی پرسشنامه تأثیر طراحی محیط کار بر بهره وری کارکنان تألیف امجد و حامید (۲۰۰۹) و همچنین بررسی میدانی محیط کاری و محیط کاری اداری پرداخته شد که روایی و پایایی ۰.۸۱ دارد. این پرسشنامه ۲۰ سؤال پنج گزینه‌ای در ۵ قسمت صندلی (قابلیت تنظیم و راحت بودن)، صدا (نبود سروصدا و حواس پرتی حین کار)، کافی بودن میزان روشنایی، کنترل بر روشنایی، میزان رسیدن روشنایی طبیعی به موضع کار، کافی بودن تعداد پنجره های محل کار، (دما) وضعیت در تابستان و زمستان، توانایی کنترل دمای محل کار و چیدمان وسایل محیط کار، بازبودن فضای اطراف محل کار، مناسب بودن چیدمان، فضای لازم برای قراردادن وسایل) برای بررسی محیط کار دارد. از مقیاس لیکرت با شماره گذاری از یک تا پنج برای کمی سازی داده ها و از پرسشنامه بهره وری گلداسمیت برای بررسی میزان بهره وری نیروی انسانی استفاده شد. پرسشنامه بهره وری نیروی انسانی براساس مدل آچپو توسط هرسی و گلداسمیت در سال ۱۹۸۰ ارائه شده است. این پرسشنامه با ۲۶ سؤال و ۷ مولفه توانایی، درک و شناخت، انگیزش، حمایت سازمانی، بازخور، اعتبار و سازگاری می باشد که با طیف لیکرت از خیلی کم تا خیلی زیاد نمره دهی شده است و به بررسی ۷ بعد از ابعاد بهره وری نیروی انسانی این مدل می پردازد.

۴- یافته ها

جدول ۱- توزیع فراوانی نمونه پژوهش (مأخذ: نتایج پژوهش، ۱۴۰۱)

نمونه		تعداد
دریانوردان	سن	۲۵ تا ۳۵ سالگی
		۳۵ تا ۴۵ سالگی
	سابقه	۱ تا ۵ سال
		۵ به بالا
تحصیلات	تحصیلات	فوق دیپلم
		لیسانس
		فوق لیسانس

پس از جمع آوری داده ها با استفاده از آزمون کلوموگرو-اسمیرنوف وضعیت نرمال بودن آن ها مورد بررسی قرار گرفت. به دلیل نرمال بودن داده ها از آزمون ضریب همبستگی پیرسون و رگرسیون خطی چندگانه برای بررسی فرضیه های تحقیق استفاده شد.

جدول ۲- بررسی رابطه بین مشخصات جمعیت شناختی با کارایی کارکنان (مأخذ: نتایج پژوهش، ۱۴۰۱)

متغیر	نوع آزمون	سطح معنی داری
سن	همبستگی پیرسون	۰/۳۲۱-
تحصیلات	آنالیز واریانس یک طرفه	۰/۰۰۱
سابقه کاری	همبستگی پیرسون	۰/۰۵۸
عوامل محیطی	همبستگی پیرسون	۰/۲۷۲

همانگونه که مشاهده می کنید ماتریس همبستگی برای این دو متغیر در جدول (۲) ارایه شده است. با توجه به جدول فوق، میزان r همبستگی بین متغیر سن، سابقه کاری و کارایی کارکنان صنعت کشتیرانی به ترتیب برابر به $۰/۳۲۱-$ و $۰/۰۵۸$ دست آمده که این مقدار با توجه سطح آماری معنادار نیز می باشد ($P=0/001$). به طوری که با افزایش سن میزان کارایی کارکنان صنعت کشتیرانی پایین آمده است. همچنین بین تحصیلات و کارایی کارکنان رابطه مثبت و معناداری وجود دارد به طوری که با افزایش تحصیلات کارایی کارکنان نیز افزایش می یابد. همچنین نتایج حاکی از همبستگی بین عوامل محیطی و کارایی کارکنان بود.

جدول ۳- آماره توصیفی عوامل محیطی و کارایی کارکنان (مأخذ: نتایج پژوهش، ۱۴۰۱)

متغیر	میانگین	انحراف معیار
عوامل محیطی	۱۱۰/۵۴۷۶	۱۷/۴۱۴۲
کارایی کارکنان	۴۵/۸۹۵۶	۸/۵۰۳۶

بر اساس نتایج جدول (۳) بیشترین میانگین مربوط به عوامل محیطی می باشد.

جدول ۴- ضریب تحلیل رگرسیون چندگانه بین عوامل محیطی و کارایی کارکنان (مأخذ: نتایج پژوهش، ۱۴۰۱)

مدل ۱	ضریب غیراستاندارد B	خطا	ضریب استاندارد Beta	t	سطح معناداری
مقدار ثابت	۷۶/۳۵۸	۴/۲۵۰		۱۵/۲۰۵	۰/۰۰۰
عوامل محیطی	۰/۴۰۴	۰/۰۰۷	۰/۱۵۸	۳/۶۷۶	۰/۰۰۰

در جدول (۴)، ضرایب مدل رگرسیون خطی چندگانه برای بررسی معناداری تأثیر هریک از متغیرهای پیش بین (عوامل محیطی) بر متغیر ملاک (کارایی کارکنان) آورده شده است. با توجه به سطوح معناداری به دست آمده، نتیجه گرفته می شود که عوامل محیطی قدرت پیش بینی کارایی کارکنان صنعت حمل و نقل دریایی استان هرمزگان را دارد ($P \leq ۰/۰۵$).

۵- نتیجه گیری

هدف از انجام پژوهش حاضر بررسی رابطه بین بررسی رابطه عوامل محیطی محل کار بر کارایی کارکنان صنعت کشتیرانی استان هرمزگان بود. نتایج تحلیل آماری حاکی از آن بود که عوامل محیطی قدرت پیش بینی کارایی کارکنان صنعت حمل و نقل دریایی استان هرمزگان را دارد همچنین بین عوامل محیطی و عملکرد کارکنان رابطه مثبت و معناداری وجود دارد. نتایج پژوهش حاضر با تحقیقات تجربی بخش پیشینه همسو است. به طوری که فددا (۲۰۱۹) در پژوهشی بیان می کند تغییراتی که در محیط برای بهبود شرایط محیطی (روشنایی، طراحی اتاق، بهبود تهویه، طراحی های ارگونومیک وسایل کار، کاهش صدا و بهبود امنیت) انجام می شود بر عملکرد کارکنان تأثیر می گذارد و کیفیت کار را افزایش می دهد. در پژوهش سوفان (۲۰۱۹) مشخص شد که انگیزه کاری به طور مثبت و معنادار تأثیر عوامل محیطی کار بر رضایت شغلی را واسطه می کند. لبلبسی (۲۰۱۲) نشان دادند که سطح راحتی (تهویه حرارت، نور طبیعی، نور مصنوعی، دکور، راحتی، امنیت فیزیکی) و چیدمان محیط (وضعیت برگزاری جلسات و غیررسمی، آرامش محیط، حریم خصوصی، سطح میز کار، تهویه) می تواند بر بهره وری تأثیر مثبت داشته باشد. در تبیین یافته های فوق می توان چنین بیان کرد که در فضاهای اداری امروزی، بررسی اثر عوامل محیطی بر کارکنان محیطی چالش برانگیز است؛ زیرا تعریف ورودی ها و خروجی ها در چنین محیط هایی مشکل است (سیکلی و همکاران، ۲۰۱۷). سرمایه گذاری در بهبود شرایط محیط کار، اگر منجر به کارا تر شدن کارکنان شود، به خوبی برگشت پذیر و سودمند بوده و برخلاف هزینه

منابع

هایی که فقط مختص افراد می باشد (مثل آموزش، پاداش و غیره)، در طول زمان و حتی با آمدن کارکنان جدید نیز پایدار خواهد بود (والکر و همکاران، ۲۰۱۰). از جمله مهمترین هدف های صنعت کشتیرانی افزایش کارایی کارکنان است. بدین منظور کارایی کارکنان استفاده از منابع و توانمندی های آن ها به منظور کاهش هزینه ها و استفاده از حداکثر استعدادهای آن هاست. به منظور حرکت سازمان به این هدف لازم است که تغییراتی در طراحی محیط کار کارکنان صورت گیرد. طراحی خلاقانه و توجه به جزئیات محیط کار فاکتورهای مهمی جهت افزایش کارایی کارکنان است. همچنین بنابر نتایج پژوهش حاضر پیشنهاد می شود که هنگام طراحی فضای کار به کارکنان صنعت کشتیرانی توجه گردد. محیط دارای کمترین میزان سر و صدا باشد. جهت طراحی محیط تکنولوژی های نوین به کاربرده شود. همچنین لازم است در تصمیمات سازمانی نیز کارکنان همکاری کنند. صنعت کشتیرانی برای افزایش بهره وری و کارایی کارکنان خود از اهرم های خوب مدیریت مثل پاداش، تنبیه و تخصص داشتن استفاده نماید.

۱. بالش زر احمد، تعبدی میمنت، رجحانی شیرازی زهرا. (۱۳۹۸) بررسی ارتباط بین عوامل فیزیکی و جمعیت شناختی محیط کار بر بهره وری کارکنان دانشگاه آزاد اسلامی شیراز. مجله ارگونومی. ۷ (۲): ۳۹-۴۴
۲. عزیزی، هانیه، و تازیکه لمسکی، ایمان. (۱۳۹۸). بررسی اثر عوامل محیطی بر بهره وری کارکنان در فضاهای اداری. مورد مطالعاتی: حوزه فناوری اطلاعات و تجارت الکترونیک کشور. معماری و شهرسازی آرمان شهر، ۱۲ (۲۹): ۱۱۳-۱۲۴.
3. A Zeiny-El. R Mahmoud, (2013) private: relationship performance and workplace Mahmoud Rasha/Egypt in corporations sector. 2013. Zeiny-El Al
4. Abualrub R, El-Jardali F, Jamal D, Al-Rub NA (2016) Exploring the relationship between work environment, job satisfaction, and intent to stay of Jordanian nurses in underserved areas. *Applied Nursing Research* 31: 19-23.
5. Agbozo GK, Owusu IS, Hoedoafia MA, Atakorah YB (2017) The effect of work environment on job satisfaction: evidence from the banking sector in Ghana. *Journal of Human Resource Management* 5 (1): 12-18.
6. Ahmad, N., Jamin, A., Beta, R. M. D. M., Ismail, S., Sakarji, S. R., & Zain, Z. M. (2020). The Importance of Office Layout for Employee Productivity. *Dinamika Pendidikan*, 15(2), 164-171.
7. Akhtar N. (2014) Interior Design and its Impact on of Employees' Productivity in Telecom Sector, Pakistan. *Journal of Asian Business Strategy* Jun 1;4(6):74-82.
8. Aksoy C, Sengül HI, Yilmaz Y (2018) Examination of the relationship between job satisfaction levels and organizational commitments of tourism sector employees: a research in the South Eastern Anatolia region of Turkey. *Elektronik Sosyal Bilimler Dergisi* 17 (65): 356-365. <https://doi.org/10.17755/esosder.343032>
9. Asnar, Z. H. (2013). Pengaruh Tata Ruang Kantor Terhadap Produktivitas Kerja Pegawai di Pusat Kajian dan Pendidikan dan Pelatihan Aparatur III DI Lembaga Administrasi Negara (PKP2A III LAN) Samarinda. *EJurnal Ilmu Pemerintahan*, 1(4), 1488-1500.
10. Atmaja, N. P. C. D., & Puspitawati, N. M. D. (2018). Effect of physical work environment through productivity employees job satisfaction as an intervening variable. *International Journal of Business, Economics and Law*, 17(5), 98-104.
11. Canan HOŞ, Oksay A (2015) Hemşirelerde Örgütsel Bağlılık İle İş Tatmini İlişkisi. *Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi* 20 (4).
12. de Almeida MÁ, Ábalos-Medina GM, Villaverde-Gutiérrez C, Gomes-de Lucena NM, Ferreira-Tomaz A, Perez-Marmol JM (2019). Effects of an ergonomic program on the quality of life and work performance of university staff with physical disabilities: A clinical trial with three-month follow-up. *Disability and health journal*.
13. Duru, Chika Ebenezer and Shimawua Dominic. 2017. The Effect Of Work Environment On Employee Productivity: A Case Study Of Edo City Transport Services Benin City, Edo State Nigeria. *European Journal of Business and Innovation Research*. 5 (5), pp.23-39
14. Fadda J. (2019) Quality of Healthcare: A Review of the Impact of the Hospital Physical Environment on Improving Quality of Care. In *Sustainable Building for a Cleaner Environment*; 217-53. Springer, Cham.
15. <http://whatis.techtarget.com/definition/employee-productivity/>. Retrieved February 21, 2016
16. Lan L, Lian Z, Pan L. The effects of air temperature on office workers' well-being, workload and productivity-evaluated with subjective ratings. *Applied ergonomics*. 2010 Dec 1;42(1):29-36.

17. Leblebici D.(۲۰۱۲) Impact of workplace quality on employee's productivity: case study of a bank in Turkey. *Journal of Business, Economics*.;1(1):38-49.
18. Massoudi, A. H., & Hamdi, S. S. A. (2017). The Consequence of work environment on Employees Productivity. *IOSR Journal of Business and Management*, 19(01), 35-42.
19. Mutia, Peter Mutua and Damary Sikalieh. 2014. Work Environment and its Influence on Productivity Levels among Extension Officers in the Ministry of Agriculture in Kenya. *International Journal for Innovation Education and Research*.2(12)
20. Raziq A, Maulabakhsh R (2015) Impact of work environment on job satisfaction. *Procedia Economics and Finance* 23: 717- 725. [https://doi.org/10.1016/S2212-5671\(15\)00524-9](https://doi.org/10.1016/S2212-5671(15)00524-9)
- Tremblay MA, Blanchard CM, Taylor S, Pelletier LG, Villeneuve M (2009) Work extrinsic and intrinsic motivation scale: its value for organizational psychology research. *Canadian Journal of Behavioural Science/Revue canadienne des sciences du comportement* 41 (4): 213.
21. Samani, S.A. (2015). The Impact of Personal Control over Office Workspace on Environmental Satisfaction and Performance. *Journal of Social Sciences and Humanities*, 1 (3), 163-175.
22. Singh S, Sharma GD, Sharma R (2011) Effect of employee involvement in business organisation. *Research Gate*.<https://doi.org/10.2139/ssrn.1852018>
23. Suifan, T. S. (2019). The effects of work environmental factors on job satisfaction: The mediating role of work motivation. *Verslas: Teorija ir praktika/Business: Theory and Practice*, 20, 456-466.
24. Sundstrom, E., & Sundstrom, M. (1986). *Work Places: The Psychology of the Physical Environment in Offices and Factories*. New York: Cambridge University Press
25. Wilson KG (2015) Impact of work environment on academic staff job performance: case of a Uganda university. *International Journal of Advances in Management and Economics* 4 (4):. 95-103.
26. Zakerian SA, Garosi E, Abdi Z, Bakhshi E, Kamrani M, Kalantari R. Studying the influence of workplace design on productivity of bank clerks. *Health and Safety at Work*. 2016 Jun 15;6(2):35- 42.

تأثیر مدیریت اختلال بر عملکرد زنجیره تأمین در مجتمع گاز پارس جنوبی

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۰۵/۰۵

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۰۶/۰۶

کد مقاله: ۶۶۵۹۹

جواد سهیلی^{*}

چکیده

پژوهش حاضر با هدف بررسی تأثیر مدیریت اختلال بر عملکرد زنجیره تأمین در مجتمع گاز پارس جنوبی انجام شده است. این تحقیق از نوع همبستگی می‌باشد که با استفاده از روش پیمایشی انجام گرفته است. مدیران و کارشناسان مجتمع گاز پارس جنوبی، جامعه آماری این تحقیق را تشکیل می‌دهند که تعداد آنها ۳۲۹۰ نفر است. با استفاده از جدول کرجسی و مورگان و با توجه به حجم جامعه آماری، تعداد نمونه‌ها ۳۴۶ نفر برآورد گردید و با استفاده از روش نمونه‌گیری تصادفی ساده، نمونه‌ها انتخاب شدند. جمع‌آوری داده‌های مربوط به عملکرد زنجیره تأمین با استفاده از پرسشنامه آسوماه و همکاران (Asamoah et al., 2021) و مدیریت اختلال زنجیره تأمین با استفاده از پرسشنامه رویالا و سائز (Revilla and Saenz, 2013) انجام شد. به منظور تحلیل داده‌ها، از مدلسازی معادلات ساختاری با رویکرد حداقل مربعات جزئی و نرم‌افزار PLS Smart استفاده شد. نتایج نشان داد که مدیریت اختلال درون سازمانی با ضریب مسیر ۰/۴۸۸، مدیریت اختلال بین سازمانی با ضریب مسیر ۰/۲۶۵ و بازخورد و یادگیری با ضریب مسیر ۰/۴۱۴، بر عملکرد زنجیره تأمین تأثیر مثبت و معناداری دارد و در مجموع ۴۸/۳ درصد از تغییرات مربوط به عملکرد زنجیره تأمین را به طور مستقیم تبیین می‌کنند.

واژگان کلیدی: مدیریت اختلال، زنجیره تأمین، عملکرد، مجتمع گاز پارس جنوبی.

۱- دانش‌آموخته کارشناسی ارشد مدیریت بازرگانی، سرپرست مدیریت بازرگانی مجتمع گاز پارس جنوبی، بندر عسلویه، ایران
Javad.soheili58@gmail.com

امروزه سازمان‌ها به منظور بقا در بازار بسیار پویا و پیچیده، ناگزیر به تقویت مزیت رقابتی خود هستند (Van Lieshout, 2021). با توجه به این که رقابت دیگر بین سازمان‌ها وجود ندارد؛ بلکه رقابت میان زنجیره‌های تأمین است، مدیریت کارآمد زنجیره تأمین به یک شیوه ارزشمند و بالقوه برای حصول مزیت رقابتی و بهبود عملکرد سازمانی بدل شده است (امیرطاهری و همکاران، ۱۳۹۸). عملکرد زنجیره تأمین، عملکرد سازمان را بهبود بخشیده و با ایجاد یکپارچگی در زنجیره تأمین، کارایی را از طریق انتقال اطلاعات در زنجیره تأمین افزایش داده و موجب بهبود عملکرد سازمان از طریق کاهش سطح و هزینه موجودی انبار و افزایش قدرت تحویل به هنگام می‌گردد (Pradhan & Routroy, 2018). اما داشتن یک زنجیره تأمین با عملکرد مناسب که به بهبود عملکرد سازمان کمک نماید، مستلزم توجه به عوامل بسیاری است که مدیریت اختلال در زنجیره تأمین یکی از این عوامل می‌باشد (باورصاد و همکاران، ۱۳۹۷). امروزه مدیریت اختلال زنجیره تأمین اهمیت فزاینده‌ای پیدا کرده، زیرا شرکت‌های بزرگ و کوچک به دنبال گسترش دامنه فعالیت خود در مقیاس جهانی هستند (Zavalko et al., 2020). در نتیجه، زنجیره‌های تأمین به علت جهانی شدن بیشتر در معرض تهدیدهای طبیعی، انسانی یا تکنولوژیکی همچون سیل، زلزله، آتش‌سوزی، حوادث حمل و نقل، اعتصاب‌های کارگری، حملات تروریستی، بیماری‌ها، رکود اقتصادی و غیره قرار دارد (Asamoah et al., 2021). چنین رویدادهایی باعث ایجاد اختلال در زنجیره تأمین می‌شود که بهره‌وری، درآمد، مزیت رقابتی، سودآوری و غیره را می‌تواند کاهش دهد. بنابراین با توجه به وقوع اختلال در زنجیره تأمین و تأثیر آنها بر عملکرد شرکت، فراهم کردن یک رویکرد مدیریت اختلال در زنجیره تأمین امری ضروری است (بختیاری توانا و همکاران، ۱۳۹۹). اختلال و نیز ایجاد شکست در زنجیره تأمین می‌تواند اثر معنی داری بر عملکرد کوتاه‌مدت و نیز اثر منفی بلندمدت بر عملکرد مالی سازمان داشته باشد. لذا مدیریت اختلال زنجیره تأمین برای کاهش شکست‌های ناشی از اختلال‌های مختلف باید مورد توجه قرار گیرد (صلاحی و همکاران، ۱۳۹۸).

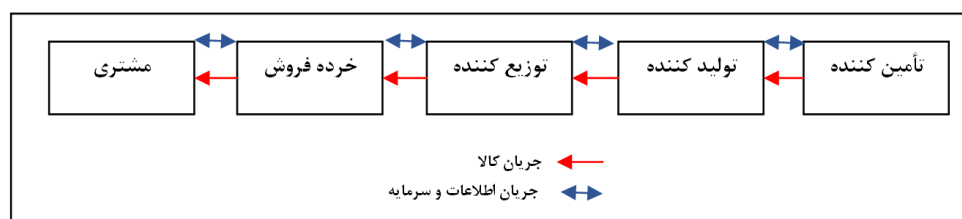
با افزایش پیچیدگی و عدم قطعیت زنجیره‌های تأمین جهانی، رویدادهای اختلال به طور مکرر در مدیریت زنجیره تأمین رخ می‌دهد (Hosseini et al., 2019). اگر یک شرکت از بهترین رویکردهای تحلیلی و نرم افزار برای پیش‌بینی اتفاقات استفاده کند، همیشه ریسک اختلال در آینده وجود دارد (Gayduk et al., 2020). از طرفی، زنجیره‌های تأمین طولانی و پیچیده، که با سرعت‌های بالاتر کار می‌کنند، بیشتر مستعد اختلال می‌باشند (Dolgui et al., 2019). با توجه به گزارش دیده‌بان رویداد اختلال زنجیره تأمین^۱، ۱۰۶۹ رویداد اختلال زنجیره تأمین در نیمه اول سال ۲۰۱۸ رخ داده است که به بالاترین میزان در سه سال گذشته رسیده است (Material Handling & Logistics, 2018). علاوه بر این، گزارش دیده‌بان رویداد در سال ۲۰۱۸ نشان داد که رویدادهای ریسک زنجیره تأمین جهانی در طول سال ۳۶ درصد افزایش یافته است (Burnson, 2019). در مجموع سود از دست رفته به واسطه اختلالات هدفمند (به طور مثال تروریسم و سرقت) و غیر هدفمند (مانند نوسانات تقاضا) می‌تواند در حدود ۳۵ درصد حجم معاملات سالانه باشد. موارد فوق علت توجه زنجیره تأمین مدرن به بحث اختلال و لزوم مدیریت به موقع آنها به عنوان موضوعی بسیار مهم و حیاتی را نشان می‌دهد (Ivanov & Rozhkov, 2020).

طی سال‌های گذشته مدیریت ریسک و پیش‌بینی ریسک‌های محتمل در زنجیره‌های تأمین بسیار مورد توجه محققین قرار گرفته و مطالعات گسترده‌ای در این زمینه صورت گرفته است، در تحقیق حاضر تمرکز اصلی بر مدیریت اختلال پس از وقوع آن می‌باشد. اختلال می‌تواند نتیجه عوامل متعددی باشد که بسیاری از آنها غیرقابل پیش‌بینی هستند. لذا نمی‌توان با روش‌های پیشگیرانه با آنها مقابله نمود. در این تحقیق سعی بر آنست با برنامه‌ریزی صحیح میزان تأثیرات حاصل از یک اختلال کمینه شود. شرکت مجتمع گاز پارس جنوبی یکی از شرکت‌های فرعی شرکت ملی گاز ایران است که عهده‌دار مسئولیت بهره‌برداری از تأسیسات خشکی فازهای چندگانه میدان گازی پارس جنوبی است. این میدان از نظر منابع مادی، مهم‌ترین و با ارزش‌ترین منبع اقتصادی و ثروت و گنجینه عظیم و بی‌نظیر ملی است. مراحل اصلی زنجیره تأمین در فازهای پارس جنوبی شامل ۴ گام اکتشاف، تولید، پالایش و مصرف است. این مراحل ارتباط قوی بین شرکت‌ها و تأمین مواد اولیه‌ای که در طول این زنجیره احتیاج است را نشان می‌دهد. اکتشاف، شامل عملیات‌های لرزه‌نگاری، جغرافیایی و ژئوفیزیک است و تولید مراحل حفر، ذخیره‌سازی، تولید و مهندسی تأسیسات را دربرمی‌گیرد. در انتها نیز پس از ترکیبی از فرآیندهای پیچیده در مرحله پالایش، محصول نهایی وارد بازار مصرف می‌شود. پیچیدگی فرآیند صنعت نفت و گاز از مرحله اکتشاف تا مصرف نیازمند استفاده از بهترین روش‌های لجستیکی می‌باشد. ماهیت پیچیده، وابسته و فشرده زنجیره تأمین صنعت نفت و گاز شرکت‌ها را مجبور می‌کند تا با تأمین کنندگان، توزیع کنندگان، رقبای دولتی و سایر شرکت‌ها روابط برقرار کنند که در نتیجه، هر گونه اختلال از یک حلقه به سرعت به دیگران سرایت می‌کند و اثرات آشناری بر زنجیره تأمین ایجاد می‌کند. به دلیل پیچیدگی زنجیره تأمین مجتمع گاز پارس جنوبی که موجب افزایش آسیب‌پذیری نسبت به اختلالات می‌شود، مطالعه مدیریت اختلال زنجیره تأمین، به عنوان ابزاری برای بهبود رقابت زنجیره تأمین که این روزها تحت تأثیر بحران اقتصادی، رقابت انرژی جایگزین و عدم قطعیت مربوط به قیمت و تقاضا قرار گرفته، ضروری به نظر می‌رسد؛ توجه به مدیریت اختلال، زنجیره تأمین را قادر می‌سازد در مواجهه با اختلال، عملکرد مناسبی داشته باشد. بنابراین این پژوهش با هدف بررسی تأثیر مدیریت اختلال بر عملکرد زنجیره تأمین در مجتمع گاز پارس جنوبی انجام گرفته است.

۲- مبانی نظری تحقیق

عملکرد زنجیره تأمین: اصطلاح «زنجیره تأمین» و مدیریت آن، اولین بار در اواخر دهه ۱۹۸۰ مطرح شد و به طور گسترده در دهه ۱۹۹۰ مورد استفاده قرار گرفت (Lee, 2021). به نظر می‌رسد که توجه به این مفهوم در سال‌های اخیر به دلیل افزایش پیچیدگی‌های محیط‌های کسب و کار و نیاز شرکت‌ها به منظور دستیابی به مزیت‌های رقابتی در کسب سهم بیشتر بازار شکل گرفته است (Erboz et al., 2021).

زنجیره تأمین عبارت است از دو یا چند سازمان که از طریق جریان مواد، اطلاعات و پول به هم مرتبط بوده و وظایف بسیاری از جمله: خرید، جریان وجوه، انتقال مواد، برنامه‌ریزی و کنترل تولید، کنترل موجودی، لجستیک، توزیع و تحویل را بر عهده دارد. یک زنجیره تأمین، شبکه‌ای از تجهیزات و نقاط توزیع است که مواد را به محصولات نیمه‌ساخته و نهایی تبدیل کرده و محصولات نهایی را به مشتریان تحویل می‌دهد (حمیدی و همکاران، ۱۳۹۴). از دیدگاهی دیگر، زنجیره تأمین یک مجموعه‌ای از امکانات، تأمین‌کنندگان، مشتریان، محصولات و روش‌هایی از کنترل موجودی، خرید و توزیع است. این زنجیره به طور کلی تأمین‌کنندگان را به مشتریان نهایی (مصرف‌کنندگان) متصل می‌کند. بنابراین زنجیره تأمین با تولید مواد خام توسط تأمین‌کنندگان شروع می‌شود و با مصرف محصولات توسط مشتریان نهایی به پایان می‌رسد (حسینی و حسینی، ۱۳۹۷). سمدی و کاسوس (Samadi & Kassou, 2016) معتقدند زنجیره تأمین نه تنها شامل تولید کننده و تأمین کننده است؛ بلکه حمل‌کنندگان، انبارها، خرده فروش ها و مشتری های آن ها را نیز در برمی گیرد. زنجیره تأمین با پیوستن حلقه‌هایی به یکدیگر، مرکب از فعالیت‌های بنگاه‌ها در مراحل تولید، طراحی و تحویل کالا تشکیل می‌شود و ممکن است به صورتی ساده شامل عملیات و روابط سه بنگاه تجاری مرتبط با یکدیگر تصور گردد، یا به شکل‌های پیچیده‌ای مرکب از حلقه‌های متعدد و اقدامات و فعالیت‌های گوناگون وجود داشته باشد (Pakurár et al., 2019). در شکل (۱)، یک زنجیره تأمین ساده از تأمین کننده تا مشتری و جریان کالا، اطلاعات و سرمایه نمایش داده شده است (Saleheen et al., 2022).



شکل ۱- فلوچارت زنجیره تأمین (Saleheen et al., 2022)

عملکرد زنجیره تأمین عبارت است از توانایی زنجیره تأمین در فراهم آوردن محصولات با کیفیت و دقیق و به حداقل رساندن هزینه محصولات و خدمات نهایی برای مشتریان شرکت (شهریاری و زارعی، ۱۳۹۶). در مقوله اندازه گیری عملکرد زنجیره تأمین هر یک از پژوهشگران به یک یا چند ویژگی مهم از جمله اثربخشی، هزینه خدمت به مشتریان، کنترل سطح موجودی، سطح خدمات، کارایی عملیات، انعطاف‌پذیری و غیره پرداخته‌اند. ولی سه مشخصه انعطاف‌پذیری زنجیره تأمین و یکپارچگی زنجیره تأمین و پاسخگویی به مشتری در اکثر پژوهش‌ها مشترک است (باورصاد و همکاران، ۱۳۹۷).

مدیریت اختلال زنجیره تأمین: زنجیره‌های تأمین امروزه در معرض ریسک‌های مختلف قرار دارند. ریسک‌های زنجیره تأمین بر اساس منشأ عدم قطعیت می‌توانند به دو دسته ریسک‌های عملیاتی و ریسک‌های اختلال تقسیم‌بندی گردند (Bier et al., 2020). ریسک‌های عملیاتی ریشه در عدم قطعیت ذاتی زنجیره تأمین دارند، مانند عدم قطعیت در عرضه، تقاضا، زمان تحویل، زمان‌های حمل‌ونقل و هزینه‌ها. احتمال رخ دادن این ریسک‌ها بالا و تأثیرات منفی آن معمولاً کم و کوتاه‌مدت است (گیلانی و صاحبی، ۱۴۰۰). ریسک اختلال زنجیره تأمین رویدادی است که ممکن است در بخشی از زنجیره تأمین به علت حوادث و بلایای طبیعی (مانند سیل و زلزله) و یا اقدامات عمدی یا غیرعمدی انسان‌ها (مانند اعتصاب کارکنان، جنگ و حمله‌های تروریستی) و یا عوامل فنی (مانند خرابی تجهیزات و بروز اشکال در سیستم‌های اطلاعاتی) رخ دهد، که بر روی زنجیره تأمین تأثیر اساسی گذاشته و تأثیرات نامطلوبی را بر اهداف، عملکرد زنجیره تأمین و جریان طبیعی فرایندهای آن می‌گذارد (Sawik, 2020). لی و همکاران (Li et al., 2016) اختلال زنجیره تأمین را به عنوان حوادث برنامه‌ریزی نشده و پیش‌بینی نشده که جریان طبیعی محصولات و مواد را در زنجیره تأمین مختل می‌کند، تعریف نمودند. وو و همکاران (Wu et al., 2009) از اختلال به عنوان رویداد غیر منتظره در زنجیره تأمین یاد نمودند. ناتاجاراسیرام و همکاران (Natarajarathinam et al., 2009) اختلال در زنجیره تأمین را به این شرح بیان نمودند که بحران در زنجیره تأمین، فعالیت‌های اعضای آن را تحت تأثیر قرار می‌دهد و در نتیجه اختلال عمده‌ای را در جریان طبیعی کالا یا خدمت ایجاد می‌کند. اسپچیب و بلک‌هارست (Scheibe & Blackhurst, 2018) اختلال را انحراف کمی یا کیفی ناگهانی از چیزی که نرمال یا مورد انتظار است، تعریف می‌کنند. کاروالهو و همکاران

(Carvalho et al., 2012) به ۱۶ رویداد اشاره نمودند که اختلال در زنجیره تامین را ایجاد می‌کنند؛ این رویدادها را در چهار طبقه اصلی دسته‌بندی کردند:

۱. رویدادهای طبیعی (هر نوع پدیده‌ای مانند آتشفشان، طوفان، باران‌های سیل‌آسا)؛
 ۲. رویدادهای عملیاتی (رویدادهایی که ناشی از عملیات شرکت‌ها هستند) مانند تأخیر تأمین‌کننده، نقص محصول و غیره؛
 ۳. حوادث و رویدادهای ساختگی عمدی (رویدادهایی که ناشی از حوادث و اعمال عمدی هستند) مانند انفجار در کارخانه، اعتصاب تأمین‌کننده، حملات تروریستی، آتش و غیره؛
 ۴. رویدادهای مالی رویدادهای ناشی از مشکلات مالی مانند بحران‌های مالی و یا ورشکستگی تأمین‌کننده.
- علاوه بر این، در ارزیابی اختلالات زنجیره تامین باید این موضوع در نظر گرفته شود که اختلالات مجموع ساده از اختلال در بخش‌های مختلف نمی‌باشد و همپوشانی اختلالات باید مورد توجه قرار گیرد. کلیه چارچوب‌های مطرح شده برای تحلیل و مدیریت اختلال در مسیر بررسی خود به هر اختلال، مستقل از دیگری پرداخته‌اند. حال آنکه رخداد اختلال ممکن است منجر به رخداد دیگری و یا افزایش احتمال رخداد دیگر می‌شود که در چارچوب پیشنهادی این ویژگی خاص مد نظر قرار گرفته است (صلاحی، ۱۳۹۹).

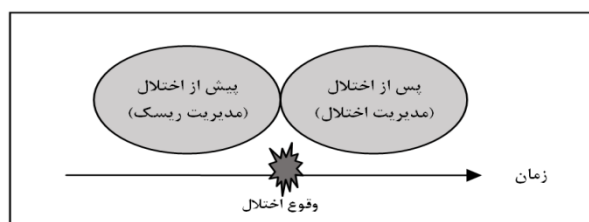
اختلال زنجیره تامین برای عوامل دارای ویژگی‌های زیر به کار می‌رود:

الف) هر اختلال زنجیره تامین یک عامل شناخته شده است که پیامدهای نامطلوب مشخصی بر زنجیره تامین می‌گذارد.

ب) اختلالات به صورت تصادفی رخ داده و احتمال رخداد آنها مستقل از رفتار اعضای زنجیره تامین است.

ج) مهار اختلالات در اختیار هیچ یک از اعضای منفرد زنجیره تامین نیست (کوره و شهرخی، ۱۴۰۰).

مدیریت اختلال در زنجیره تامین وظیفه شناسایی، تحلیل، ارائه راهکارهای مناسب جهت پاسخگویی، کنترل و پایش اختلال‌ها در چرخه‌های اقتصادی و تولیدی را بر عهده دارد (Truong & Hara, 2018). مدیریت اختلال در هر زنجیره تامین ممکن است از طریق خاصی صورت گیرد و شامل فعالیت‌های مختلفی باشد. از نظر بعد زمانی کلیه این فعالیت‌ها را می‌توان در دو دسته کلی تقسیم بندی نمود: "پیش از اختلال" و "پس از اختلال" که با عنوان "پیش‌گیری" و "پاسخ" نیز شناخته می‌شوند (الف و همکاران، ۱۳۹۷). چرخه مدیریت اختلال تنها زمانی اجرا می‌شود که شیوه‌های مدیریت ریسک سنتی نتوانند از وقوع اختلال جلوگیری کنند (Behdani et al., 2019). در شکل (۲) مدیریت اختلال زنجیره تامین از منظر زمان نشان داده شده است.



شکل ۲- مدیریت اختلال زنجیره تامین از منظر زمان (Behdani et al., 2019)

به منظور مقابله با ریسک‌های اختلال زنجیره تامین از استراتژی‌هایی استفاده می‌شود. برخی از مهم‌ترین استراتژی‌ها عبارت‌اند از: منبع‌یابی چندگانه، تقویت تسهیلات، توسعه ظرفیت تسهیلات، تغییر مسیرهای حمل‌ونقل (مسیریابی مجدد)، برونسپاری، نگهداری موجودی اورژانسی و غیره (والی سیر و روغنیان، ۱۳۹۹). اما، بسیاری از شرکت‌ها به سرمایه‌گذاری در استراتژی‌های مدیریت اختلال توجهی نمی‌کنند که به دو دلیل است: اولاً، از منظر هزینه-فایده، به دلیل احتمال کم رخ دادن اختلال، مدیران تمایلی به به چنین سرمایه‌گذاری ندارند. دوم، مدیران اهمیت نسبی عوامل مختلف اختلال و تأثیر آنها بر عملکرد زنجیره تامین را نمی‌دانند و با کمال تعجب، تحقیقات محدودی در مورد تأثیر اختلالات مختلف وجود دارد (Alvarenga et al., 2022).

کلیندورفر و ساد (Kleindorfer & Saad, 2005) چارچوب مدیریت اختلالات زنجیره تامین را پیشنهاد کردند که در آن سه وظیفه اصلی باید به‌طور متوالی به عنوان پایه مدیریت اختلال زنجیره تامین تکمیل شوند. این سه وظیفه عبارتند از: تعیین منابع خطر و آسیب‌پذیری‌ها، ارزیابی و کاهش. اگرچه نویسندگان دنباله‌ای از سه وظیفه فوق‌الذکر را پیشنهاد می‌کنند، اما در چارچوب مفهومی خود بیان کردند که این کار منعکس‌کننده ادغام مؤثر فعالیت‌های مشترک ارزیابی و کاهش است. بر این اساس، ما ادغام وظایف ارزیابی و کاهش را در یک اقدام مشترک پیشنهاد می‌کنیم که آن را مدیریت اختلال می‌نامیم [۴۰]. مدیریت اختلال زنجیره تامین را می‌توان به عنوان یک فرآیند سیستماتیک و مداوم برای مدیریت و تجزیه و تحلیل تأثیر اختلالات زنجیره تامین در کل چرخه عمر اختلال تعریف کرد (Behdani et al., 2012). چرخه مدیریت اختلال شامل چهار عمل است، یعنی تشخیص اختلال، واکنش اختلال، بازبازی اختلال و یادگیری اختلال (Ahmad et al., 2016).

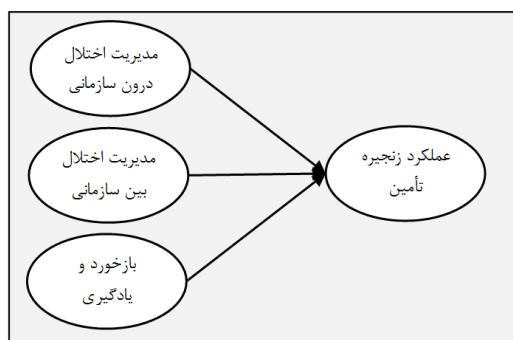
اولین گام در چرخه مدیریت اختلال این است که اطمینان حاصل شود که اختلال می تواند در سریع ترین زمان ممکن شناسایی شود (DuHadway et al., 2019). در این مرحله، ویژگی ها و پیامدهای مورد انتظار اختلال زنجیره تأمین ترسیم شده است. پس از وقوع اختلال زنجیره تأمین، واکنش به موقع و کارآمد از اهمیت حیاتی برخوردار است. هدف از مرحله واکنش اختلال، بازگرداندن عملیات شرکت آسیب دیده به حالت عادی عملکرد است (Ivanov et al., 2019). این مرحله را می توان از طریق اجرای یک برنامه از پیش تعیین شده انجام داد، که می تواند منجر به صرفه جویی در زمان در طول دوره واکنش شود و به طور بالقوه می تواند تأثیر اختلال زنجیره تأمین را بر عملکرد شرکت محدود کند (Behdani et al., 2019). اگر این مرحله نتواند عملیات را به حالت عادی بازگرداند، مراحل زیر باید اجرا شود. در مرحله بازیابی اختلال، اختلال زنجیره تأمین به طور مداوم نظارت می شود در حالی که اطلاعات مربوط به اختلال زنجیره تأمین جمع آوری می شود (Xu et al., 2020). همکاری در این مرحله بسیار مهم است، زیرا برای اجرای اقدامات پیشگیرانه بسیار دیر شده است و مشخص است که طرفین می توانند در هنگام کار با یکدیگر با موفقیت بیشتری بهبود یابند (Katsaliaki et al., 2020). عنصر بازیابی بر پاسخ خود به خود به اختلال متمرکز است، زیرا برنامه های از پیش تعیین شده کافی نبودند. بخشی از فرآیند چرخه مدیریت اختلال بازگرداندن اعتبار آسیب دیده بین شرکای شبکه زنجیره تأمین است، زیرا شهرت آسیب دیده پیامد مستقیم اختلال است (Paul et al., 2017). مرحله نهایی در چرخه مدیریت اختلال به ارزیابی اقدامات اجرا شده در طول عمر اختلال اشاره دارد. در این مرحله، درس های آموخته شده به منظور آماده سازی برای اختلالات آینده مستند می شود (Behdani et al., 2012).

اوزگور و همکاران (Ozgur et al. 2020) اثرات اختلالات زنجیره تأمین را تجزیه و تحلیل کردند و به طور تجربی نشان دادند که این رویدادها تأثیر منفی قابل توجهی بر ارزش سهامداران و عملکرد عملیاتی دارند (یعنی فروش، درآمد عملیاتی، بازده دارایی). مطالعه آن ها همچنین نشان می دهد که شرکت هایی که با اختلال زنجیره تأمین مواجه می شوند، در یک دوره سه ساله ۳۳ تا ۴۰ درصد کاهش قیمت سهام را در مقایسه با همتایان خود در صنعت تجربه می کنند.

پرست و همکاران (Parast et al., 2021) رابطه محرک های ریسک اختلال زنجیره تأمین را با عملکرد زنجیره تأمین در ۳۱۵ شرکت چینی بررسی کردند. یافته های تجربی نشان داد که اختلال عرضه و اختلال در فرآیند تأثیر قابل توجهی بر عملکرد زنجیره تأمین دارند. علاوه بر این، اختلالات عرضه، اختلالات تقاضا و اختلالات فرآیند به طور قابل توجهی با عملکرد شرکت مرتبط هستند. یک یافته مهم این مطالعه این است که میزان تأثیر ریسک های اختلال بر عملکرد زنجیره تأمین در سمت بالادست زنجیره تأمین بیشتر از سمت پایین دست زنجیره تأمین است.

هاشمی و همکاران (۱۳۹۹) به منظور به حداقل رساندن سود، به حداقل رساندن تقاضای برآورده نشده، کاهش زمان تحویل، کاهش خطرات اختلال در تأسیسات و حمل و نقل، استراتژی هایی مانند موجودی اضافی و تأمین کنندگان پشتیبان برای افزایش انعطاف پذیری شبکه زنجیره تأمین پیشنهاد نموده اند. فتحی و همکاران (۱۳۹۹) در بررسی تأثیر زنجیره تأمین دوستوان بر کاهش اختلالات و بهبود عملکرد صنعت قطعه سازی نشان دادند دوستوانی زنجیره تأمین بر عملکرد سازمان تأثیر مثبت دارند. از طرفی دوستوانی زنجیره تأمین بر اندازه اختلال منفی در زنجیره تأمین و همچنین اندازه اختلال منفی در زنجیره تأمین بر عملکرد سازمان تأثیر عکس دارد که در نهایت این دوستوانی موجب تاب آوری زنجیره تأمین می شود. صلاحی (۱۳۹۹) به بررسی تأثیر چهار اختلال بر روی هزینه های زنجیره تأمین پرداخته شده و اختلال ها براساس هزینه هایی که به زنجیره اعمال می کنند رتبه بندی شده اند. نتایج نشان می دهد که به ترتیب مهمترین اختلالات زنجیره تأمین شامل اختلال مربوط به بلایای طبیعی، تأمین، حمل و نقل و تقاضا می باشد.

با توجه به آنچه گفته شد، ماهیت زنجیره تأمین به شکلی است که ایجاد جریان روان و بدون وقفه از مواد اولیه تا مصرف کننده نهایی بین تمام اجزاء زنجیره ضروری است. وقوع رویدادهایی که منجر به ایجاد وقفه در جریان مواد، اطلاعات و سرمایه می شوند، حتی اگر این رویدادها در مکانی دور اتفاق بیافتند، می توانند اختلالاتی در مقیاس وسیع را ایجاد نمایند (Paul et al., 2017). به طور کلی اختلال می تواند از نواحی داخلی و خارجی زنجیره تأمین شروع شود و سپس دامنه وسیعی از زنجیره را دربرگیرد؛ بنابراین طراحی یک شبکه زنجیره تأمین با در نظر گرفتن اختلالات موجود، می تواند هزینه های زنجیره را کاهش دهد و کارایی آن را بالا ببرد (Gurtu A, & Johny, 2021). در خصوص ضرورت در نظر گرفتن اختلالات در طراحی یک شبکه نیز ذکر این نکته ضروری است که ریسک های اختلال می توانند صدمات جبران ناپذیری به زنجیره وارد کنند و عدم پرداختن به این موضوع می تواند حتی به انحلال کسب و کار مربوطه منتهی شود (ترابی و همکاران، ۱۴۰۰). هنگامی که شبکه های زنجیره تأمین با اختلال مواجه می شوند، رویکردهای جدیدی چون مدیریت اختلال جهت مقابله با اختلالات مورد نیاز است (Wang et al., 2018). اختلالات در سیستم تأمین، می توانند موجبات شکست و وقفه در زنجیره تأمین، کاهش رقابت پذیری و رضایت مشتری و در نهایت، کاهش سودآوری را باعث گردند (جعفرنژاد چقوشی و همکاران، ۱۳۹۵). بنابراین، اگر فعالیت های زنجیره تأمین نتوانند به خوبی اختلالات پیش بینی نشده را مدیریت کنند، با پیامدهای منفی بالقوه ای مواجه می شوند و این امر، ریسک تداوم کسب و کارها را بالا برده و زیان های مالی سنگینی را به بار می آورد (فیضی و همکاران، ۱۳۹۹). کاهش اثرات منفی اختلالات، از طریق مدیریت اختلال درون سازمانی، مدیریت اختلالات بین سازمانی و بازخورد و یادگیری امکان پذیر است. مدیریت اختلالات در زنجیره تأمین، ضمن فراهم نمودن پاسخی کارا و اثربخش، توانایی بازگشت به وضعیت اولیه را دارا است (Blom & Niemann, 2022). بر این اساس، می توان مدل مفهومی تحقیق را به مانند شکل (۳) نمایش داد.



شکل ۳- مدل مفهومی پژوهش

با توجه مدل مفهومی پژوهش، فرضیه‌های زیر تدوین شد.

- H1: مدیریت اختلال درون سازمانی بر عملکرد زنجیره تأمین تأثیر معنی داری دارد.
- H2: مدیریت اختلال درون سازمانی بر عملکرد زنجیره تأمین تأثیر معنی داری دارد.
- H3: مدیریت اختلال درون سازمانی بر عملکرد زنجیره تأمین تأثیر معنی داری دارد.

۳- روش پژوهش

این پژوهش در طبقه‌بندی تحقیقات بر مبنای هدف، از نوع تحقیقات کاربردی بوده و از لحاظ روش تحقیق، از نوع توصیفی - همبستگی است که به صورت انجام گرفته است. جامعه آماری این پژوهش را مدیران و کارشناسان مجتمع گاز پارس جنوبی تشکیل می‌دهند که تعداد آنها ۳۲۹۰ نفر می‌باشد. برای تعیین حجم نمونه از جدول برآورد حجم نمونه کرجسی و مورگان (Krejcie & Morgan, 1970) استفاده گردید و حجم نمونه ۳۴۶ نفر تخمین زده شد و برای انتخاب نمونه آماری تحقیق، از روش نمونه‌گیری تصادفی ساده استفاده شد. به منظور جمع‌آوری داده‌های مربوط به عملکرد زنجیره تأمین از پرسشنامه آسوماه و همکاران (Asamoah et al., 2021) استفاده شد. این پرسشنامه دارای ۳ مولفه قابلیت اطمینان، کارایی و انعطاف‌پذیری می‌باشد. به منظور جمع‌آوری داده‌های مربوط به مدیریت اختلال زنجیره تأمین از پرسشنامه رویلا و سائز (Revilla and Saenz, 2013) استفاده شد. این پرسشنامه دارای ۳ مولفه مدیریت اختلال داخلی، مدیریت اختلال بین سازمانی و بازخورد می‌باشد. هر یک از متغیرهای تحقیق، دارای تعدادی گویه در قالب یک طیف لیکرت پنج قسمتی (بسیار کم=۱، کم=۲، متوسط=۳، زیاد=۴ و بسیار زیاد=۵) می‌باشد.

در این پژوهش به منظور تحلیل داده‌ها و آزمون فرضیه‌های تحقیق، از مدلسازی معادلات ساختاری با رویکرد حداقل مربعات جزئی و نرم‌افزار PLS Smart استفاده شده است. علت استفاده از روش واریانس‌محور PLS، عدم حساسیت به نرمال نبودن توزیع داده‌ها و وجود متغیرهای سطح دوم (مولفه‌های مدیریت اختلال زنجیره تأمین) در مدل است. روش PLS برای تأیید مدل و مقاصد پیش‌بینی بسیار مناسب است. مبتنی بر الگوریتم تحلیل داده‌ها در روش PLS، به ترتیب مدل‌های اندازه‌گیری، مدل ساختاری و مدل کلی مورد برآزش قرار گرفته است. برای بررسی برآزش مدل‌های اندازه‌گیری، معیار پایایی و روایی همگرا و روایی واگرا بررسی شده است. برای برآزش مدل ساختاری، از ضرایب معناداری آماره t ، معیار ضریب تعیین (R^2) و معیار استون-گیزر (Q^2) استفاده شده و برای برآزش الگوی کلی از معیار نیکویی برآزش^۱ بهره گرفته شده است.

۴- یافته‌های پژوهش

برای آزمون مدل مفهومی پژوهش، ابتدا، از صحت روابط موجود در مدل‌های اندازه‌گیری با استفاده از معیارهای پایایی و روایی اطمینان حاصل کرده و سپس به بررسی و تفسیر روابط موجود در بخش ساختاری پرداخته و در مرحله پایانی نیز برآزش کلی مدل پژوهش بررسی شده است. برای بررسی پایایی مدل‌های اندازه‌گیری، معیارهای ضرایب بارهای عاملی، آلفای کرونباخ و پایایی ترکیبی محاسبه شد. از آنجا که در مدل اندازه‌گیری، گویه‌های دارای بار عاملی بیشتر از ۰/۳ و مقادیر t بیشتر از ۱/۹۶ بودند، لذا می‌توان گفت کلیه گویه‌ها با سطح همبستگی بالا، به خوبی متغیرهای پنهان را اندازه‌گیری می‌کنند و این رابطه همبستگی معنادار نیز هست. نتایج در جدول (۱) نشان داده شده است.

معیارهای آلفای کرونباخ، پایایی ترکیبی (CR) و میانگین واریانس استخراج شده (AVE) سطح قابل توجهی از پایایی و روایی همگرا از تمام سازه‌های مدل اندازه‌گیری نشان داد. ضرایب آلفای کرونباخ کلیه سازه‌ها بیش از ۰/۷۰، میزان پایایی ترکیبی سازه‌ها بیش از ۰/۷۰ و معیار میانگین واریانس استخراج شده بیش از ۰/۵۰ بود. نتایج پایایی و روایی همگرای سازه‌های تحقیق در جدول (۲) آورده شده است.

1 Goodness of fit(GOF)

جدول ۱- بارعاملی گویه‌ها در مدل اندازه‌گیری

شناسه	مؤلفه	بارعاملی	آماره t
DM	مدیریت اختلال (Disruption Management)		
Intro	مدیریت اختلال داخلی (Internal-operational)		
DM1	مدیر و گروه مدیریت اختلال در شرکت	0.774	25.899
DM2	طرح تداوم کسب و کار در شرکت	0.856	57.175
DM3	استراتژی امنیتی رسمی در شرکت	0.843	50.068
DM4	مرکز عملیات اضطراری در شرکت	0.728	23.441
Intrao	مدیریت اختلال بین سازمانی (Intera Organization)		
DM5	اقدام فعالانه در زمینه مدیریت اختلال زنجیره تامین در شرکت	0.820	49.720
DM6	همکاری با مشتریان در زمینه مدیریت اختلال زنجیره تامین در شرکت	0.746	25.633
DM7	همکاری با تامین کنندگان در زمینه مدیریت اختلال زنجیره تامین در شرکت	0.831	53.493
FB	بازخورد (Feedback)		
DM8	شبیه سازی خطرات و اختلالات مختلف زنجیره تامین در شرکت	0.714	27.072
DM9	تجزیه و تحلیل اختلالات برای شناسایی فرآیندهای بهبود در شرکت	0.621	18.873
DM10	استفاده از تجربه اختلالات گذشته زنجیره تامین برای توسعه سیستم‌ها، روش‌ها و تشکیلات	0.763	34.580
SCP	عملکرد زنجیره تأمین (Supply chain performance)		
	قابلیت اطمینان (Reliability)		
SCP1	ارائه محصولات بسیار قابل اعتماد با همکاری شرکای زنجیره تامین	0.758	29.356
SCP2	ارائه محصولات با کیفیت بالا با همکاری شرکای زنجیره تامین	0.788	34.240
SCP3	بهبود مستمر کیفیت محصول با همکاری شرکای زنجیره تامین	0.791	38.050
SCP4	افزایش سرعت انجام سفارشات مشتری با همکاری شرکای زنجیره تامین	0.771	37.123
SCP5	افزایش موجودی با همکاری شرکای زنجیره تامین	0.705	22.920
	کارایی (Efficiency)		
SCP6	کاهش هزینه های ورودی و خروجی حمل و نقل با همکاری شرکای زنجیره تامین	0.710	24.091
SCP7	کاهش هزینه های انبارداری و نگهداری موجودی با همکاری شرکای زنجیره تامین	0.599	16.670
SCP8	تأمین الزامات تحویل به موقع برای همه محصولات با همکاری شرکای زنجیره تامین	0.644	15.987
SCP9	دستیابی به هزینه های مورد توافق با همکاری شرکای زنجیره تامین	0.748	30.232
	انعطاف پذیری (Flexibility)		
SCP10	ارائه محصولات و خدمات متنوع به طور کارآمد با همکاری شرکای زنجیره تامین	0.758	28.037
SCP11	ارائه محصولات و خدمات سفارشی شده با ویژگی های مختلف با همکاری شرکای زنجیره تامین	0.787	36.511
SCP12	تأمین نیازهای با حجم مختلف مشتری به طور کارآمد با همکاری شرکای زنجیره تامین	0.733	28.133
SCP13	سرعت پاسخ به درخواست مشتری در مقایسه با رقیب در صنعت با همکاری شرکای زنجیره تامین	0.699	20.477
SCP14	پاسخ به تغییرات تقاضا و تطبیق محصول با آن با همکاری شرکای زنجیره تامین	0.713	24.130

جدول ۲- پایایی و روایی همگرایی مدل اندازه گیری

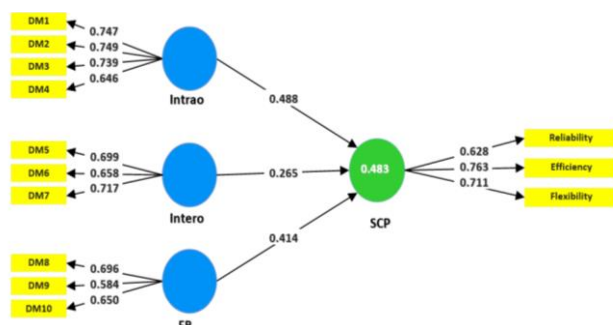
متغیر	آلفای کرونباخ	پایایی ترکیبی	میانگین واریانس استخراج شده
مدیریت اختلال داخلی	0.793	0.902	0.822
مدیریت اختلال بین سازمانی	0.851	0.931	0.870
بازخورد و یادگیری	0.937	0.955	0.840
قابلیت اطمینان	0.827	0.921	0.853
کارایی	0.742	0.808	0.585
انعطاف پذیری	0.744	0.812	0.596

جهت بررسی روایی و اگرایی مدل اندازه‌گیری، از معیار فورنل و لارکر^۱ (۱۹۸۱) استفاده گردیده است. مطابق جدول (۳)، از آنجا که مقدار جذر میانگین واریانس استخراج شده مربوط به هر سازه در پژوهش حاضر، از مقدار همبستگی میان آن سازه و سازه‌های دیگر، بیشتر است؛ از این رو، می‌توان گفت هر سازه در مدل نسبت به سازه‌های دیگر، تعامل بیشتری با شاخص‌های خود دارد. به عبارت دیگر، روایی و اگرایی مدل مورد تأیید است.

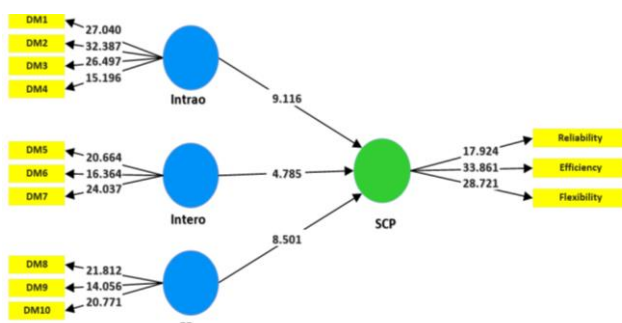
1 Fornell and Larker

جدول ۳- ماتریس سنجش روانی واگرایی سازه های تحقیق

ردیف	متغیر	۱	۲	۳	۴	۵	۶
۱	مدیریت اختلال داخلی	0.906					
۲	مدیریت اختلال بین سازمانی	0.327	0.932				
۳	بازخورد و یادگیری	0.325	0.506	0.916			
۴	قابلیت اطمینان	0.336	0.468	0.504	0.923		
۵	کارایی	0.409	0.344	0.590	0.658	0.764	
۶	انعطاف پذیری	0.297	0.501	0.612	0.633	0.680	0.772



شکل ۴- مدل ساختاری بر اساس بارهای عاملی



شکل ۵- مدل ساختاری تحقیق بر اساس مقادیر t

پس از بررسی مدل های اندازه گیری و اطمینان از صحت روابط موجود در مدل های اندازه گیری، برازش مدل ساختاری پژوهش مورد بررسی قرار گرفت. مدل ساختاری در حقیقت نشان می دهد، چگونه متغیرهای پنهان در پیوند با یکدیگر قرار گرفته اند. با توجه به این که R^2 برای سازه عملکرد زنجیره تأمین برابر با ۰/۴۸۳ است، مناسب بودن برازش مدل ساختاری تأیید می شود. مقدار Q^2 برای متغیر تاب آوری زنجیره تأمین ۰/۳۶۷ به دست آمد که نشان از قدرت پیش بینی قوی مدل در خصوص سازه درونزای مدل داشته و برازش مناسب مدل ساختاری پژوهش را بار دیگر تأیید می کند. برای بررسی برازش کلی مدل تنها یک معیار به نام نیکویی برازش (GOF) استفاده می شود که از حاصلضرب میانگین مقادیر اشتراکی هر سازه در ضریب تعیین به دست می آید. سه مقدار ۰/۰۱، ۰/۲۵ و ۰/۳۶ به عنوان مقادیر ضعیف، متوسط و قوی برای GOF معرفی شده است.

در این پژوهش، مقدار شاخص نیکویی برازش (GOF) برابر با ۰/۴۱۶ بوده که نشان از برازش کلی قوی مدل دارد. پس از بررسی برازش مدل های اندازه گیری، ساختاری و مدل کلی، با بررسی ضرایب معناداری t (مقادیر Z) و ضرایب استاندارد شده بار عاملی هریک از مسیرها، فرضیه های تحقیق آزموده می شوند. شکل (۴) و (۵)، مدل ساختاری تحقیق را بر اساس بار عاملی و مقادیر t نشان می دهد.

پس از بررسی برازش مدل ساختاری و برازش کلی مدل، به بررسی و آزمون فرضیه های پژوهش پرداخته شده است. نتایج نشان داد که مدیریت اختلال درون سازمانی با ضریب مسیر ۰/۴۸۸، مدیریت اختلال بین سازمانی با ضریب مسیر ۰/۲۶۵ و بازخورد و یادگیری با ضریب مسیر ۰/۴۱۴، بر عملکرد زنجیره تأمین مثبت و معناداری دارد و در مجموع ۴۸/۳ درصد از تغییرات مربوط به عملکرد زنجیره تأمین را به طور مستقیم تبیین می کنند. نتایج تحلیل مسیر مدل ساختاری در جدول (۴) آورده شده است.

جدول ۴- تحلیل مسیر مدل ساختاری تحقیق

متغیر مستقل	متغیر وابسته	ضریب مسیر	T- value	نتیجه
مدیریت اختلال درون سازمانی	عملکرد زنجیره تأمین	0.488	9.116	تأیید
مدیریت اختلال بین سازمانی	عملکرد زنجیره تأمین	0.265	4.785	تأیید
بازخورد و یادگیری	عملکرد زنجیره تأمین	0.414	8.501	تأیید
		$R^2=0.483$	$Q^2=0.367$	$GOF=0.416$

۵- بحث و نتیجه‌گیری

پارامترهای سیاسی، اجتماعی، اقتصادی و فرهنگی موثر بر فضای کسب و کار در دنیای امروز باتلاطم و تحولات زیادی مواجه هستند و این تلاطم‌ها، احتمال بروز رویدادهای موثر بر عملکرد زنجیره تامین را افزایش می‌دهند. لذا؛ اگر مدیران زنجیره تامین نتوانند به خوبی اختلالات پیش بینی نشده را مدیریت کنند، با پیامدهای منفی خطرناکی مواجه می‌شوند و این امر، ریسک تداوم کسب و کار را افزوده و زیان‌های مالی به بار می‌آورد. در حال حاضر یکی از راه‌هایی که بتوان در این بازار رقابتی دوام آورد، این است که با اختلال و ابزارهای مدیریت آن در زنجیره تامین آشنا بود. در فضای کسب و کار پر چالش و تلاطم کنونی، مواجهه با اختلال‌های محیطی و داخلی اجتناب‌ناپذیر است. مدیریت اختلال یک روش منطقی و سیستماتیک برای تحلیل، ارزیابی و طرز برخورد با اختلال مربوط به هر نوع فعالیت است که سازمان‌ها را قادر می‌سازد تا ضمن بهره‌گیری از مزایای فرصت‌ها؛ اختلال‌ها را به حداقل برسانند. نتایج این پژوهش نشان داد که مدیریت اختلال درون سازمانی، مدیریت اختلال بین سازمانی و بازخورد و یادگیری بر عملکرد زنجیره تامین تأثیر مثبت و معناداری داشته و ۴۸/۳ درصد از تغییرات مربوط به عملکرد زنجیره تامین را تبیین می‌کند. نتایج تحقیقات پرست و همکاران (۲۰۲۱)، هاشمی و همکاران (۱۳۹۹) و فتحی و همکاران (۱۳۹۹) نیز اثر مدیریت اختلال بر عملکرد زنجیره تامین را تأیید می‌کند.

در تبیین یافته‌های تحقیق باید گفت که هدف از یک مدیریت اختلال درون سازمانی این است که اطمینان حاصل شود که یک شرکت حتی در زمان اختلال، به طور مؤثر و کارا، مطابق با بیانیه مأموریت خود هدایت می‌شود. مدیریت اختلال درون سازمانی باید بتواند خطرات را شناسایی کند و اثر آن را تعدیل کند. از روی دیگر، همکاری و مشارکت میان اعضاء زنجیره، به مدیریت اثربخش اختلالات کمک می‌کند. همکاری به عنوان چسبی است که سازمان‌های درون یک زنجیره تامین را در شرایط کاهش عدم بحران در کنار یکدیگر نگه می‌دارد و اطمینان و آمادگی برای رویداد نقش ایجاد می‌کند. بازخورد نیز در واقع اطلاعاتی است که ازسوی یک عامل (نظیر مدیر، تامین کننده، مشتری) درباره جنبه‌های عملکرد ایجاد می‌شود و اختلاف میان آنچه هست و آنچه می‌بایست باشد را کاهش می‌دهد. همچنین بازخورد عاملی است که به فرایندهای رشد محور و محرک‌های مثبت منجر می‌شود و موجب یادگیری و تغییر رفتار و بهبود عملکرد می‌شود. بازخورد به عنوان کلید بهبود مستمر است، هرگاه بازخورد به درستی عمل شود، بیشترین همسویی بین عملکرد و اهداف به وجود می‌آید و مسلماً شاهد بهبود مستمر عملکرد زنجیره تامین خواهیم بود. در انتها پیشنهاداتی جهت بهبود مدیریت اختلال در زنجیره تامین ارائه می‌شود:

ادغام عمودی: ادغام عمودی یعنی یک شرکت، شرکت‌های پایین‌دست و بالادست خود را خریداری کند و کنترل فعالیت‌های آنان را در دست بگیرد.

کنترل موجودی: کنترل موجودی به فرایند کنترل سطح موجودی مواد اولیه در سازمان گفته می‌شود. در واقع هدف کنترل موجودی این است که سطح موجودی مواد خام را به گونه‌ای مدیریت کند که نه سازمان متحمل هزینه‌های اضافه شود و نه خط تولید با کمبود مواجه شود. میزان سفارش و زمان سفارش دو پارامتر اصلی در کنترل موجودی است. در صورتی که فرایند کنترل موجودی به درستی انجام شود، هزینه‌های انبارداری سازمان کاهش می‌یابد و سازمان با کمبود مواد خام نیز مواجه نمی‌شود. این امر مشکلات زنجیره تامین را کاهش می‌دهد.

برنامه‌ریزی تولید: برنامه‌ریزی تولید به معنای برنامه‌ریزی برای منابع و مواد اولیه‌ای است که شرکت برای تولید محصولات به آن‌ها نیاز دارد. در واقع برنامه‌ریزی تولید و کنترل موجودی ارتباط نزدیکی با یکدیگر دارند.

بازنگری در سبک مدیریت: برای خنثی کردن عوامل مداخله‌گر در مدیریت اختلالات پیشنهاد می‌شود اولاً در سبک مدیریت، ساختار، روش‌ها و رویه‌های فرایندی در سیستم‌ها بازنگری شود؛ ثانیاً در تصمیمات سازمانی و تعیین اهداف، خط مشی‌ها و استراتژی‌ها عوامل درون سازمانی و برون سازمانی مورد توجه باشند.

امکان‌سنجی برنامه‌ریزی‌ها: برای تهیه و تدوین راهبرد مناسب سازمانی در کمک و تسهیل تحقق مدیریت اختلالات پیشنهاد می‌شود با مطالعه امکان‌سنجی، در هدفگذاری‌ها، برنامه‌ریزی‌ها و روش‌های عملکردی بازبینی شود تا بتوانند در شرایط اختلالات محیطی، موثر واقع شوند.

مدل تبیین شده در این پژوهش یک مدل کاربردی است که توانمندی شرکت‌ها در رویارویی با تغییرات سریع محیطی و بهره‌برداری از فرصت‌های خلق شده را در شرایط پرتلاطم امروزی به منظور حفظ حیات و سودآوری مورد توجه قرار داده است و از نوآوری‌های پژوهش می‌توان به این موارد اشاره نمود: بررسی مدیریت اختلال در صنایع نفت و گاز و استفاده از رویکرد معادلات ساختاری به جای برنامه‌ریزی خطی در مدلسازی مدیریت اختلال و ارائه یک مدل مطلوب به جای مدل بهینه.

این پژوهش به بافت، شرایط و ویژگی‌های خاص شرکت مجتمع گاز پارس جنوبی مانند فرهنگ و یا عمر و اندازه آن بی‌توجه بوده است، بنابراین، به منظور قابل تعمیم شدن نتایج، توصیه می‌شود مدل پژوهش باتوجه به شرایط مذکور نیز بررسی شود. علاوه بر این، تحقیق حاضر به صورت پیمایش مقطعی در شرکت مجتمع گاز پارس جنوبی انجام شده است که این امر قدرت استنباط روابط علی از نتایج را محدود می‌سازد. پیشنهاد می‌شود پژوهش‌های آتی با گردآوری در بازه طولانی‌تر روابط علی میان سازه تحقیق را بررسی نمایند تا به نتایج قابل‌استنادتری دست یابند.

منابع

۱. الفت، لعیا، امیری، مقصود، تیموری، ابراهیم، قاسم زاده گوری، فاطمه. (۱۳۹۷). مدیریت بلادنگ اختلالات چندگانه در زنجیره تامین چند سطحی با رویکرد برنامه ریزی بازایی، مطالعات مدیریت صنعتی، ۱۶(۵۰)، ۷۹-۱۰۴.
۲. امیرطاهری، افسانه. ملاحسینی، علی. فرقانی، محمدعلی. (۱۳۹۸). بررسی تأثیر راهبردهای زنجیره تامین بر یکپارچگی زنجیره تامین و عملکرد رقابتی (مطالعه موردی: صنعت لاستیک بارز کرمان)، نشریه علمی مدیریت زنجیره تامین، ۲۱(۶۲)، ۱۷-۴.
۳. باورصاد، بلقیس. زارع، حمید. فعلی، راضیه. (۱۳۹۷). تأثیر انعطاف‌پذیری زیرساخت فناوری اطلاعات و یادگیری سازمانی بر عملکرد با نقش میانجی عملکرد زنجیره تامین در شرکت‌های تولیدی استان خوزستان، مدیریت نوآوری در سازمان‌های دفاعی، ۱(۱)، ۶۹-۹۶.
۴. بختیاری توانا، اسما، ربیع، مسعود، اسماعیلی، مهدی. (۱۳۹۹). مدل برنامه ریزی تصادفی انتخاب تامین کننده پایدار-تاب آور و تخصیص سفارش تحت ریسک‌های اختلال (مورد مطالعه: زنجیره تامین ایران خودرو). مدیریت تولید و عملیات، ۱۱(۱)، ۱۱۱-۱۳۲.
۵. ترابی، سید علی. کرزه بر، محمدرضا. دودمان، منصور. (۱۴۰۰). یک مدل مکان‌یابی-مسیریابی برای طراحی شبکه زنجیره تامین شیر تحت ریسک‌های اختلال و عدم قطعیت داده‌ها، چشم‌انداز مدیریت صنعتی، ۱۱(۴)، ۹-۳۵.
۶. جعفرنژاد چقوشی، احمد. کاظمی، عالیه. و عرب، علیرضا. (۱۳۹۵). شناسایی و اولویت‌بندی شاخص‌های ارزیابی تاب‌آوری تامین‌کنندگان بر پایه روش بهترین بدترین، چشم‌انداز مدیریت صنعتی، ۶(۲۳)، ۱۵۹-۱۸۶.
۷. حسینی، محمدحسن. و حسنی، علی اکبر. (۱۳۹۷). مدل سازی و حل مساله مسیریابی وسایل نقلیه (VRP) در بخش توزیع زنجیره تامین با در نظر گرفتن محدودیت تردد، شریف، ۳۴(۱)، ۱۴۷-۱۵۵.
۸. حمیدی، ناصر. ناصری، سیدمحسن. اروجلو، علی. (۱۳۹۴). ۴۴ درس در مدیریت زنجیره تامین سبز، تهران: کاسپین دانش.
۹. شهریار، سلطانعلی. و زارعی، زینب. (۱۳۹۶). مروری بر مدل‌های ارزیابی عملکرد زنجیره تامین، دومین کنفرانس بین‌المللی مدیریت صنعتی، بابل‌سر.
۱۰. صالحی، فریا. (۱۳۹۹). ارائه الگویی با هدف کاهش هزینه ریسک زنجیره تامین با رویکرد ترکیبی حسابداری مدیریت، ۱۳(۴۵)، ۱۵۵-۱۶۷.
۱۱. صالحی، فریا. رادفر، رضا. طلوعی اشلقی، عباس. البرزی، محمود. (۱۳۹۸). طراحی مدل چند هدفه برای ارزیابی ریسک اختلال زنجیره تامین با استفاده از الگوریتم ترکیبی ژنتیک و شبیه‌سازی تبرید. تحقیق در عملیات در کاربردهای آن، ۱۶(۴)، ۸۹-۱۰۸.
۱۲. فتحی، محمدرضا. کریمی، تورج. لطفاله زادگان، مهدی. خانکی، سمیرا. (۱۳۹۹). بررسی تأثیر زنجیره تامین دوست‌توان به عنوان قابلیت پویا بر کاهش اختلالات و بهبود عملکرد صنعت قطعه‌سازی. اندیشه‌آمد، ۱۹(۷۳)، ۸۱-۱۰۲.
۱۳. فیضی، عمار. ساده، احسان. امینی سابق، زین‌العابدین. احتشام‌رانی، رضا. (۱۳۹۹). طراحی مدل ریاضی زنجیره تامین تاب‌آور و یکپارچه‌سازی رویکردهای مالی و عملیاتی، مهندسی مالی و مدیریت اوراق بهادار، ۱۱(۴۳)، ۳۹۴-۴۳۰.
۱۴. کوره، ابوالفضل. و شهرخی، محمود. (۱۴۰۰). توسعه یک مدل برای مدیریت اختلالات زنجیره تامین در پروژه‌های عمرانی. نشریه علمی مدیریت زنجیره تامین، ۲۳(۷۲)، ۹-۲۲.
۱۵. گیلانی، هانی. و صاحبی، هادی. (۱۴۰۰). زنجیره تامین لجن فاضلاب با رابطه متقابل آب و انرژی تحت شرایط اختلال: یک مدل استوار سناریو محور، نشریه علمی مدیریت زنجیره تامین، ۲۳(۷۲)، ۵۵-۷۰.
۱۶. والی سیر، محمدمهدی. و روغنیان، عماد. (۱۳۹۹). بازطراحی شبکه زنجیره‌تأمین ترکیبی تاب‌آور تحت ریسک‌های عملیاتی و اختلال: مطالعه موردی، نشریه پژوهش‌های مهندسی صنایع در سیستم‌های تولید، ۸(۱۶)، ۱۱۳-۱۳۵.
۱۷. هاشمی، سیدرضا. آراسته، عبدالله. پایدار، محمدمهدی. (۱۳۹۹). مدیریت ریسک اختلالات و توسعه پایدار زنجیره‌های تامین، سیزدهمین کنفرانس بین‌المللی انجمن ایرانی تحقیق در عملیات، شاهرود.
18. Ahmad, A. M., Hafeez, A., Rodriguez, S. & Aliyu, A. (2016). BIM: A disruptive process towards traditional practice, Proceedings of the 16th International Conference on Construction Applications of Virtual Reality, 11-13 December 2016, HK.
19. Alvarenga, M.Z., Valadares de Oliveira, M. P., Filho, H. Z., Desouza, K. C. & Ceryno, P. S. (2022). Is Your Supply Chain Ready For The Next Disruption? Building Resilient Chains, Journal of Business Management, 62(1), 1-17.
20. Asamoah, D., Agyei-Owusu, B., Andoh-Baidoo, F. K. & Ayaburi, E. (2021). Inter-organizational systems use and supply chain performance: Mediating role of supply chain management capabilities, International Journal of Information Management, 58, 102195.
21. Behdani, B., Adhitya, A., Lukszo, Z., & Srinivasan, R., (2012). Mitigating Supply Disruption for a Global Chemical Supply Chain- Application of Agent based Modeling. International Symposium on Process Systems Engineering. 163, 575-588.

22. Behdani, B., Lukszo, Z., & Srinivasan, R., (2019). Agent- oriented simulation framework for handling disruptions in chemical supply chains. *Computers& Chemical Engineering*, 122, 306-325.
23. Bier, T., A. Lange, & C. H. Glock. (2020). Methods for mitigating disruptions in complex supply chain structures: A systematic literature review. *International Journal of Production Research*, 58: 1835–56.
24. Blom, T. & Niemann, W. (2022). Managing reputational risk during supply chain disruption recovery: A triadic logistics outsourcing perspective', *Journal of Transport and Supply Chain Management*, 16(1), a623.
25. Burnson, P. (2019). Global supply chain risk events increased 36% in 2018 according to resilienc's annual EventWatch. Accessed March 8 2022. https://www.scmr.com/article/global_supply_chain_risk_events_increased_36_in_2018_according_to_resilinc
26. Carvalho, H., A. P. Barroso, V. H. Machado, Azevedo, S. & Cruz-Machado. V. (2012). Supply Chain Redesign for Resilience Using Simulation. *Computers & Industrial Engineering*, 62(1), 329–341.
27. Dolgui, A., Ivanov, D. & Rozhkov, M. (2019). Does the Ripple Effect Influence the Bullwhip Effect? An Integrated Analysis of Structural and Operational Dynamics in the Supply Chain. *International Journal of Production Research*, 58(5), 1285-1301.
28. DuHadway, S., Carnovale, S., & Hazen, B. (2019). Understanding risk management for intentional supply chain disruptions: Risk detection, risk mitigation, and risk recovery. *Annals of Operations Research*, 283(1), 179–198.
29. Erboz, G., Yumurtacı Hüseyinoğlu, I.Ö. and Szegedi, Z. (2021). The partial mediating role of supply chain integration between Industry 4.0 and supply chain performance, *Supply Chain Management*, 27(4), 538-559.
30. Gayduk, V. I., Kovalchuk, M. D., Ermakov, A. A. & Kamysheva, S. Y. (2020). Risks of interaction between government bodies and business structures in the Russian agricultural sector. *Revista Inclusiones*, 7, 188–205.
31. Gurtu A, & Johny J. (2021). Supply Chain Risk Management: Literature Review. *Risks*. 9(1),16.
32. Hosseini, S., Ivanov, D. & Dolgui. A. (2019). Review of Quantitative Methods for Supply Chain Resilience Analysis. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, 125, 285–307.
33. Ivanov, D., Dolgui, A. & Sokolov, B. (2019). The Impact of Digital Technology and Industry 4.0 on the Ripple Effect and Supply Chain Risk Analytics. *International Journal of Production Research*, 57 (3): 829–846.
34. Ivanov, D., & Rozhkov, M. (2020). Coordination of production and ordering policies under capacity disruption and product write-off risk: An analytical study with real-data based simulations of a fast moving consumer goods company. *Annals of Operations Research*, 291(1–2), 387–407.
35. Kamalahmadi, M., & Mellat Parast, M. (2017). An assessment of supply chain disruption mitigation strategies. *International Journal of Production Economics*, 184, 210-230.
36. Katsaliaki, K., Galetsi, P., & Kumar, S. (2020). Supply chain disruptions and resilience: a major review and future research agenda, *Design and Management of Humanitarian Supply chains*, *Annals of Operations Research*,
37. Kleindorfer, P. R., & Saad, G. H. (2005). Managing Disruption Risks in Supply Chains. *Production and Operations Management*, 14(1), 53–68.
38. Kim, Y., Chen, Y. S. & Linderman, K. (2015). Supply Network Disruption and Resilience: A Network Structural Perspective. *Journal of Operations Management*, 33, 43–59.
39. Lee, R. (2021). The Effect of Supply Chain Management Strategy on Operational and Financial Performance. *Sustainability*, 13, 5138.
40. Li, Y., Zhen, X., Qi, X., & Cai, G. G. (2016). Penalty and financial assistance in a supply chain with supply disruption. *Omega*, 61, 167-181.
41. Material Handling & Logistics. (2018). Supply chains disruptions at highest rate in 3 years. Accessed March 8 2022. <https://www.mhlnews.com/global-supply-chain/supply-chains-disruptions-highest-rate-3-years#close-olyticsmodal>.
42. Natarajarathinam, M., Capar, I., & Narayanan, A. (2009). Managing supply chains in times of crisis: a review of literature and insights. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, 39(7), 535-573.
43. Ozgur, C., Fedor, K. & Michel, E. (2020). The Effect of Supply Chain Disruptions on Busines, Valparaiso University (USA).

44. Pakurár, M., Haddad, H., Nagy, J., Popp, J., & Oláh, J. (2019). The Impact of Supply Chain Integration and Internal Control on Financial Performance in the Jordanian Banking Sector, *Sustainability*, 11(5), 1248.
45. Parast, M. M. & Subramanian, N. (2021). An examination of the effect of supply chain disruption risk drivers on organizational performance: evidence from Chinese supply chains. *Supply Chain Management*, 26 (4), 548-562.
46. Pradhan, S. K. & Routroy, S. (2018). Improving supply chain performance by Supplier Development program through enhanced visibility, *Materials Today: Proceedings*, 5(2), 3629-3638.
47. Paul, S. K., Sarker, R., & Essam, D. (2017). A quantitative model for disruption mitigation in a supply chain. *European Journal of Operational Research*, 257(3), 881-895.
48. Revilla, E., & Sáenz, M.J., (2013). Supply chain disruption management: Global convergence vs national specificity, *Journal of Business Research*, 67(6), 1123-1135.
49. Salahi, F. (2020). Providing a model to reduce the cost of supply chain risk with a hybrid approach. *Management Accounting*, 13(45), 155-167.
50. Saleheen, F., & Habib, & Md. M. (2022). Global Supply Chain Disruption Management Post Covid 19. *American Journal of Industrial and Business Management*, 12, 376-389.
51. Samadi E. & Kassou I. (2016). The Relationship between IT and Supply Chain Performance: A Systematic Review and Future Research. *American Journal of Industrial and Business Management*, 6(04), 480-495.
52. Sawik, T. (2020). *Supply Chain Disruption Management, Using Stochastic Mixed Integer Programming*, Springer.
53. Scheibe, K. P., & Blackhurst, J. (2018). Supply chain disruption propagation: A systemic risk and normal accident theory perspective. *International Journal of Production Research*, 56(1-2), 43-59.
54. Truong, H. Q. & Hara Y. (2018). Supply chain risk management: Manufacturing- and service-oriented firms. *Journal of Manufacturing Technology Management*, 29(2), 218-239.
55. Van Lieshout, J.W.F.C., Van der Velden, J.M., Blomme, R.J. & Peters, P. (2021). The interrelatedness of organizational ambidexterity, dynamic capabilities and open innovation: a conceptual model towards a competitive advantage, *European Journal of Management Studies*, 26(2/3), 39-62.
56. Wang, H., GU, T., Jin, M., Zhao .R. & Wang, G.U., (2018). The Complexity measurement and evolution analysis of supply chain network under disruption risks. *Chaos, Solatons & Fractals*, 116, 72-78.
57. Wu, T., Blackhurst, J., & O'Grady, P. (2009). Methodology for supply chain disruption analysis. *International Journal of Production Research*, 45(7), 1665-1682.
58. Xu, S., Zhang, X., Feng, L. & Yang, L. (2020). Disruption risks in supply chain management: a literature review based on bibliometric analysis, *International Journal of Production Research*, 58(11), 3508-3526.
59. Zavalco, N. A., Kozhina, V. O., Yudina, E. V., Beketova, O. N. & Lavrenova, A. V. (2020). Innovative approaches to business modeling at an enterprise. *Revista Inclusiones*, 7, 84-92.

تشخیص و ردیابی اشیاء ثابت و متحرک در تصاویر زنده و ضبط شده

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۰۴/۲۰

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۰۵/۲۴

کد مقاله: ۳۵۸۹۴

نیما دل‌بینا^{۱*}، غزال ملایی^۲

چکیده

تشخیص و ردیابی اشیاء یک وظیفه مهم در نظارت تصویری است؛ بنابراین، در پروژه حاضر، با استفاده از تشخیص و ردیابی توسط دو الگوریتم YOLO و DEEP SORT که به تفصیل مورد بررسی قرار گرفته‌اند، قصد داریم به سرعت در زمان واقعی شناسایی و ردیابی کنیم. در مرحله اول، الگوریتم خوشه‌بندی Kmeans برای بهینه‌سازی مقدار اولیه استفاده می‌شود. بودن در سال‌های گذشته، الگوریتم‌های SORT و YOLO در پروژه‌هایی استفاده می‌شد که سرعت و دقت پایینی داشتند. در این پروژه از DEEP SORT و YOLO-tiny استفاده شده است که چندین برابر سریع‌تر از مدل‌های قبلی خود است و از قابلیت تشخیص و ردیابی و همچنین ردیابی اجسام در زمان واقعی در سال‌های اخیر، DEEP SORT نشان داده است که در مواجهه با نمونه‌های پیچیده بسیار سریع‌تر از الگوریتم‌های MIL، KCF و MOSSE است.

واژگان کلیدی: ردیابی اشیاء، ثابت، متحرک، DEEP SORT، YOLO-tiny

۱- کارشناسی ارشد رشته مهندسی برق (مخابرات-سیستم)، موسسه آموزش عالی علم و فن ارومیه (نویسنده مسئول)
nimadelbina2022@gmail.com

۲- کارشناسی ارشد، رشته کامپیوتر، گرایش نرم افزار، دانشگاه آزاد اسلامی واحد سنندج

۱- مقدمه

ردیابی شی کار مهمی در حوزهی بینایی ماشین محسوب می شود. گسترش روز افزون کامپیوترهای قوی، کیفیت بالا و در دسترس بودن دوربین های فیلم برداری ارزان قیمت و نیاز روزافزون برای تجزیه و تحلیل خودکار فیلمها باعث افزایش کاربرد ردیابی اشیاء گشته است. سه گام کلیدی در تجزیه و تحلیل فیلم های ویدیویی وجود دارد (چن و همکاران، ۲۰۱۸):

- شناسایی شی متحرک مورد نظر
 - ردیابی اشیاء فریم به فریم
 - تجزیه و تحلیل حرکت شی برای تشخیص رفتار آن
- ردیابی می تواند شامل تعریف مسیر و حرکت یک شی در آن مسیر باشد. به عبارت دیگر ردیابی یعنی برچسب زدن به شی مورد نظر در فریم های مختلف تصویر، علاوه بر این، ردیابی می تواند اطلاعات دیگری را نیز مانند جهت گیری، مساحت یا شکل جسم در اختیار قرار دهد. ردیابی اشیاء می تواند به دلایل زیر پیچیده باشد:

۱. از دست رفتن بخشی از اطلاعات دنیای واقعی سه بعدی
۲. نویز در تصاویر
۳. حرکات پیچیده شی
۴. ماهیت غیر شبکه ای یا بند بند بودن شی
۵. شکل پیچیده شی
۶. ناقص یا مسدود بودن جسم
۷. تغییرات در نور صحنه
۸. احتیاج به پردازش بلادرنگ

منظور از ردیابی شی، ایجاد مسیری از جابجایی شی در طول زمان در فریم های متوالی است و ممکن است ردیاب در هر لحظه از زمان، منطقهی کمی از تصویر را زیر نظر داشته باشد (دلایل و همکاران، ۲۰۰۵). تشخیص شی و برقراری ارتباط میان شی نمونه در فریم های مختلف ممکن است به صورت جداگانه با مشترک صورت پذیرد. در حالت جداگانه، محدوده شی در هر فریم به کمک الگوریتم تشخیص شی پیدا و سپس ردیاب در سراسر فریم ها، شی مربوطه را ردیابی می کند (همان). در حالت دوم (مشترک) با استفاده از اطلاعات بدست آمده از فریم های قبلی و به روزرسانی اطلاعات مرتبط باشد در هر لحظه، در هر فریم شی در منطقه جدید تشخیص و ردیابی می شود. در هر دو روش، ردیابی اشیاء با استفاده از شکل یا ظاهر تشخیص داده می شود. سپس براساس شکل جسم و بسته به نوع حرکت و یا تغییر شکل آن، مدلی در نظر گرفته می شود. مثلاً اگر شی به شکل یک نقطه نشان داده شود تنها می توان از مدل انتقالی برای آن استفاده کرد یا اگر از شکل هندسی مانند بیضی برای نمایش استفاده شود از مدل حرکتی affine یا تغییرات تصویری مناسب می توان بهره برد.

تخمین حرکت، قسمت مهمی از هر سیستم پردازش ویدئویی است. در این فصل، تمرکز روی تخمین حرکت دو بعدی است. تخمین حرکت دو بعدی، علاوه بر این که دامنه وسیعی از کاربردها مثل تغییر نرخ نمونه برداری، فیلتر کردن، فشرده سازی ویدئویی و غیره را شامل می شود، اغلب مرحلهای پیش پردازش و لازم در تخمین حرکت و نیز تخمین ساختار سه بعدی محسوب می شود. بسته به نوع کاربرد روش های تخمین حرکت می توانند بسیار متنوع باشند برای مثال، برای کاربردهای بینایی ماشین که در آن از بردارهای حرکت دو بعدی برای استخراج ساختار و پارامترهای حرکت سه بعدی استفاده شود، مجموعه ای محدود و پراکنده از بردارهای حرکت دو بعدی در نقاط مشخص کفایت می کند. از طرف دیگر، برای کاربردهای فشرده سازی ویدئویی، بردارهای حرکت تخمین زده می شوند و برای پیش گویی حرکت در یک فریم که باید براساس فریم مرجع گذشته قبلی، کد شود به کار می روند. هدف نهایی، به حداقل رسانیدن تعداد بیت های استفاده شده برای کد کردن بردارهای حرکت و پیش بینی خطاها است. چالشی بین دقت تخمین زده شده و تعداد بیت های استفاده شده برای مشخص کردن مشخصات حرکت وجود دارد (لو و همکاران، ۲۰۱۳). حتی ممکن است هنگامی که حرکت تخمین زده شده بیانی دقیق از حرکت واقعی فیزیکی نباشد، منجر به پیش بینی مطلوبی از حرکت شود لذا همچنان یک تخمین خوب در نظر گرفته می شود (همان).

در سال های اخیر، با پیشرفت سریع بینایی رایانه ای و هوش مصنوعی، سیستم های نظارت تصویری هوشمند به تدریج در اشکال مختلف به کار گرفته شده است. محققان بسیاری از روشهای تشخیص سنتی را پیشنهاد کرده اند. این الگوریتم ها دارای سه فرایند مشترک از جمله انتخاب ناحیه، استخراج ویژگی ها و طبقه بندی هستند. انتخاب منطقه به طور کلی از یک پنجره کشویی برای پیمایش استفاده می کند. استخراج ویژگی نقش مهمی در تشخیص شی دارد. پس از انتخاب منطقه، ویژگی ها از هدف استخراج می شوند. بنابراین، ویژگیهای کلاسیک مانند ویژگیهای تغییر مقیاس (SIFT) و هیستوگرامهای شیب که به HOG نیاز دارند باید نشان دادن هدف طراحی شوند. علاوه بر این، استفاده از شبکه های عصبی پیچشی برگشت پذیر برای تشخیص اجسام در این پروژه به عنوان الگوریتم اساسی در این فرایند استفاده شده است.

۲- ردیابی شی

هدف مسیریابی با ردیابی، نشان دادن این موضوع است که شیء x دریافت شده در تصویر در زمان o در مکان (x, y) ، همان شیء مشابه y در تصاویر یافته شده در زمان $o+1$ در مکان (x', y', z') است. روش ها و دستاوردهای مختلفی برای ردیابی شیء پیشنهاد شده است که در فصول قبل توضیح دادیم. در این کار، ما الگوریتم مسیریابی را بر اساس مسیریابی حباب پیشنهاد

کرده ایم. امتیاز اصلی این الگوریتم سریع بودن آن است. برای هر شی حاصل از تفریق پس زمینه در سکانس ویدئو که حاصل شد یک حباب در نظر می گیریم. اگر در یک فریم ویدئو حبابی جدید ایجاد شد، مرکز آن حباب را ردیابی می کنیم. از این حباب برای تجزیه و تحلیل حرکت استفاده و سپس تصویر را به فریم اصلی، مطابق شکل زیر که شامل شی متحرک است، اضافه می کنیم. هر حباب نشان دهنده یک شی متحرک است. برای این الگوریتم بیشتر از دو فریم نیاز است (واپنیک و همکاران، ۱۹۹۸).



شکل ۱- اضافه کردن حباب به تصویر اصلی
(مآخذ: واپنیک و همکاران، ۱۹۹۸)

در این جا از چگونگی طبقه بندی شدن هر وسیله در هر فریم، تعداد اشیای متحرک فعال در هر زمان، سرعت شی در هر زمان، میانگین سرعت شی در طی مدت زمانی که در دید دوربین (آن) منطقه بوده است. سایقه های نگهداری می شود. سرعت شی با استفاده از اطلاعات موجود از محل های ثبت شده از آن به دست می آید. اگر شی X در مکان (X,Y,Z) در هماهنگی های جهانی سه بعدی در تصویر زمانی مشاهده شود و اگر همان شی X که متعلق به مسیریابی مشابهی است (با فرض اینکه مسیریابی موفق آمیز باشد) در مکان (x,y'z') در مسیریابی روش زمانی (t+T) مورد مشاهده قرار گیرد، سرعت آنی به صورت فرمول زیر ارائه می گردد.

$$\sqrt{(x - x_T)^2 + (y - y_T)^2 + (z - z_T)^2} \quad (1)$$

ممکن است سرعت شی با استفاده از اطلاعات مکانی آن در زمان در ردیابی پیدا شود. حال برای سرعت متوسط مجموع جابجایی ها را به کار می بریم و در پایان به مجموع فریم های شامل جابجایی تقسیم می شود.

معادله ردیابی: معادله ردیابی یکجا اصولی ترین معادله برای شناختن اغلب سامانه های ردیابی است.

$$Pr = \frac{PtGtA\sigma}{(4\pi)^2Rt^4} \quad (1)$$

۲-۱- تقسیم بندی روش ها بر اساس چگونگی تخمین خود حرکتی و تشخیص شی متحرک

همان طور که در بخش فیل دیدیم نمی توانیم روش های تشخیص شی متحرک که برای دوربین های ثابت توسعه داده شده اند را به طور مستقیم در کاربردهای دوربین متحرک مورد استفاده قرار دهیم. از این رو انواع تغییر یافته الگوریتم های تفریق پس زمینه و تفاضل زمانی و شار نوری توسعه داده شده اند که در بخش قبل نیز اشاراتی به این روش ها شد. کیم و همکارانش این روش ها را بر اساس رویکرد آنها برای انجام عمل تطبیق در چهار گروه دسته بندی کرده است، که عبارتند از: رویکرد موزائیک پس زمینه، رویکرد شار نوری، رویکرد تطبیق ویژگی و رویکرد مدل هندسی دوربین

۲-۲ فیلتر کالمن

فیلتر کالمن (Kalman Filter) یک تخمین گر است که از تخمین حالت قبل و مشاهده فعلی برای محاسبه تخمین حالت فعلی استفاده می کند و یک ابزار بسیار قوی برای ترکیب اطلاعات در حضور نامعینی ها است. در برخی موارد، توانایی فیلتر کالمن برای استخراج اطلاعات دقیق خیره کننده است. فیلتر کالمن مدت هاست که به عنوان راه حل بهینه برای بسیاری از کارهای ردیابی و پیش بینی داده ها مورد استفاده قرار می گیرد.

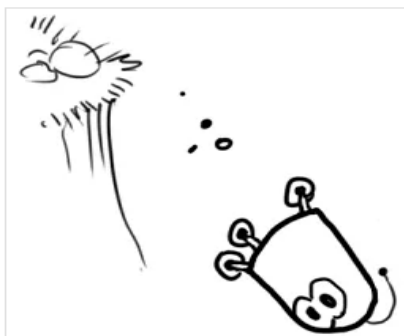


شکل ۲- کارایی فیلتر کالمن (مآخذ، پژوهشگر)

فرض کنید ربات کوچکی ساخته ایم که می تواند آزادانه در یک جنگل حرکت کند. این ربات برای آنکه مسیریابی کند، باید بداند دقیقاً در کجا قرار گرفته است. وضعیت یا حالت (State) ربات را با x_k نشان می دهیم که شامل موقعیت (Position) و سرعت (Velocity) است:

$$x_k = (p, v) \rightarrow x_{k+1} = (p, v)$$

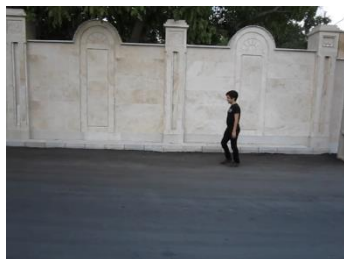
حالت یا بردار حالت، شامل اعدادی است که پیکربندی سیستم را نشان می دهند. در مورد این ربات، حالت شامل موقعیت و سرعت است. برای مثال، حالت یک سیستم می تواند اطلاعاتی درباره مقدار سیال یک مخزن، دمای موتور خودرو، موقعیت انگشت کاربر روی صفحه لمسی یا هر مورد دیگری باشد که ما بسته به نیاز، آن را در نظر می گیریم.



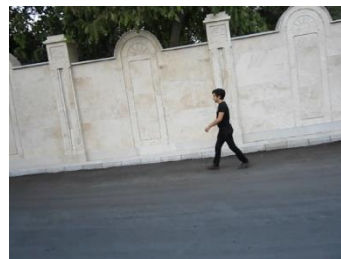
شکل ۳- موقعیت یابی با فیلتر کالمن (مأخذ، پژوهشگر)

رباتی که درباره آن بحث کردیم، یک سنسور GPS با دقت تقریباً ۱۰ متر دارد که مقدار تقریباً مناسبی است. اما لازم است موقعیت ربات به صورت دقیق‌تر و کمتر از ۱۰ متر نیز در اختیار باشد، زیرا در جنگل صخره‌ها و گودال‌هایی وجود دارد و اگر ربات چند قدم اشتباه گام بردارد، ممکن است مثلاً درون گودالی بیفتد و دچار مشکل شود. بنابراین، وجود GPS به تنهایی برای مسیریابی ربات کافی نیست. ممکن است چیزهای دیگری نیز درباره ربات بدانیم. مثلاً می‌دانیم فرمان‌هایی به موتور چرخ‌ها ارسال می‌شود و همچنین، اگر ربات در جهت خاصی حرکت کند و مشکلی برایش پیش نیاید، همان جهت حرکت قبلی را ادامه خواهد داد. اما اطلاعاتی درباره حرکت ربات در دست نیست.

بنابراین، تعداد دور چرخ‌های ربات، نمی‌تواند دقیقاً تعیین کند که چه اندازه حرکت کرده است و در نتیجه، پیش‌بینی کامل نخواهد بود. سنسور GPS اطلاعاتی را درباره حالت ربات به ما می‌دهد که البته غیرمستقیم بوده و صطلاحاً نامعینی‌هایی دارد. پیش‌بینی ما نیز، اطلاعاتی را درباره چگونگی حرکت ربات به دست می‌دهد که غیرمستقیم بوده و با نایقینی یا نامعینی همراه است.

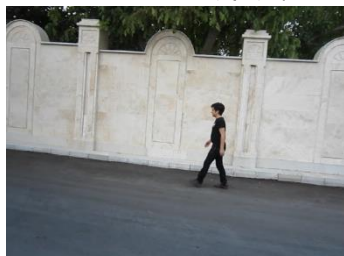


فریم شماره ۴

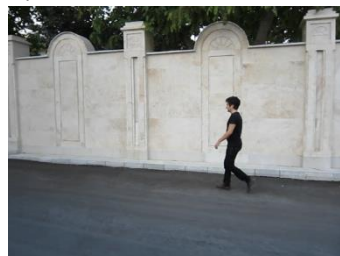


فریم شماره ۵۶

شکل ۳- مقدار خطا با معیار MSE در دنباله فریم دوم



فریم شماره ۷۱

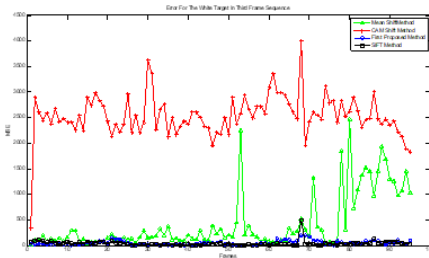


فریم شماره ۹۴

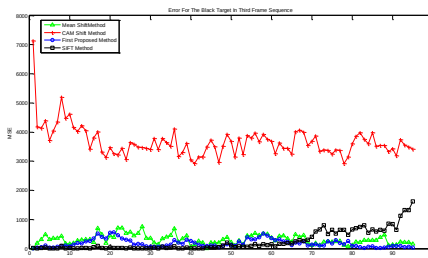
شکل ۴- فریم‌های نمونه از دنباله فریم دوم

همانطور که در جدول ۳ مشاهده می‌شود، ضعیف‌ترین عملکرد در این دنباله مربوط به اولین روش پیشنهادی است. دلیل این امر مشابه دلیلی است که در رابطه با سکانس فریم قبلی ذکر شد. مقایسه فریم‌های ۵۶ و ۷۱ به خوبی تغییر زاویه دوربین را در طول این دنباله فریم نشان می‌دهد. با توجه به اینکه ابعاد تصویر تغییر چندانی نکرد، الگوریتم Mean Shift نیز توانست هدف را به خوبی ردیابی کند. الگوریتم CAM Shift به همان دلیلی که در دنباله قبلی ذکر شد عملکرد نسبتاً ضعیفی داشت. مشابه دنباله قبلی، بهترین عملکرد در این دنباله مربوط به دومین الگوریتم پیشنهادی است. این نشان می‌دهد که قدرت این الگوریتم در ردیابی تصاویر بدست آمده از یک دوربین متحرک چقدر است.

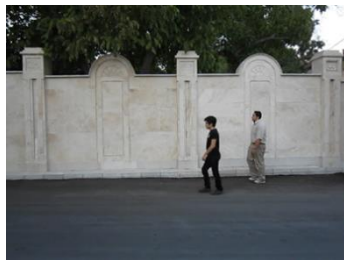
دنباله فریم سوم: در این دنباله فریم، از دو انسان به عنوان هدف استفاده می‌شود. هر دو هدف در یک جهت حرکت می‌کنند. علاوه بر این، به دلیل سرعت اهداف، پدیده تار شدن یا قرار دادن اهداف در یک موقعیت مشابه رخ نمی‌دهد. در نتیجه، ردیابی تقریباً همان ردیابی یک هدف است. تفاوت این است که در اینجا دو مجموعه سیستم ردیابی باید به طور همزمان حرکت اهداف را دنبال کنند. این دنباله شامل ۹۵ فریم است.



شکل ۶- مقدار خطا هدف شماره ۲ با معیار MSE در دنباله فریم سوم



شکل ۵- مقدار خطا هدف شماره ۱ با معیار MSE در دنباله فریم سوم



فریم شماره ۱۰



فریم شماره ۵۰



فریم شماره ۸۳

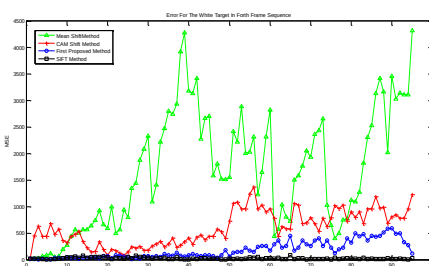


فریم شماره ۹۵

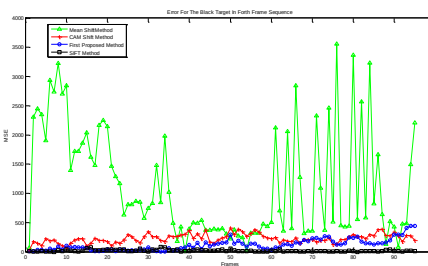
شکل ۷- فریم های نمونه از دنباله فریم سوم

با توجه به حرکت دوربین و همچنین نحوه حرکت اهداف، می توان دریافت که بهترین عملکرد در بین روشهای موجود مربوط به الگوریتم های پیشنهادی اول و دوم است. روش CAM Shift به دلایلی که در قسمت های قبل ذکر شد، کارایی ضعیفی دارد. علاوه بر این، همانطور که قبلاً بحث کردیم، روش Shift میانگین کاملاً بر اساس فرکانس رنگ است. در نتیجه، خطایی در ردیابی هدف ۲ وجود دارد که دارای رنگ روشن مشابه پس زمینه است. این در شکل ۵-۶ مشهود است. همچنین، طبق شکل ۵-۵، این خطا در ردیابی هدف ۱، که تاریک تر است، دیده نمی شود.

دنباله فریم چهارم: در این دنباله فریم، از دو خودرو به عنوان هدف استفاده می شود. اهداف در فریم های قبلی انسان بودند. به همین دلیل، آنها در طول فریم های مختلف تغییر شکل زیادی داشتند. در نتیجه، در این دنباله فریم، با توجه به ساختار سفت و سخت اهداف، الگوریتم های پیشنهادی باید عملکرد بسیار خوبی داشته باشند که با نگاه به جدول، این امر تأیید می شود. حرکات اهداف در این دنباله نیز به عنوان دنباله فریم سوم در نظر گرفته می شود. به طور مشابه، تعداد فریم های این دنباله ۹۵ است.



شکل ۹- مقدار خطا هدف شماره ۱ با معیار MSE در دنباله فریم چهارم



شکل ۸- مقدار خطا هدف شماره ۱ با معیار MSE در دنباله فریم چهارم



فریم شماره ۱۰



فریم شماره ۲۱

شکل ۹- مقدار خطا هدف شماره ۲ با معیار MSE در دنباله فریم چهارم



فریم شماره ۵۳

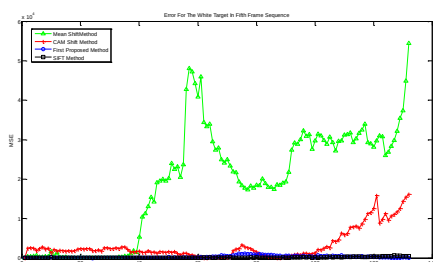


فریم شماره ۹۵

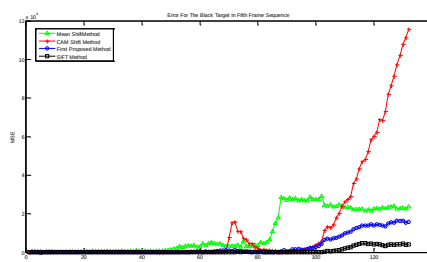
شکل ۱۰- فریم های نمونه از دنباله فریم چهارم

با توجه به نمودارها و جداول این مرحله، مشاهده می شود که الگوریتم های پیشنهادی اول و دوم بهترین عملکرد را دارند. الگوریتم CAM Shift به دلیل افزایش تنوع در فضای رنگ HSV در این دنباله فریم بهتر از قبل عمل کرده است. الگوریتم Mean Shift عملکرد نسبتاً ضعیفی در این زمینه دارد که دلیل اصلی آن را می توان به تغییر در فضای رنگ محیط نسبت داد. وی این موضوع را با توجه به مقدار خطای این الگوریتم برای دو منظور متفاوت مورد بررسی قرار داد. تفاوت بین رنگ هدف تیره تر و رنگ محیط بسیار بیشتر از هدف روشن تر است. به عبارت دیگر، رنگهای پس زمینه این دنباله فریم به طور کلی روشن هستند.

دنباله فریم پنجم: در این سکانس فریم، از دو خودرو به عنوان هدف استفاده شده است. اتومبیل ها در جهت مخالف حرکت می کنند. بنابراین، در طول توالی فریم ها، هم با پدیده محو شدن و هم قرار دادن اهداف در موقعیت مشابه روبرو هستیم. پدیده محو شدن از قاب ۵۴ شروع می شود. این قاب نقطه شروع همپوشانی دو هدف است. با توجه به این که اهداف در جهات مختلف حرکت می کنند، نقش فیلتر کالمن در این توالی بسیار مهم است. به این ترتیب، با پیش بینی صحیح موقعیت هدف در قاب آینده، از خطاهای سیستم ردیابی جلوگیری می شود. نتایج شبیه سازی در شکل ها و جدول زیر نشان داده شده است. همچنین لازم به ذکر است که این دنباله فریم شامل ۱۳۲ فریم است.



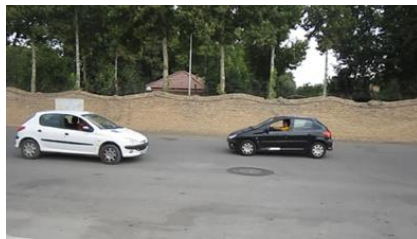
شکل ۱۱- مقدار خطا هدف شماره ۲ با معیار MSE در دنباله فریم پنجم



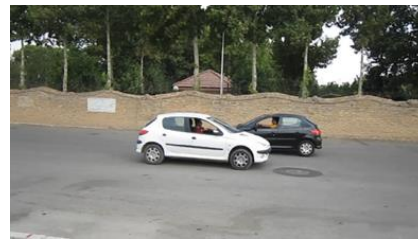
شکل ۱۲- مقدار خطا هدف شماره ۱ با معیار MSE در دنباله فریم پنجم

با توجه به جداول و نمودارهای بدست آمده، مشاهده می شود که روشهای پیشنهادی در ردیابی اهداف در این چارچوب بسیار موفقتر از سایر روشها بوده است. با توجه به ترتیب فریم ها، می توان دریافت که پدیده محو شدن از قاب شماره ۵۴ شروع می شود. در قاب ۱۰۴، هدف ۲ تقریباً به طور کامل هدف ۱ را پوشش می دهد. این بدان معناست که برای چندین فریم متوالی، تقریباً هیچ اثری از هدف ۱ دیده نمی شود به روشهای پیشنهادی با استفاده از پیش بینی موقعیت مورد نظر در قابهای آینده، تا حدودی مشکل را حل کرده و حتی در شرایط ناپدید شدن کامل، ردیابی را ادامه می دهد. ناحیه مورد نظر در الگوریتم Shift میانگین به سمت مرکز جرم پیکسل های منطقه حرکت می کند. بنابراین، در صورت محو شدن، منطقه مورد نظر نیز تغییر می کند. در صورت افزایش میزان تاری، ناحیه هدف در این روش بسیار تغییر می کند و حتی گاهی اوقات ممکن است به اشتباه یک هدف دیگر را ردیابی کند. همچنین، الگوریتم CAM Shift در ردیابی اهداف در این دنباله فریم موفق نبوده است. این شکست همچنین می تواند ناشی از افزایش محو شدن باشد. با توجه به شکل ۵-۱۱، می توان فهمید که عملکرد این روش حتی در صورت تار شدن

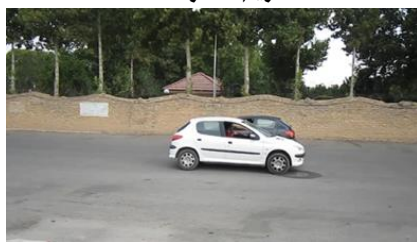
جزئی قابل قبول بوده است. اما با افزایش این تاری، الگوریتم توانایی سازگاری خود را از دست می دهد و سیستم ردیابی دچار خطاهای زیادی می شود.



فریم شماره ۱۴



فریم شماره ۷۸



فریم شماره ۱۰۲



فریم شماره ۱۳۱

شکل ۱۳- فریم های نمونه از دنباله فریم پنجم

نتیجه گیری

با توجه به اطلاعات این پایان نامه، مشاهده می شود که حرکت دوربین تأثیر بسزایی در کارایی روش های ردیابی دارد. این امر با بررسی نمودارهای خطا در فصل قبل به وضوح قابل درک است. با توجه به اینکه تاکنون هیچ روش خاصی برای ردیابی در شرایط دوربین تلفن همراه ایجاد نشده است، در این پایان نامه روش هایی را برای دستیابی به این هدف پیشنهاد کرده ایم. علاوه بر این، ما عملکرد آنها را با استفاده از توالی فریم های مختلف ارزیابی کردیم. با توجه به داده های به دست آمده، می توان نتیجه گرفت که در وهله اول، هر دو روش پیشنهادی قادر به ردیابی در شرایط دوربین های متحرک و ثابت هستند. اولین روش پیشنهادی مقاومت بالایی در برابر چرخش ندارد. به عبارت دیگر، اگر دوربین و هدف در جهت هریک از سه محور نسبت به یکدیگر بچرخند، عملکرد این روش به شدت تحت تأثیر قرار می گیرد. نتایج به دست آمده از ردیابی دنباله فریم اول و دوم به خوبی این را نشان می دهد. در شرایط دیگر که حرکت دوربین و هدف نسبت به یکدیگر گذرا است، این روش قابلیت ردیابی با دقت نسبتاً بالایی را دارد. همچنین استفاده از فیلتر کلمن و پیش بینی موقعیت، کارایی این روش را بسیار افزایش داده است. دومین الگوریتم پیشنهادی عمدتاً بر اساس الگوریتم تطبیق نقطه SIFT است. با مشاهده توالی فریم ها می توان دریافت که این الگوریتم قابلیت ردیابی بسیار دقیق در موقعیت های مختلف را دارد. همانطور که در توضیح این روش اشاره کردیم، مقاومت زیادی در برابر چرخش و تغییر اندازه هدف دارد.

به منظور حل مشکل تشخیص شیء، تشخیص و ردیابی شیء بر اساس تشخیص بهتر YOLO و الگوریتم های مرتب سازی عمیق برای تشخیص و ردیابی پیشنهاد شد. بهبود الگوریتم تشخیص YOLO و سپس استفاده از DEEPSORT آن را بسیار سریع و در زمان واقعی انجام داد. اول، بر اساس ویژگی های شکل کشتی، از الگوریتم K-means برای بهینه سازی مقدار اولیه استفاده شد، که زمان آموزش را کوتاه کرد. از الگوریتم ردیابی عمیق برای ردیابی اشیاء استفاده شد. مرتب سازی عمیق از الگوریتم تشخیص YOLO برای ردیابی اشیاء با مقایسه تجربیات مرتب سازی عمیق پیشرفته استفاده می کند و سایر الگوریتم های جستجوی کلاسیک مانند KCF، MIL، MOSSE، Median، TLD در چندین مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. بر اساس تجزیه و تحلیل، ما می بینیم که الگوریتم مرتب سازی عمیق مزایای عملکرد بیشتری در صحنه های پیچیده ارائه می دهد و در برابر تداخل مانند انسداد و حرکت دوربین مقاوم است. بنابراین می توان از آن در عملیات زمان واقعی استفاده کرد.

1. Chen, J.; Chen, D.; Meng, S. A Novel Region Selection Algorithm for Auto-Focusing Method Based on Depth from Focus. In Proceedings of the Fourth Euro-China Conference on Intelligent Data Analysis and Applications, Cham, Switzerland, 1 October 2018; pp. 101–108.
2. Tiwari, A.; Goswami, A.K.; Saraswat, M. Feature Extraction for Object Recognition and Image Classification. *Int. J. Eng. Res.* 2013, 2, 9.
3. Du, C.-J.; He, H.-J.; Sun, D.-W. Chapter Object Classification Methods. In *Computer Vision Technology for Food Quality Evaluation*, 2nd ed.; Sun, D.-W., Ed.; Academic Press: San Diego, CA, USA, 2016; pp. 87–110, ISBN 978-0-12-802232-0
4. Lowe, D.G. Distinctive Image Features from Scale-Invariant Keypoints. *Int. J. Comput. Vis.* 2004, 60, 91–110. [CrossRef]
5. Dalal, N.; Triggs, B. Histograms of Oriented Gradients for Human Detection. In Proceedings of the 2005 IEEE Computer Society Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR'05), San Diego, CA, USA, 20–25 June 2005; Volume 1, pp. 886–893.
7. Dalal, N.; Triggs, B. Histograms of Oriented Gradients for Human Detection. In Proceedings of the 2005 IEEE Computer Society Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR'05), San Diego, CA, USA, 20–25 June 2005; Volume 1, pp. 886–893.
9. Vapnik, V. The Support Vector Method of Function Estimation. In *Nonlinear Modeling: Advanced Black-Box Techniques*; Suykens, J.A.K., Vandewalle, J., Eds.; Springer: Boston, MA, USA, 1998; pp. 55–85, ISBN 978-1-4615-5703-6.
10. Schapire, R.E. Explaining AdaBoost. In *Empirical Inference*; Schölkopf, B., Luo, Z., Vovk, V., Eds.; Springer: Berlin/Heidelberg, Germany, 2013; pp. 37–52, ISBN 978-3-642-41135-9.
1. S. Avidan, "Ensemble tracking," *IEEE Trans. Pattern Anal. Mach. Intell.*, vol. 9, no., pp. 791–71,
2. Feb...V. VR T. Collins and Y. Liu, "On-line selection of discriminative trackingfeatures," in *Proc. IEEE Conf. Comput. Vis. Pattern Recognit*, Madison, WI, Jun.T.. Pp.
3. TES TAY [T]J. Ho, K. Lee, M.-H. Yang, and D. J. Kriegman, "Visual tracking using learned linear subspaces," in *Proc. IEEE Conf. Comput. Vis. Pattern Recognit*, Washington D.C., Jun. Y., pp. VAY-VAS.
4. M. Andriluka, S. Roth, and B. Schiele, "People-tracking-by-detectionand people-detection-bytracking," in *Proc. IEEE Conf. Comput. Vis Pattern Recognit.*, Anchorage, AK, Jun. T. A. pp. 1-A, (A) B.
5. Leibe, K. Schindler, and L. Van Gool, "Coupled detection and trajectory estimation for multiobject tracking" in *Proc. IEEE 1th IntConf. Comput. Vis.*, Rio de Janeiro, Brazil, Oct..., pp. 1-A TAIK. Okuma, A. Taleghani, O. Freitas, J. Ittle, and D. Lowe, "A boostedparticle filter Multitarget detection and tracking," in *Proc. Eur. Conf. Comput. Vis.*, Prague, Czech Republic, May ..., pp. YA
6. R. Serrano-Gotarredona, M. Oster, P. Lichtstelter, A. Linares-Barranco R. Paz-Vicente, F. GomezRodriguez, L. Camunas-Mesa, R. Berner, M Rivas-Perez, T. Delbruck, S.-C. Liu, R. Douglas, P. Hafliger, G. Jimenez Moreno, A. C. Ballcells, T. Serrano-Gotarredona, A. J. Acosta-Jimenezand B. Linares-Barranco, "CAVIAR: A 45k neuron, 5M synapse,
7. Gconnects/s AER hardware sensoryprocessing-learning-actuating systemfor high-speed visual object recognition and tracking," *IEEE Trans Neural Netw.*, vol. T., no. 1, pp. IFTY-TA, Sep. T... (AJO. Tuzel, F. Porikli, and P. Meer, "Leaming on lie groups for invariantdetection and tracking," in *Proc. IEEE Conf. Comput. Vis. Pattern Recognit.*, Anchorage, AK, Jun...pp. -
8. Y. Wu and T. Yu, "A field model for human detection and tracking" *JEEEEE Trans. Pattern Anal. Mach. Intell.*, vol. TA, NO. 2, pp.YAT-Y40, May 2006
9. B. Wu and R. Nevatia, "Detection and tracking of multiple, partiallyoccluded humans by Bayesian combination of edgelet based part detectors *Int. J. Comput. Vis.*, vol. va, no. 1, pp. TFY-TFF, Nov 2007
- A. Ess, B. Leibe, K. Schindler, and L. V. Gool, "A mobile vision systemfor robust multi-person tracking." In *Proc. IEEE Conf. Comput. Vis Pattern Recognit.*, Anchorage, AK, Jun. T. A. pp. 1-8
10. D. Ramanan, D. A. Forsyth, and A. Zisserman, "Tracking people by learning their appearance," *IEEE Trans. Pattern Anal. Mach. Intell.*, vol., no. 1, pp. 8-11, Jan 2007
11. S. Avidan, "Support vector tracking." *IEEE Trans. Pattern Anal. Mach Intell.* vol. 15, no. 1, pp. 1.1.VY, Aug 2004
12. H. Grabner and H. Bischof, "On-line boosting and vision," in *ProcIEEE Conf. Comput. Vis. Pattern Recognit*, New York, Jun. T... Pp. 260-267

استفاده از بیوراکتور غشایی جانبی برای حذف فلزات سنگین از پساب

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۰۱/۲۷

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۰۱/۲۷

کد مقاله: ۷۲۵۴۹

ساناز خدایاری^۱

چکیده

با پیشرفت صنعت در دهه‌های اخیر، وجود آلاینده‌های فلزات سنگین در پساب‌های صنعتی و وارد شدن آن‌ها به محیط زیست، یکی از اصلی‌ترین مشکلات آلودگی آب و سلامت انسان شده است. در این زمینه، برای جداسازی یون‌های فلزات سنگین از پساب‌های صنعتی روش‌های مختلفی مطرح شده است. در این تحقیق استفاده از بیوراکتور غشایی جانبی برای حذف فلزات سنگین از پساب مورد بررسی قرار گرفت. با گذشت زمان میزان COD پساب روند کاهش می‌یابد. کمترین و بیشترین مقدار COD در شرایط بالا در زمان ۶۰ دقیقه با مقدار ۳۰۷۲ میلی گرم بر لیتر و خوراک ورودی با میزان ۳۵۸۹ میلی گرم بر لیتر حاصل شد که مقدار ۱۴/۵ درصد کاهش پارامتر COD نسبت به خوراک ورودی را داریم. بیشترین مقدار TSS مربوط به پساب ورودی با مقدار ۳۷۹ میلی گرم بر لیتر و کمترین مقدار در زمان ۶۰ دقیقه با مقدار ۱۹۱ میلی گرم بر لیتر بدست آمده است. بیشترین مقدار DO مربوط به خوراک ورودی با میزان ۴/۴ میلی گرم بر لیتر و همچنین کمترین مقدار DO در مدت ۶۰ دقیقه با میزان ۰/۹۵ میلی گرم بر لیتر را بدست آمد که نسبت به خوراک ورودی ۷۸٪ کاهش DO را داریم. در زمان‌های متفاوت میزان NTU روند کاهشی دارد. در شرایط مذکور بیشترین مقدار NTU مربوط به پساب ورودی با مقدار ۳۹۰ میلی گرم بر لیتر و کمترین مقدار در زمان ۶۰ دقیقه استفاده می‌گردد با مقدار ۱۸۷ میلی گرم بر لیتر بدست آمده است. بیشترین درصد پس‌زنی فلز سنگین Cu (II) در زمان ۴۵ دقیقه با مقدار ۷۲,۴۴٪ بدست آمد. بیشترین درصد پس‌زنی فلز سنگین Pb (II) در زمان ۶۰ دقیقه با مقدار ۸۹,۶۵٪ بدست آمد.

واژگان کلیدی: غشا، بیوراکتور غشایی جانبی، فلزات سنگین، پساب

۱- گروه مهندسی HSE، واحد گچساران، دانشگاه آزاد اسلامی، گچساران، ایران (نویسنده مسئول)

sanazkhodayari145@gmail.com

۱- مقدمه

حذف مواد آلاینده از فاضلاب به کمک فرآیندهای بسیار متنوعی به انجام می‌رسد که بر این اساس فرآیندهای تصفیه فاضلاب را به سه دسته اصلی فرآیندهای فیزیکی، فرآیندهای شیمیایی و فرآیندهای بیولوژیکی تقسیم بندی می‌نمایند [۱]. تصفیه پساب‌های شهری و صنعتی عموماً به روش بیولوژیکی و با کمک لجن فعال انجام می‌گیرد. بدین ترتیب آلاینده‌های محلول موجود در فاضلاب تصفیه شده و جمعیت لجن سوسپانسیونی در داخل سیستم افزایش پیدا می‌کند. در نهایت، جداسازی لجن از جریان تصفیه شده به کمک نیروی گرانشی در تانک ته‌نشینی اتفاق می‌افتد [۲]. مشکلات عمده این روش تصفیه؛ فضای بسیار زیاد مورد نیاز در این سیستم‌ها به دلیل وجود تانک ته‌نشینی، تبخیر حجم زیادی از آب تصفیه شده در تانک‌های رو باز و همچنین کیفیت پایین جریان تصفیه شده از معایب جدی سیستم‌های تصفیه با لجن فعال است [۳]. با روی کار آمدن بیوراکتور غشایی و جایگزینی تانک ته‌نشینی با فیلتراسیون غشایی، این مشکلات تا حد زیادی حل شده است. در واقع سیستم بیوراکتور غشایی به عنوان یک فناوری نوین و تولید جریان تصفیه شده با کیفیت بسیار بالا، تا به امروز توجه افراد و گروه‌های مختلفی را به خود جلب کرده است [۴]. با این حال مشکل عمده این سیستم‌ها، هزینه بالای عملیاتی مربوط به نگهداری و تعویض غشاهای موجود در آن است. همانگونه که گفته شد عمده هزینه‌ها در سیستم‌های بیوراکتور غشایی، مربوط به نگهداری و شستشوی غشای آن است. لذا به نظر می‌رسد اصلاح سطح غشا می‌تواند مشکل گرفتگی آن را رفع کرده و با کم کردن تعداد دفعات شستشو، به منظور جلوگیری از کاهش فلوکس عبوردهی، باعث کاهش در هزینه‌ها شود [۵-۸]. حضور فلزات سنگین و شبه‌فلزات در محیط‌زیست یک نگرانی بزرگ به حساب می‌آید، چرا که این مواد از جمله آلاینده‌های پایدار بوده و هرگز به ترکیبات بی‌ضرر تجزیه و تبدیل نمی‌شوند و با تجمع در اندام‌های زنده منجر به بیماری و اختلال می‌شوند. مسمومیت ناشی از حضور سرب، آرسنیک، جیوه، روی، مس و آلومینیوم عبارتند از: استفراغ، تشنج، فلج، آتاکسی، هموگلوبینوری، اختلالات دستگاه گوارش، اسهال، استوماتیت، ترمور، افسردگی و ذات‌الریه [۹].

۲- روش تحقیق

۲-۱- بررسی عملکرد غشا با استفاده از سیستم بیوراکتور غشایی

یک بیوراکتور غشایی از نوع جانبی شامل محفظه مخزن هوادهی و مخزن پساب پتروشیمی که مواد منعقد کننده با غلظت‌های مختلف در آن قرار می‌گیرد، ماژول غشایی، توزیع کننده هوا برای هوا دهی سیستم و یک پمپ برای ایجاد مکش از غشا می‌باشد. مساحت غشا ۱۴/۸۲ سانتی‌متر مربع می‌باشد. این فرآیند در شرایط عملیاتی فشار ۸ بار و دبی ۴ لیتر بر دقیقه و دمای محیط درجه سانتی گراد انجام شد. لذا برای بدست آوردن شار آب عبوری از غشاها از معادله (۱) و (۲) استفاده شود.

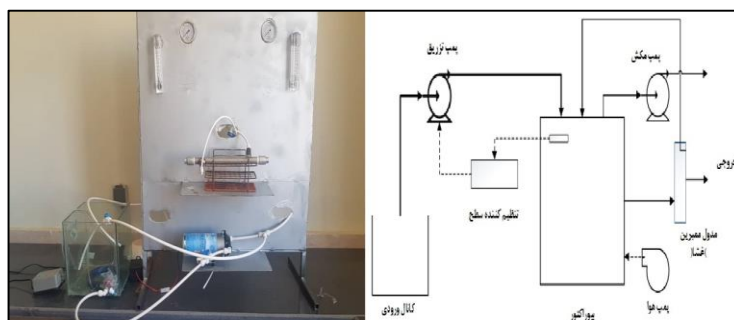
$$J = \frac{\Delta V}{A_m \cdot \Delta t} \quad (1)$$

$$A = \frac{J}{\Delta P} \quad (2)$$

که در روابط بالا A_m مساحت مؤثر غشا، ΔV حجم آب نفوذ کرده در غشا، Δt زمان و ΔP اختلاف فشار می‌باشد. همچنین برای میزان دفع فلز سنگین (Rejection) از رابطه (۳) استفاده شود.

$$R = \left(1 - \frac{C_p}{C_f}\right) \times 100 \quad (4)$$

که در این رابطه C_p و C_f به ترتیب غلظت فلز سنگین نفوذ کرده و غلظت فلز سنگین در خوراک است. شمایی از بیوراکتور غشایی جانبی بکار رفته در این پژوهش شکل (۱) نمایش داده شده است.



شکل (۱): شمایی از بیوراکتور غشایی جانبی بکار رفته در این پژوهش.

جدول (۱): مشخصات پساب پتروشیمی مورد استفاده

پارامتر	مقدار
COD (mg/L)	۳۵۸۹
Tss (mg/L)	۳۴۹
pH	۷/۱
DO (mg/L)	۴/۳۵
NTU (mg/L)	۳۹۵
Cu (II) (mg/L)	۸/۲۵
Pb (II) (mg/L)	۱۴/۳۲

پساب مورد نظر از پساب مجتمع پتروشیمی پردیس تهیه گردید. مشخصات پساب تهیه شده در جدول (۱) آورده شده است. ابتدا پساب همراه با منعقدکننده آلوم با غلظت ۵۰ mg/L به مخزن سیستم بیوراکتور وارد می‌شود و آزمایش‌های مربوطه در فشار ۵ bar و زمان‌های مختلف انجام می‌گیرد و پارامترهای مربوطه اندازه‌گیری می‌شود. که این پارامترها عبارتند از:

(۱) اندازه‌گیری COD^۱

(۲) اندازه‌گیری TSS^۲

(۳) اندازه‌گیری DO^۳

(۴) اندازه‌گیری NTU^۴

(۵) اندازه‌گیری MLSS^۵

الف- اندازه‌گیری COD. آنالیز تعیین میزان اکسیژن خواهی شیمیایی یکی از پارامترهای اندازه‌گیری آلودگی آب و فاضلاب و معرفی برای میزان آلودگی‌های آلی نمونه‌ها است. میزان COD در طراحی سیستم‌های تصفیه آب آشامیدنی بسیار مهم است. آلودگی‌های آب و فاضلاب عموماً به دلیل عوامل و ذرات خارجی است، که میزان آن‌ها در مشخص نمودن میزان آلودگی‌های آب موثر است. محاسبه میزان هر کدام از این آلاینده‌ها به صورت جداگانه بسیار دشوار است. در نتیجه مناسب‌تر است تا میزان این ذرات را به طور غیرمستقیم محاسبه کرد. یکی از روش‌های تعیین غیرمستقیم آلاینده‌ها، محاسبه مقدار اکسیژن مورد نیاز آن‌ها برای اکسید شدن است. یکی از روش‌های تشخیص، تعیین مقدار اکسیژن مورد نیاز برای اکسیداسیون آلاینده‌ها می‌باشد. برای اکسیداسیون هر ترکیبی به میزانی اکسیژن نیاز است. این نیاز شیمیایی COD نامیده می‌شود. در نتیجه هر چه میزان آلاینده‌ها بیشتر باشد مقدار اکسیژن لازم نیز بیشتر است. بیشتر کاربردهای آنالیز COD مربوط به محاسبه مقدار آلاینده‌های موجود در آب‌های سطحی همانند آب دریاچه‌ها، پساب‌ها، رودخانه‌ها و فاضلاب است.

ب- اندازه‌گیری TSS: کل مواد جامد معلق در آب که به اختصار TSS می‌نامند در واقع ذرات جذب شده توسط یک فیلتر می‌باشد. این ذرات ممکن است بزرگ یا بسیار ریز و در حد یک میکرون باشند، همچنین این ذرات ممکن است شامل شن و ماسه، چوب و یا انواع میکروب و باکتری‌ها باشند. برای بدست آوردن مقدار TSS آب ابتدا آب را از یک فیلتر عبور می‌دهند و سپس ذرات باقی مانده بر روی این فیلتر را جمع‌آوری، خشک و وزن می‌کنند و مقدار TSS را بدست می‌آورند. واحد مجموع جامدات معلق در آب بر حسب ppm یا mg/L بیان می‌شود.

ج- اندازه‌گیری DO: اکسیژن غیر مرکب یا اکسیژن آزاد (O₂) اکسیژنی است که با هیچ عنصر دیگر پیوند ندارد. و اکسیژن محلول، وجود این مولکول‌های آزاد O₂ در آب است. مولکول پیوندی اکسیژن در آب (H₂O) در یک ترکیب قرار دارد و به عنوان DO حساب نمی‌شود. می‌توان تصور کرد که مولکول‌های اکسیژن آزاد در آب همانطور که نمک یا شکر هنگام همزن انجام می‌دهند، در آب حل می‌شوند. برای محاسبه غلظت اکسیژن محلول از اشباع هوا، شناخت دما و شوری نمونه لازم است. فشار بارومتریک قبلاً در نظر گرفته شده است زیرا فشار جزئی اکسیژن به درصد اشباع هوا کمک می‌کند. سپس در قانون هنری می‌توان از شوری و دما استفاده کرد تا غلظت DO در ۱۰۰٪ اشباع هوا ۱۰ باشد. با این حال، استفاده از نمودار حلالیت اکسیژن آسان‌تر است. این نمودارها غلظت DO را در ۱۰۰٪ اشباع هوا در دماهای مختلف و شوری نشان می‌دهد. سپس این مقدار با اندازه‌گیری درصد اشباع هوا برای محاسبه غلظت DO ضرب می‌شود.

د- اندازه‌گیری NTU: کدورت پدیده‌ای است که میزان شفافیت آب را مشخص می‌کند و به عنوان یک خاصیت ظاهری آب محسوب می‌گردد. کدورت باعث پراکندگی یا جذب نور در حین عبور آن بر روی یک خط مستقیم در آب می‌شود. هر یک از ذرات موجود در آب بر حسب شکل، اندازه و تراکم آن‌ها در آب جذب یا پراکنده ساختن بخشی از نور تابیده شده به آن، میزان نور عبور کرده را تقلیل می‌دهند. هرچه شدت نور عبور کرده بیشتر باشد، ظاهر آب شفاف‌تر و زلال‌تر به نظر می‌آید و هرچه میزان و تراکم عامل‌های خارجی، اعم از آلی و معدنی (گل و لای، خاک رس، سیلت، باکتری‌ها و ویروس‌ها، میکروارگانیسم‌ها، رشته‌های گیاهی ترکیبات آلی رنگی محلول، ذرات سیاه مثل کربن فعال و اکسیدهای فلزی) در آب فزون‌تر باشد، میزان نور جذب یا منحرف‌شده بیشتر و در نتیجه کدورت آب بیشتر است. در روش اولیه اندازه‌گیری کدورت، قدرت عبور نور را از میان آب با قدرت پراکنده سازی و شکسته شدن آن مقایسه می‌نمایند که این اندازه‌گیری اساس روش استاندارد تعیین کدورت آب به وسیله کدورت

- 1 - Chemical Oxygen Demand
- 2 - Total suspended solids
- 3 - Dissolved Oxygen
- 4 - Nephelometric Turbidity Unit
- 5 - Mixed liquor suspended solids

سنج است. امروزه داده‌های بدست آمده از کدورت سنج بر حسب واحدهای فرمازین^۱ یا نوپلمتری که براساس اصول پراکندگی نور است، بیان می‌شوند. اندازه گیری کدورت بر اساس تکنولوژی مادون قرمز انجام می گردد که امکان اندازه گیری سریع میزان کدورت محلول را در محل تست برای شما فراهم می سازد.

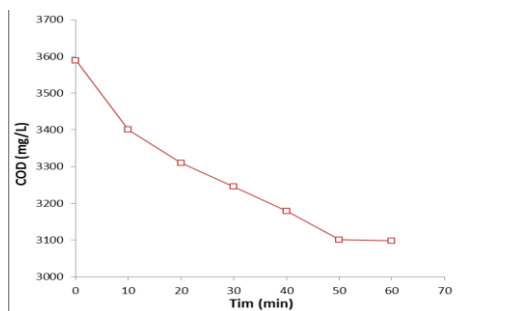
۳- نتایج و بحث

۳-۱- نتایج عملکرد غشاهای ساخته شده

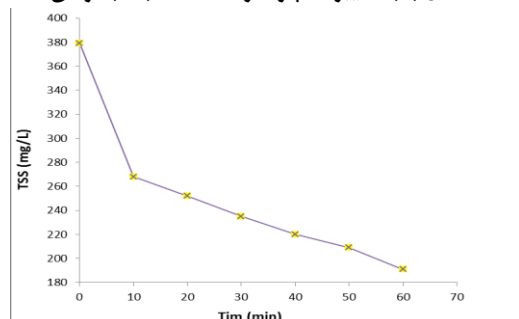
شکل (۲) تغییرات پارامتر COD نسبت به زمان در فشار ۸ بار، دبی ۴ لیتر بر دقیقه و دمای محیط را نشان می‌دهد. همانطور که مشاهده می‌شود با گذشت زمان میزان COD پساب پتروشیمی روند کاهش می‌یابد. با توجه به اینکه یکی از مهم‌ترین پارامترهای سنجش آلودگی آب است. این پارامتر میزان مواد خارجی که وارد آب شده و باعث آلودگی آن می‌شوند را اندازه گیری می‌کند. لذا هرچه مقدار میزان مواد خارجی بیشتر باشد، آلودگی آب نیز بیشتر است. در نتیجه اندازه‌گیری مقدار مواد خارجی پساب پتروشیمی می‌تواند کلید اصلی در تعیین مقدار آلودگی پساب باشد. با توجه به شکل زیر با گذشت ۵۰ دقیقه از انجام هوادهی میزان COD روند کاهش محسوسی ندارد که می‌تواند مربوط تأثیر سریع هوادهی می‌باشد. کمترین و بیشترین مقدار COD در شرایط بالا به ترتیب در زمان ۶۰ دقیقه با مقدار ۳۱۵۲ میلی‌گرم بر لیتر و خوراک ورودی با میزان ۳۵۸۹ میلی‌گرم بر لیتر حاصل شد که مقدار ۱۵/۲ درصد کاهش پارامتر COD نسبت به خوراک ورودی را داریم.

شکل (۳) تغییرات پارامتر TSS نسبت به زمان در فشار ۸ بار، دبی ۴ لیتر بر دقیقه و دمای محیط را نشان می‌دهد. TSS یکی از پارامترهای مهم در سنجش آب و پساب‌ها می‌باشد. هرچه عدد TSS بالاتر باشد بدین معنا است که آب یا فاضلاب حاوی مواد جامد معلق بسیاری است که باعث آلودگی می‌شود. میزان TSS روند کاهشی دارد. در شرایط مذکور بیشترین مقدار TSS مربوط به پساب ورودی با مقدار ۳۴۹ میلی‌گرم بر لیتر و کمترین مقدار در زمان ۶۰ دقیقه با مقدار ۱۸۵ میلی‌گرم بر لیتر بدست آمده است.

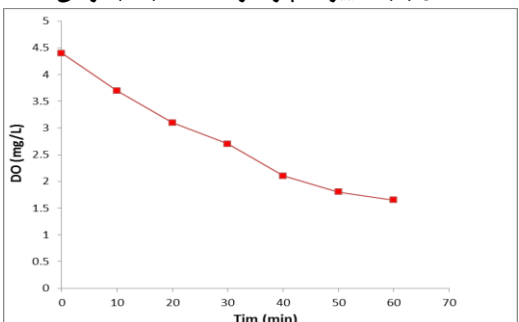
شکل (۴) تغییرات DO در زمان‌های مختلف در فشار ۸ بار، دبی ۴ لیتر بر دقیقه و دمای محیط را نشان می‌دهد. همانگونه که مشاهده می‌شود با گذشت زمان فرآیند هوادهی پساب پتروشیمی میزان DO روند کاهشی دارد که می‌تواند به دلیل حضور منعقدکننده سولفات آلومینیم باشد که باعث جذب اکسیژن محلول می‌گردد و باعث می‌شود که میزان DO روند کاهشی محسوسی داشته باشد. بیشترین مقدار DO مربوط به خوراک ورودی با میزان ۴/۴ میلی‌گرم بر لیتر و همچنین کمترین مقدار DO در مدت ۶۰ دقیقه با میزان ۰/۹۵ میلی‌گرم بر لیتر را بدست آمد که نسبت به خوراک ورودی ۷۸٪ کاهش DO را داریم.



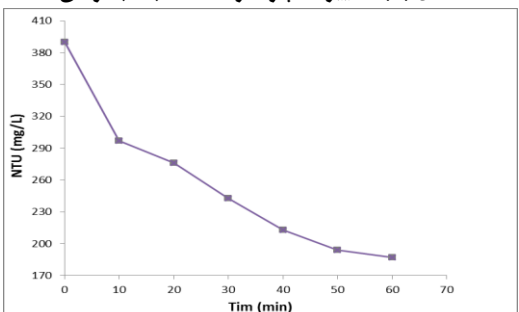
شکل (۲): تغییرات پارامتر COD نسبت به زمان



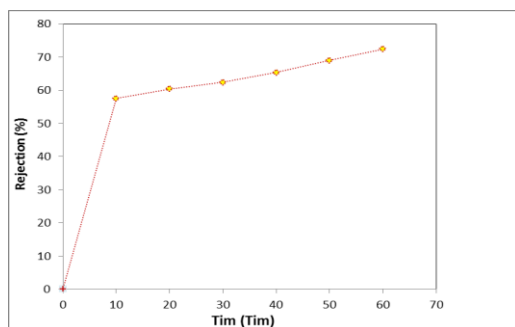
شکل (۳): تغییرات پارامتر TSS نسبت به زمان



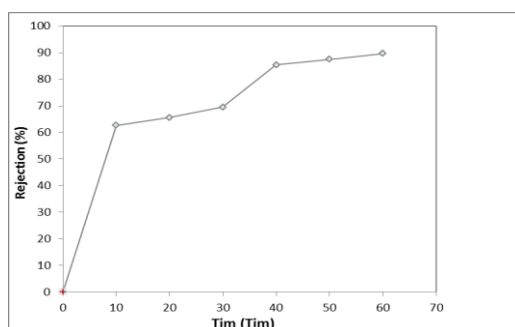
شکل (۴): تغییرات پارامتر DO نسبت به زمان



شکل (۵): تغییرات پارامتر NTU نسبت به زمان



شکل (۵): تغییرات NTU در زمان‌های مختلف در فشار ۸ بار، دبی ۴ لیتر بر دقیقه و دمای محیط را نشان می‌دهد. همانگونه که مشاهده می‌شود با گذشت زمان انجام فرآیند هوادهی پساب پتروشیمی پارامتر NTU محلول روند کاهشی دارد که این روند در زمان‌های اولیه فرآیند با شیب زیادی صورت می‌پذیرد. لذا با توجه به شکل (۵) مختلف در زمان‌های متفاوت میزان NTU روند کاهشی دارد. در شرایط مذکور بیشترین مقدار NTU مربوط به پساب ورودی با مقدار ۳۹۰ میلی‌گرم بر لیتر و کمترین مقدار مربوط به حالتی که زمان ۶۰ دقیقه استفاده می‌گردد با مقدار ۱۸۷ میلی‌گرم بر لیتر بدست آمده است.



شکل (۶): عملکرد بیوراکتور غشایی برای پس‌زنی فلز سنگین Cu (II) موجود در پساب پتروشیمی در زمان‌های متفاوت

شکل (۵) تغییرات NTU در زمان‌های مختلف در فشار ۸ بار، دبی ۴ لیتر بر دقیقه و دمای محیط را نشان می‌دهد. همانگونه که مشاهده می‌شود با گذشت زمان انجام فرآیند هوادهی پساب پتروشیمی پارامتر NTU محلول روند کاهشی دارد که این روند در زمان‌های اولیه فرآیند با شیب زیادی صورت می‌پذیرد. لذا با توجه به شکل (۵) مختلف در زمان‌های متفاوت میزان NTU روند کاهشی دارد. در شرایط مذکور بیشترین مقدار NTU مربوط به پساب ورودی با مقدار ۳۹۰ میلی‌گرم بر لیتر و کمترین مقدار مربوط به حالتی که زمان ۶۰ دقیقه استفاده می‌گردد با مقدار ۱۸۷ میلی‌گرم بر لیتر بدست آمده است.

شکل (۶) عملکرد غشاهای متفاوت برای پس‌زنی فلز سنگین Cu (II) موجود در پساب پتروشیمی در زمان‌های متفاوت، فشار ۸ بار، دبی ۴ لیتر بر دقیقه و دمای محیط را نشان می‌دهد. همان طور که مشاهده می‌شود با گذشت زمان عملکرد بیوراکتور برای پس‌زنی فلز سنگین Cu (II) می‌گذارد. بیشترین درصد پس‌زنی فلز سنگین Cu (II) در زمان ۴۵ دقیقه با مقدار ۷۲/۴۴٪ بدست آمد.

شکل (۷) عملکرد عملکرد بیوراکتور غشایی برای پس‌زنی فلز سنگین Pb (II) موجود در پساب پتروشیمی در زمان‌های متفاوت، فشار ۸ بار، دبی ۴ لیتر بر دقیقه و دمای محیط را نشان می‌دهد. همان طور که مشاهده می‌شود با گذشت زمان عملکرد بیوراکتور غشایی برای پس‌زنی فلز سنگین Pb (II) بهتر می‌شود. بیشترین درصد پس‌زنی فلز سنگین Pb (II) در زمان ۶۰ دقیقه با مقدار ۸۹/۶۵٪ بدست آمد.

۴. نتیجه‌گیری

از جدیدترین فناوری‌هایی که در زمینه تصفیه آب و پساب توسط محققان و سازمان‌های محیط زیست دنیا مورد توجه قرار گرفته است بیوراکتورهای غشایی (MBR) می‌باشد. این فناوری اولین بار در حدود ۴۰ سال پیش مورد استفاده قرار گرفته و امروزه به عنوان یکی از روش‌های مؤثر، جدید و کارآمد برای تصفیه آب و پساب مورد استقبال محققان و صنایع قرار گرفته است. بیشترین مقدار TSS مربوط به پساب ورودی با مقدار ۳۴۹ میلی‌گرم بر لیتر و کمترین مقدار در زمان ۶۰ دقیقه با مقدار ۱۸۵ میلی‌گرم بر لیتر بدست آمده است. بیشترین مقدار DO مربوط به خوراک ورودی با میزان ۴/۴ میلی‌گرم بر لیتر و همچنین کمترین مقدار DO در مدت ۶۰ دقیقه با میزان ۰/۹۵ میلی‌گرم بر لیتر را بدست آمد که نسبت به خوراک ورودی ۷۸٪ کاهش DO را داریم. در مختلف در زمان‌های متفاوت میزان NTU روند کاهشی دارد. در شرایط مذکور بیشترین مقدار NTU مربوط به پساب ورودی با مقدار ۳۹۰ میلی‌گرم بر لیتر و کمترین مقدار مربوط به حالتی که زمان ۶۰ دقیقه استفاده می‌گردد با مقدار ۱۸۷ میلی‌گرم بر لیتر بدست آمده است. با گذشت زمان عملکرد بیوراکتور برای پس‌زنی فلز سنگین Cu (II) می‌گذارد. بیشترین درصد پس‌زنی فلز سنگین Cu (II) در زمان ۴۵ دقیقه با مقدار ۷۲/۴۴٪ بدست آمد. با گذشت زمان عملکرد بیوراکتور غشایی برای پس‌زنی فلز سنگین Pb (II) بهتر می‌شود. بیشترین درصد پس‌زنی فلز سنگین Pb (II) در زمان ۶۰ دقیقه با مقدار ۸۹/۶۵٪ بدست آمد.

- [1] Cao, X., Ma, J., Shi, X. and Ren, Z. (2006). Effect of TiO_2 nanoparticle size on the performance of PVDF membrane. *Applied Surface Science*, 253(4), 2003-2010.
- [2] Cath, T. Y., Childress, A. E. and Elimelech, M. (2006). Forward osmosis: principles, applications, and recent developments. *Journal of membrane science*, 281(1), 70-87.
- [2] Cath, T. Y., Hancock, N. T., Lundin, C. D., Hoppe-Jones, C. and Drewes, J. E. (2010). A multi-barrier osmotic dilution process for simultaneous desalination and purification of impaired water. *Journal of Membrane Science*, 362(1), 417-426.
- [3] Celik, E., Park, H., Choi, H. and Choi, H. (2011). Carbon nanotube blended polyethersulfone membranes for fouling control in water treatment. *Water research*, 45(1), 274-282.
- [4] Crittenden JC, Rhodes TR, Hand DW, Howe KJ, Tchobanoglous G. *Water Treatment: Principles and design*. 2nd ed. John Wiley & Sons Inc; 2005.
- [5] S.S. Madaeni, E. Enayati, V. Vatanpour, Separation of nitrogen and oxygen gases by polymeric membrane embedded with magnetic nano-particle, *Polym. Adv. Technol.* 22 (2011) 2556–2563.
- [6] P. Jian, H. Yahui, W. Yang, L. Linlin, Preparation of polysulfone- Fe_3O_4 composite ultrafiltration membrane and its behavior in magnetic field, *J. Membr. Sci.* 284 (2006) 9–16.
- [7] Y. Mansourpanah, S.S. Madaeni, A. Rahimpour, M. Adeli, M.Y. Hashemi, M.R. Moradian, Fabrication new PES-based mixed matrix nanocomposite membranes using polycaprolactone modified carbon nanotubes as the additive: property changes and morphological studies, *Desalination* 277 (2011) 171–177.
- [8] S.J. Miller, W.J. Koros, D.Q. Vu, Mixed matrix membrane technology: enhancing gas separations with polymer/molecular sieve composites, in: Z.G.J.C. Ruen Xu, Y. Wenfu (Eds.) *Studies in Surface Science and Catalysis*, Elsevier, 2007, pp. 1590-1596.
- [9] Abudalo, R., Bogatsu, Y., Ryan, J., Harvey, R., Metge, D. and Elimelech, M. (2005). Effect of ferric oxyhydroxide grain coatings on the transport of bacteriophage PRD1 and *Cryptosporidium parvum* oocysts in saturated porous media. *Environmental science & technology*, 39(17), 6412-6419.

پژوهش‌های نوین مقدمه‌مهندسی

تهران، افسریه، ۱۵ متری چهارم،
کوچه ۳۸، پلاک ۲۸، واحد ۲
کرج، آزادگان، ابتدای بلوار مطهری،
کوچه شهید سبحانی، پلاک ۲۸، واحد ۴
۰۲۱ ۳۳۲۰ ۲۴ ۸۷
۰۲۶ ۳۴۴۵ ۳۱ ۳۱
۰۹۹۰ ۵۹۸ ۰۲۰۶
www.NRES.ir