

Original Article

The Impact of Organizational and Managerial Factors on Integrated Resilience Engineering Indicators: A Case Study in a Petrochemical Complex Aimed at Enhancing Employee's Health

Zahra Khosravi ShapourAbadi¹
Zahra Naghavi Konjin^{2*}
Siavash Etemadinezhad³
Jamshid Yazdani Charati⁴

1. MSc Student in Occupational Health, Department of Occupational Health Engineering, Mazandaran University of Medical Sciences, Sari, Iran
2. Assistant Professor, Department of Occupational Health Engineering, School of Public Health, Mazandaran University of Medical Sciences, Sari, Iran
3. Full Professor, Department of Occupational Health Engineering, School of Public Health, Mazandaran University of Medical Sciences, Sari, Iran
4. Full Professor, Department of Biostatistics, School of Public Health, Mazandaran University of Medical Sciences, Sari, Iran

*Corresponding author: Zahra Naghavi Konjin, Department of Occupational Health Engineering, School of Public Health, Mazandaran University of Medical Sciences, Sari, Iran

Email: z.naghavi@mazums.ac.ir

Received: 14 March 2025

Accepted: 21 June 2025

ABSTRACT

Introduction and purpose: Resilience engineering is a modern approach in safety science that focuses on the intrinsic capacity of systems to respond effectively to both anticipated and unanticipated conditions. This study aimed to investigate the extent to which organizational and managerial factors influence the indicators of integrated resilience engineering in a petrochemical complex.

Methods: This descriptive cross-sectional study was carried out in 2021 in one of the petrochemical industries located in Kermanshah Province, Iran. A stratified random sampling method was used to select a sample of 200 participants. Data was collected using two structured questionnaires: a 27-item Integrated Resilience Engineering questionnaire and a 6-item Organizational and Managerial Factors questionnaire. The validity of the tools was confirmed through the Content Validity Ratio (CVR) and Content Validity Index (CVI), and reliability was assessed using test-retest procedures and Cronbach's alpha. Data analysis was conducted using SPSS software (version 28) at a 5% significance level, and efficiency was evaluated through the Data Envelopment Analysis (DEA) method.

Results: Findings revealed that organizational factors had a greater influence on integrated resilience engineering, compared to managerial factors, with mean scores of 7.08 and 6.65, respectively. Based on the DEA, 160 units were classified as efficient under the organizational condition, whereas only 146 units met the efficiency threshold when managerial factors were considered. Moreover, a statistically significant and positive correlation was observed between organizational factors and the learning culture indicator ($\beta=0.499$, $R^2=0.277$). In the ranking of resilience indicators, management commitment emerged as the most robust indicator, while situation awareness received the lowest mean score.

Conclusion: Given the findings, strengthening organizational factors, particularly the learning culture and management commitment, can substantially enhance resilience in complex systems, such as the petrochemical industries. Overall, the level of resilience in the studied complex was rated above average, indicating a promising foundation for further improvement through targeted interventions.

Keywords: Industrial safety, Managerial factors, Organizational factors, Petrochemical industry, Resilience engineering

► **Citation:** Khosravi ShapourAbadi Z, Naghavi Konjin Z, Etemadinezhad S, Yazdani Charati J. The Impact of Organizational and Managerial Factors on Integrated Resilience Engineering Indicators: A Case Study in a Petrochemical Complex Aimed at Enhancing Employees' Health. Journal of Health Research in Community. Spring 2025;11(1): 11-21

مقاله پژوهشی

تأثیر عوامل سازمانی و مدیریتی بر شاخص‌های مهندسی تاب‌آوری یکپارچه: مطالعه موردی در یک مجتمع پتروشیمی در راستای ارتقا سلامت شاغلین

چکیده

زهره خسروی شاپورآبادی^۱
 زهرا نقوی کنجین^{۲*}
 سیاوش اعتمادی نژاد^۳
 جمشید یزدانی جراتی^۴

مقدمه و هدف: مهندسی تاب‌آوری یکی از رویکردهای نوین در علم ایمنی است که به ظرفیت ذاتی سیستم‌ها در مواجهه با شرایط پیش‌بینی شده و غیرمنتظره اشاره دارد. هدف این مطالعه، بررسی میزان تأثیر عوامل مدیریتی و سازمانی بر شاخص‌های مهندسی تاب‌آوری یکپارچه در یک مجتمع پتروشیمی است.

روش کار: این پژوهش توصیفی-مقطعی، در سال ۱۴۰۰، در یکی از صنایع پتروشیمی استان کرمانشاه انجام شد. نمونه‌گیری به روش تصادفی طبقه‌ای انجام گرفت و ۲۰۰ نفر به عنوان حجم نمونه انتخاب شدند. ابزار گردآوری داده‌ها شامل پرسش‌نامه مهندسی تاب‌آوری یکپارچه (۲۷ گویه) و پرسش‌نامه عوامل مدیریتی و سازمانی (۶ گویه) بود. روایی محتوایی ابزارها از طریق نسبت روایی محتوا و شاخص روایی محتوایی پایایی آن‌ها از طریق آزمون-بازآزمون و ضریب آلفای کرونباخ تأیید گردید. آنالیز داده‌ها توسط نرم‌افزار آماری SPSS نسخه ۲۸ در سطح معنی‌داری ۵ درصد و رویکرد تحلیل پوششی داده‌ها انجام گردید.

یافته‌ها: نتایج نشان داد عوامل سازمانی با میانگین نمره ۷/۰۸، نسبت به عوامل مدیریتی با میانگین ۶/۶۵، تأثیر بیشتری بر مهندسی تاب‌آوری یکپارچه دارند. در تحلیل پوششی داده‌ها، ۱۶۰ واحد در شرایط سازمانی و ۱۴۶ واحد در شرایط مدیریتی به‌عنوان کارآمد شناخته شدند. همچنین بین شاخص فرهنگ یادگیری و عوامل سازمانی رابطه مثبت و معناداری وجود داشت ($R^2=0/277$ ، $\beta=0/499$). در رتبه‌بندی شاخص‌ها، تعهد مدیریت با بالاترین میانگین نمره و آگاهی موقعیتی با پایین‌ترین نمره به ترتیب قوی‌ترین و ضعیف‌ترین شاخص‌های تاب‌آوری ارزیابی شدند.

نتیجه‌گیری: با توجه به یافته‌ها، تمرکز بر تقویت عوامل سازمانی و بهبود شاخص‌های کلیدی همچون فرهنگ یادگیری و تعهد مدیریت، می‌تواند به ارتقا سطح تاب‌آوری در سازمان‌های پیچیده، مانند صنایع پتروشیمی، کمک شایانی نماید. سطح کلی تاب‌آوری در مجتمع مورد مطالعه، بالاتر از حد متوسط ارزیابی شد.

واژه‌های کلیدی: مهندسی تاب‌آوری، عوامل سازمانی، عوامل مدیریتی، ایمنی صنعتی، صنعت پتروشیمی

۱. دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی مازندران، ساری، ایران
۲. استادیار، گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی مازندران، ساری، ایران
۳. استاد، متخصص طب کار، گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی مازندران، ساری، ایران
۴. استاد، گروه آمار زیستی، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی مازندران، ساری، ایران

* نویسنده مسئول: زهرا نقوی کنجین، گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی مازندران، ساری، ایران

Email: z.naghavi@mazums.ac.ir

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۱۲/۲۴

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۰۳/۳۱

مقدمه

با وجود سرمایه‌گذاری‌های گسترده در حوزه ارگونومی، موضوعات و مسائل مرتبط با این دانش همچنان از چالش‌های

اصلی در صنایع پتروشیمی محسوب می‌شوند، چرا که فعالیت‌های ارگونومیک معمولاً بر سطح خرد سیستم‌ها (انسان و ماشین) متمرکز هستند [۱]. برای سال‌ها تمرکز محققان حوزه عوامل انسانی و ارگونومی، بیشتر بر مطالعه ویژگی‌های فردی و تعامل انسان با ماشین بوده است. با این حال، در سال‌های اخیر توجه پژوهشگران به عوامل کلان‌تر از جمله سازمان، محیط و ساختارهای مدیریتی معطوف شده است [۲]. این تغییر رویکرد نشان می‌دهد که برای بهبود موثر شرایط کاری و ارتقای ایمنی، تحلیل در سطح کلان (انسان، سازمان، محیط و ماشین) ضروری است.

در این زمینه، ماکروارگونومی به عنوان شاخه‌ای از عوامل انسانی با رویکرد سیستمی معرفی شده است که به طور هم‌زمان به جنبه‌های فنی و سازمانی فعالیت‌های کاری توجه دارد [۳]. هندریک و کلینر، ماکروارگونومی را به عنوان یک سیستم فنی-اجتماعی برای طراحی ساختارهای سازمانی و ارزیابی سیستم‌های کاری تعریف کرده‌اند [۴]. این رویکرد بر اهمیت تاثیر عوامل اجتماعی و سازمانی در طراحی ایمن شغل‌ها تاکید می‌کند [۵]. در مدل‌های ماکروارگونومی، فناوری به عنوان رابط انسان، سازمان، محیط و ماشین در نظر گرفته شده است و اگرچه همه اجزای سیستم در طراحی لحاظ می‌شوند، تمرکز اصلی بر تعامل بین ساختار سازمانی و فناوری با هدف بهینه‌سازی عملکرد سیستم است [۴].

هدف نهایی ماکروارگونومی، بهینه‌سازی سیستم‌های فنی-اجتماعی و بررسی تاثیر ساختارهای سازمانی بر رفتار انسانی و سطح ایمنی است [۶]. یکی از عوامل مهم در پذیرش و اثربخشی ماکروارگونومی، ارتباط آن با سبک‌های مدیریتی است. پژوهش‌ها نشان داده‌اند که سبک‌های مدیریتی مشارکتی، مبتنی بر ارزش‌ها و فرهنگ سازمانی و همراه با در نظر گرفتن قابلیت‌های انسانی، بیشترین تاثیر را در بهبود عملکرد ماکروارگونومیک دارند [۷]. به همین دلیل، مفاهیم طراحی سازمانی و شیوه‌های مدیریت به طور فزاینده‌ای در ارزیابی‌های ارگونومی مورد توجه قرار گرفته‌اند [۸]. در اغلب صنایع، رویکردهای سنتی ایمنی بر تحلیل خطی

قطعی حوادث با تمرکز بر خطای اپراتور استوار هستند، در حالی که در سیستم‌های پیچیده و پویا، به دلیل وجود ارتباطات درونی پیچیده میان اجزا و ماهیت غیرخطی فرآیندها، وقوع رخدادهای غیرقابل پیش‌بینی و تحلیل آن‌ها با مدل‌های خطی ناممکن است [۹، ۱۰]. مطالعات اخیر نیز بر نقش موثر عوامل سازمانی، در کنار عوامل فردی، در شکل‌گیری خطاها و بروز حوادث تاکید دارند. بر همین اساس، روش‌های سنتی ارزیابی ریسک برای تحلیل مخاطرات در سیستم‌های فنی-اجتماعی کارآمد نیستند و نیاز به رویکردهایی وجود دارد که با ویژگی‌های این سیستم‌ها همخوانی بیشتری داشته باشند [۱۱].

در این راستا، مهندسی تاب‌آوری به عنوان رویکردی نوین در علوم ایمنی معرفی شده است. این رویکرد به جای تمرکز صرف بر پیشگیری از خطا، بر قابلیت سیستم برای پیش‌بینی، تطابق، پاسخ‌دهی و یادگیری از اختلالات و بحران‌ها تاکید دارد [۱۲]. مهندسی تاب‌آوری به تغییر نگرش نسبت به ایمنی در سیستم‌های پیچیده منجر شده و بر نقش مثبت انسان در تمامی سطوح سازمانی تاکید می‌کند [۱۳]. در این چارچوب، تاب‌آوری به معنای توانایی ذاتی سیستم برای تنظیم عملکرد انسانی در مواجهه با شرایط پیش‌بینی‌پذیر و پیش‌بینی‌ناپذیر تعریف می‌شود [۱۴]. سطح تاب‌آوری سازمان‌ها، به طور مستقیم تحت تاثیر نگرش مدیران و میزان تعهد آن‌ها به ایمنی قرار دارد. در پژوهشی توسط شیرالی و همکاران (۱۳۹۱)، چهار عامل مدیریتی شامل تمرکز مدیریتی، مدیریت تغییر، مدیریت ریسک و تعهد مدیریت به ایمنی به عنوان مولفه‌های موثر بر تاب‌آوری شناسایی شدند [۱۵].

هولناک‌ترین شش شاخص کلیدی برای ارزیابی تاب‌آوری معرفی کرده است که عبارتند از: تعهد مدیریت، فرهنگ گزارش‌دهی، فرهنگ یادگیری، آگاهی موقعیتی، آمادگی و انعطاف‌پذیری [۱۶]. با توجه به ضرورت بهبود مستمر در سازمان‌های تاب‌آور، آزاده و همکاران (۱۳۹۵) در پژوهشی با هدف ارتقای سطح تاب‌آوری، تاثیر چهار عامل خودسازمان‌دهی، کار تیمی، افزونگی و تحمل خطا

را بر شاخص‌های مذکور بررسی کردند و در نهایت مدل مهندسی تاب آوری یکپارچه را با ده شاخص معرفی نمودند [۱۷]. با توجه به اهمیت روزافزون تاب آوری سازمانی در مدیریت ایمنی سیستم‌های پیچیده، به‌ویژه در صنایع پرخطر نظیر پتروشیمی و تأثیر مستقیمی که بر ابعاد مختلف سیستم‌های HSE دارد، ارتقای شاخص‌های تاب آوری، نه تنها کارکردهای ایمنی را بهبود می‌بخشد، بلکه به تقویت سلامت شغلی و عملکرد زیست‌محیطی در سازمان نیز منجر می‌گردد [۱۸]. از این رو، مطالعه حاضر با بهره‌گیری از ده شاخص مهندسی رزیلیانس یکپارچه با هدف بررسی تأثیر عوامل مدیریتی و سازمانی بر شاخص‌های مهندسی تاب آوری یکپارچه در یکی از مجتمع‌های پتروشیمی استان کرمانشاه طراحی و اجرا شده است.

روش کار

مطالعه حاضر یک مطالعه توصیفی-مقطعی می‌باشد که در سال ۱۴۰۰ در مجتمع پتروشیمی کرمانشاه انجام گرفت. نمونه‌گیری به روش تصادفی طبقه‌ای و بر اساس فرمول نمونه‌گیری تصادفی انجام گرفت و حجم نمونه ۲۰۰ نفر برآورد گردید (معادله ۱):

$$n = \frac{\left(\frac{z\alpha}{2} + z\beta\right)^2}{\omega^2} + 3 = 199 \approx 200 \quad \alpha = 0.05 \quad \beta = 0.2 \quad \omega = 0.2 \quad \rho = 0.2$$

معیار ورود به مطالعه، داشتن حداقل یک سال سابقه کار و آشنایی با شرایط حاکم بر مجتمع بود. نمونه‌های آماری از واحدهای مختلف مجتمع سازمان انتخاب شدند: واحد HSE (۱۰ نفر)، حراست (۱۰ نفر)، واحدهای فرایندی و شیمیایی (۷۵ نفر)، واحد اداری (۵۰ نفر)، آزمایشگاه (۵ نفر)، تاسیسات (۲۰ نفر) و فاز ۲ عملیاتی (۳۰ نفر).

جهت جمع‌آوری داده‌ها، از دو پرسش‌نامه استفاده شد: پرسش‌نامه مهندسی تاب آوری یکپارچه (بر اساس مدل آزاده و همکاران، ۱۳۹۵) و پرسش‌نامه عوامل مدیریتی و سازمانی (بر اساس مدل آزاده و همکاران، ۱۳۹۶) [۱۷، ۱۹].

برای بررسی روایی محتوایی، شاخص‌های نرخ روایی محتوا و شاخص روایی محتوایی با استفاده از نظر ۱۰ نفر از خبرگان محاسبه شد. جهت محاسبه پایایی از روش آلفای کرونباخ استفاده گردید. مقدار آلفای کرونباخ اولیه برای پرسش‌نامه تاب آوری کمتر از ۰/۷ بود، که با حذف سه سوال به مقدار قابل قبول بالاتر از ۰/۷ رسید (آلفای کرونباخ برای تک تک فاکتورها به صورت جداگانه هم برآورد گردید که در تمام ابعاد مقدار عددی آن بالاتر از ۰/۷ بود). در مورد پرسش‌نامه عوامل سازمانی و مدیریتی نیز، مقدار آلفای کرونباخ با حذف دو سوال از پرسش‌نامه به حد قابل قبول بالاتر از ۰/۷ رسید. در نهایت، پرسش‌نامه مهندسی تاب آوری با ۲۷ سوال و پرسش‌نامه عوامل سازمانی و مدیریتی با ۶ سوال تنظیم شد. مراحل اجرای پژوهش به شرح زیر است:

۱. ارزیابی تأثیر عوامل مدیریتی و سازمانی بر تاب آوری یکپارچه با استفاده از تحلیل پوششی داده‌ها (Data Envelopment Analysis) از طریق محاسبه تعداد واحدهای کارآمد:

در این گام، برای تحلیل کارایی واحدهای تصمیم‌گیرنده، از مدل بازگشت به مقیاس متغیر و رویکرد خروجی محور استفاده شد. عوامل مدیریتی و سازمانی به عنوان متغیرهای ورودی و شاخص‌های مهندسی تاب آوری یکپارچه به عنوان متغیرهای خروجی در مدل تعریف شدند. بر اساس نتایج تحلیل، تعداد واحدهای کارآمد در دو حالت (الف: عوامل مدیریتی، ب: عوامل سازمانی) محاسبه شد تا مشخص گردد کدام دسته از عوامل تأثیر بیشتری بر سطح تاب آوری دارند.

۲. تعیین شاخص تأثیرپذیرتر تاب آوری

در این مرحله، ابتدا همبستگی بین شاخص‌های تاب آوری و عوامل مدیریتی و سازمانی با آزمون اسپیرمن در نرم‌افزار SPSS بررسی شد. سپس برای تعیین تأثیر هر شاخص، از رگرسیون خطی ساده استفاده گردید.

۳. رتبه‌بندی شاخص‌های تاب‌آوری یکپارچه

برای اولویت‌بندی شاخص‌ها، میانگین نمرات هر شاخص محاسبه و رتبه‌بندی شد. شاخص با بالاترین میانگین در رتبه اول و شاخص با پایین‌ترین میانگین در انتهای رتبه‌بندی قرار گرفت. این رتبه‌بندی نشان‌دهنده وضعیت نسبی شاخص‌ها در سازمان مورد بررسی بود.

تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۸ و روش تحلیل پوششی داده‌ها انجام گرفت. سطح معناداری آزمون‌ها ۰/۰۵ در نظر گرفته شد.

یافته‌ها

در این مطالعه ۲۲۰ پرسش‌نامه بین کارکنان مجتمع پتروشیمی توزیع شد که از این تعداد، ۲۰۶ مورد بازگشت داده شد. پس از بررسی، شش پرسش‌نامه به دلیل نقص در تکمیل، کنار گذاشته شد و در نهایت ۲۰۰ پرسش‌نامه در تحلیل آماری مورد استفاده قرار گرفت. از نظر ویژگی‌های جمعیت‌شناختی، ۹۵ درصد از پاسخ‌دهندگان مرد و ۹۵ درصد دارای تحصیلات دانشگاهی بودند. میانگین سنی شرکت‌کنندگان، ۳۷/۴ با انحراف معیار ۰/۷ سال بود و دامنه سنی افراد بین ۲۸ تا ۴۶ قرار داشت. میانگین نمرات کسب‌شده برای عوامل سازمانی و عوامل مدیریتی به ترتیب ۷/۰۷۶ و ۶/۶۵۰ گزارش گردید.

۱. تاثیر عوامل مدیریتی و سازمانی بر مهندسی تاب‌آوری

یکپارچه

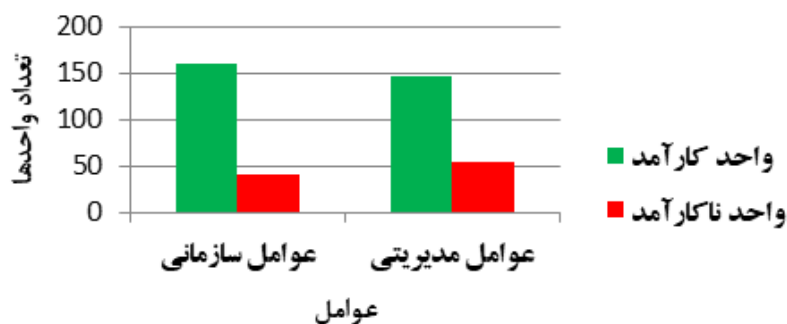
برای ارزیابی تاثیر عوامل مدیریتی و سازمانی بر مهندسی تاب‌آوری یکپارچه، از رویکرد تحلیل پوششی داده‌ها استفاده شد. نتایج تحلیل نشان داد که عوامل سازمانی نسبت به عوامل مدیریتی تاثیر بیشتری بر مهندسی تاب‌آوری دارند. بر اساس نتایج، در شرایط در نظر گرفتن عوامل سازمانی، ۱۶۰ واحد به عنوان کارآمد و ۴۰ واحد ناکارآمد شناسایی شدند؛ در حالی که در شرایط در نظر گرفتن عوامل مدیریتی، تعداد واحدهای کارآمد ۱۴۶ و واحدهای ناکارآمد ۵۴ واحد بود (نمودار ۱). این یافته‌ها نشان می‌دهند که عوامل سازمانی نقش موثرتری در بهبود شاخص‌های تاب‌آوری ایفا می‌کنند.

۲. شناسایی تاثیرگذارترین شاخص مهندسی تاب‌آوری

یکپارچه

نتایج آزمون همبستگی اسپیرمن حاکی از وجود ارتباط مثبت و معنادار ($p < ۰/۰۵$) بین تمامی شاخص‌های تاب‌آوری و عامل سازمانی بود. شاخص «فرهنگ یادگیری»، بیشترین همبستگی و شاخص «تحمل خطا»، کمترین همبستگی را با عوامل سازمانی نشان داد (جدول ۱).

در ادامه، تحلیل رگرسیون خطی ساده بین شاخص فرهنگ یادگیری و عوامل سازمانی انجام شد. مقدار ضریب تعیین (R^2)



نمودار ۱: تاثیر عوامل مدیریتی و سازمانی بر مهندسی تاب‌آوری یکپارچه

جدول ۱: نتایج آزمون همبستگی اسپیرمن بین شاخص‌های تاب آوری یکپارچه و عوامل سازمانی

شاخص‌های تاب آوری یکپارچه	آمادگی	آگاهی	فرهنگ یادگیری	فرهنگ گزارش‌دهی	انعطاف‌پذیری	تحمل خطا	خودسازمان‌دهی	کارگروهی	افزونگی	تعهد مدیریتی
عوامل سازمانی	۰/۴۵۷	۰/۲۹۱	۰/۴۹۴	۰/۴۳	۰/۴۳۳	۰/۱۳۴	۰/۳۹۶	۰/۲۶۰	۰/۲۸۱	۰/۳۶۰

برابر با ۰/۲۷۷ و ضریب بتا (β) برابر با ۰/۴۹۹ برآورد گردید. این نتایج بیانگر آن است که تقریباً ۲۸ درصد از تغییرات شاخص فرهنگ یادگیری توسط عوامل سازمانی تبیین می‌شود. به ازای هر واحد بهبود در نمره عوامل سازمانی، ۰/۴۹۹ واحد افزایش در نمره شاخص فرهنگ یادگیری مشاهده می‌شود.

بحث و نتیجه‌گیری

هدف اصلی این مطالعه، بررسی میزان تاثیر عوامل مدیریتی و سازمانی بر شاخص‌های مهندسی تاب آوری یکپارچه، با استفاده از رویکرد تحلیل پوششی داده‌ها بود. نتایج نشان داد که سطح کلی تاب آوری در سازمان مورد مطالعه، بالاتر از میانگین (۶/۳۶۹) ارزیابی شده است. در عین حال، عوامل سازمانی نسبت به عوامل مدیریتی تاثیر بیشتری بر مهندسی تاب آوری یکپارچه داشتند. این نتیجه با یافته‌های مطالعه آزاده و همکاران، هم‌راستا است که در آن، عوامل سازمانی نسبت به عوامل مدیریتی در ارتقای تاب آوری پالایشگاه گاز نقش موثرتری داشته‌اند [۱۹].

این یافته نشان می‌دهد که برای ارتقای سطح تاب آوری در صنایع پرخطر، تمرکز بر بهبود ساختارهای سازمانی، فرآیندهای اطلاع‌رسانی و فرهنگ سازمانی می‌تواند اثربخش‌تر از صرفاً تغییر در شیوه‌های مدیریت باشد. چنین رویکردی با مبانی نظری مهندسی تاب آوری و ماکروارگونومی نیز هم‌خوانی دارد، که تاکید آن‌ها بر تعامل سیستماتیک میان انسان، سازمان و فناوری است. بر اساس تحلیل همبستگی، بالاترین میزان همبستگی بین عوامل سازمانی و شاخص فرهنگ یادگیری مشاهده شد. همچنین نتایج تحلیل رگرسیون ساده نشان داد که تقریباً ۲۸ درصد از تغییرات شاخص فرهنگ یادگیری

۳. رتبه‌بندی شاخص‌های مهندسی تاب آوری یکپارچه

میانگین نمرات هر یک از شاخص‌های تاب آوری توسط نرم‌افزار SPSS محاسبه و بر اساس آن رتبه‌بندی شاخص‌ها انجام گرفت (جدول ۲). نتایج نشان داد شاخص تعهد مدیریتی، بالاترین نمره و شاخص آگاهی، پایین‌ترین نمره را کسب کرده‌اند. این رتبه‌بندی بیانگر آن است که در سازمان مورد مطالعه، تعهد

جدول ۲: رتبه‌بندی شاخص‌های مهندسی تاب آوری یکپارچه بر اساس میانگین نمره کسب شده

شاخص	میانگین	انحراف معیار	رتبه
تعهد مدیریتی	۷/۷۴۸	۰/۷	۱
افزونگی	۷/۰۵۷	۰/۴	۲
فرهنگ گزارش‌دهی	۶/۷۰	۰/۴	۳
خود سازمان‌دهی	۶/۳۳۶	۰/۳	۴
فرهنگ یادگیری	۶/۳	۰/۳۴	۵
آمادگی	۶/۱	۰/۴۳	۶
انعطاف‌پذیری	۶/۰۵۸	۰/۶۱	۷
کارگروهی	۵/۹۷	۰/۶۶	۸
تحمل خطا	۵/۷۵۲	۰/۲	۹
آگاهی	۵/۶۷۵	۰/۴	۱۰
میانگین کل	۶/۳۶۹	۰/۴۴	-

توسط عوامل سازمانی قابل تبیین است ($R^2 = 0/277$). این یافته حاکی از آن است که تقویت عوامل سازمانی می‌تواند به طور مستقیم منجر به بهبود فرهنگ یادگیری و در نهایت ارتقای تاب‌آوری سازمان شود. ارتقای تاب‌آوری از سوی دیگر با بهبود تعهد مدیریت بیشتری تأثیر را بر عملکرد زیست‌محیطی، فرهنگ یادگیری بر بهداشت، آمادگی بر ارگونومی و آگاهی بر ایمنی نشان داده است.

در همین راستا، یافته‌های مرور دامنه‌ای بنتو و همکاران (۲۰۲۱) نیز نشان می‌دهد که اگرچه ایمنی یکی از محورهای اصلی در مطالعات تاب‌آوری در صنایع نفت و گاز است، اما ظرفیت سازمان برای یادگیری و تولید دانش جدید در واکنش به رویدادهای غیرمنتظره نیز به‌عنوان یکی از ابعاد کلیدی تاب‌آوری باید مورد توجه قرار گیرد. این تحلیل با نتایج مطالعه حاضر هم‌راستاست که در آن، شاخص فرهنگ یادگیری به‌عنوان یکی از شاخص‌های تأثیرپذیر از عوامل سازمانی شناسایی شد. این همخوانی بر اهمیت شناخت الگوهای تعاملی نوظهور و فرآیندهای تطبیقی در سازمان‌های پیچیده مانند پتروشیمی تأکید دارد و بیانگر آن است که تاب‌آوری موثر نه تنها در تداوم ایمنی، بلکه در ارتقای ظرفیت‌های شناختی و سازگاری سازمانی نقش‌آفرین است [۲۰]. با این وجود، در رتبه‌بندی شاخص‌های تاب‌آوری، فرهنگ یادگیری با میانگین نمره ۶/۳ در رتبه پنجم قرار گرفت که نشان می‌دهد علی‌رغم اهمیت این شاخص، وضعیت فعلی آن در سازمان مطلوب نیست و نیاز به بهبود دارد. تحلیل سوالات این شاخص نشان داد که کمترین نمره مربوط به آیتمی درباره به‌روزرسانی دستورالعمل‌ها پس از حوادث بوده است (آیا بازخوردها یا تجدید نظرهایی که هنگام وقوع حوادث انجام می‌شود، تغییر دستورالعمل‌ها و خط مشی‌ها، بعد از هر حادثه در اختیار شما قرار می‌گیرند؟).

یافته‌های مطالعه حاضر درباره تأثیر قابل توجه عوامل سازمانی بر شاخص‌های مهندسی تاب‌آوری، با نتایج مطالعه شیرالی و همکاران (۱۳۹۰) که به ارزیابی مهندسی تاب‌آوری بر مبنای فاکتورهای مدیریتی و فرهنگ ایمنی پرداختند، هم‌راستا است. در

هر دو مطالعه، ضعف در ساختارهای سازمانی از جمله آموزش‌های ایمنی، مدیریت تغییر و آگاهی موقعیتی، به‌عنوان چالش‌های کلیدی در تحقق تاب‌آوری سازمانی موثر شناسایی شده‌اند. در مطالعه یاد شده، بیش از ۸۸ درصد از کارکنان و مدیران، آموزش‌های منسوخ یا ناکارآمد دریافت کرده‌اند و در بیش از ۹۰ درصد از تغییرات، مستندسازی موثری صورت نگرفته است، یافته‌هایی که با نمرات پایین شاخص‌های آگاهی و فرهنگ یادگیری در مطالعه ما نیز مطابقت دارند. همچنین تقدم تولید بر ایمنی و بی‌توجهی به بازخوردهای حوادث در هر دو مطالعه، نشان‌دهنده چالشی فرهنگی است که می‌تواند تعهد مدیریت به ایمنی و تاب‌آوری را تضعیف کند. این شباهت‌ها بیانگر آن هستند که در صنایع پیچیده‌ای مانند پتروشیمی، تمرکز صرف بر اصلاحات مدیریتی بدون بازنگری در ساختارهای سازمانی و فرهنگ ایمنی، نمی‌تواند منجر به ارتقای واقعی تاب‌آوری شود. بنابراین، یافته‌های هر دو مطالعه بر ضرورت به‌کارگیری یک رویکرد یکپارچه و سیستم‌محور با تمرکز بر بهبود عوامل سازمانی، ارتقای فرهنگ یادگیری و بازمهندسی فرآیند مدیریت تغییر تأکید دارند [۱۵]. در همین راستا، نتایج مرور نظام‌مند و چارچوب پیشنهادی ارائه شده توسط پیلاری و مورل (۲۰۲۰) این دیدگاه را تقویت می‌کند. شاخص‌هایی نظیر تعهد مدیریت، فرهنگ یادگیری، انعطاف‌پذیری و آگاهی از جمله مهم‌ترین ابعاد مهندسی تاب‌آوری هستند که در صنایع پرخطر، از جمله صنعت پتروشیمی، بیشترین فراوانی در سنجش را دارند و به‌عنوان ارکان بنیادین ظرفیت تاب‌آوری سازمانی عمل می‌کنند [۲۱]. همچنین نتایج مطالعه حاضر با یافته‌های پژوهش دیگری که توسط شیرالی و همکاران (۱۳۹۰) که در یک مجتمع شیمیایی با هدف شناسایی چالش‌های پیاده‌سازی مهندسی تاب‌آوری انجام شده، هم‌راستا است. در آن مطالعه، عواملی چون اولویت دادن تولید نسبت به ایمنی، نبود نظام موثر گزارش‌دهی، رویه‌ها و دستورالعمل‌های منسوخ و ضعف در بازخورد و یادگیری سازمانی، به‌عنوان موانع کلیدی تحقق تاب‌آوری شناسایی شدند، عواملی که با نتایج مطالعه

حاضر در زمینه پایین بودن نمره شاخص‌های آگاهی و فرهنگ یادگیری و نیز امتیاز نسبتاً پایین سوال مربوط به حمایت مدیریت از توقف تولید در مواقع بحرانی، تطابق دارند. این هم‌راستایی نشان می‌دهد که چالش‌های پیاده‌سازی تاب‌آوری نه تنها در سطح فنی، بلکه عمدتاً در لایه‌های فرهنگی و مدیریتی سازمان‌ها ریشه دارند و پرداختن به آن‌ها نیازمند تغییر در بینش مدیریتی از نگاه گذشته‌نگر به آینده‌نگر است؛ موضوعی که در پژوهش مذکور نیز به عنوان یک نتیجه کلیدی مطرح شده است [۲۲].

از سوی دیگر، میانگین نمره شاخص تعهد مدیریت، بالاتر از سایر شاخص‌ها بود و در رتبه نخست قرار گرفت. این موضوع با مطالعات پیشین از جمله تحقیقات شیرالی و همکاران و جعفری ندوشن و همکاران نیز تطابق دارد که تعهد مدیریت را به عنوان مهم‌ترین مولفه تاب‌آوری شناسایی کرده‌اند [۲۳، ۲۴]. تاثیر مدیریت ارشد بر فرهنگ سازمانی، هم از منظر نظری و هم تجربی اثبات شده است. بدون حمایت مدیریت، اجرای موفق سیاست‌های ایمنی و تاب‌آوری با چالش جدی مواجه خواهد بود. مدیریت ارشد سازمان با حمایت در زمینه‌های طرح‌ریزی، مالی، مشارکت فعال، تمرکززدایی، ممیزی و بازرسی و همکاری دیگر عوامل می‌تواند به ایجاد و پایداری فرهنگ ایمنی و در نتیجه بهبود تاب‌آوری سازمان کمک کند [۲۵].

با این حال، نتایج نشان دادند که پایین‌ترین نمره در میان سوالات مربوط به تعهد مدیریت، به پرسشی اختصاص داشت که درباره توقف تولید در مواقع تهدید ایمنی بود («آیا رئیس شما اگر ایمنی در خطر باشد، شما را تشویق می‌کند که تولید را متوقف کنید؟» با میانگین = ۵/۴۳). این یافته با پژوهش آزاده و همکاران (۱۳۹۲) نیز هم‌راستا است که کارکنان در آن اظهار کرده بودند مدیریت، تولید را بر ایمنی ترجیح می‌دهد [۲۶]. این امر بیانگر چالشی بنیادین در نهادینه‌سازی فرهنگ ایمنی است و نشان می‌دهد تعهد مدیریت در سطح سیاست‌گذاری وجود دارد، اما در عمل هنوز با ملاحظات تولید در تضاد قرار می‌گیرد.

از سوی دیگر، شاخص آگاهی، کمترین میانگین نمره را در میان شاخص‌ها داشت. این یافته با پژوهش شیرالی و همکاران مطابقت دارد، که آگاهی را به عنوان ضعیف‌ترین شاخص تاب‌آوری ارزیابی کرده‌اند [۲۳]. در مطالعه حاضر نیز نمره پایین‌تر این شاخص، عمدتاً مربوط به ادراک ضعیف کارکنان از آموزش‌های ایمنی و کاربست آن‌ها در عمل بوده است. علل احتمالی این مسئله را می‌توان در اجرای کلی و غیراختصاصی آموزش‌ها، عدم نیازسنجی شغلی، ضعف در محتوا و روش‌های آموزشی جستجو کرد.

مطالعات پیشین نیز این مسئله را تایید می‌کنند. به عنوان نمونه، کیالستری و همکاران (۲۰۰۸) به ناکارآمدی آموزش‌های گروهی اشاره کرده‌اند [۲۷]. همچنین مک‌الیستر و همکاران (۲۰۰۹) تاکید کرده‌اند که ادغام مفاهیم تاب‌آوری در آموزش‌ها می‌تواند به پرورش تفکر انعطاف‌پذیر و جستجوی راهکارهای نو در مواجهه با بحران‌ها کمک کند [۲۸].

با وجود تلاش در طراحی دقیق مطالعه و بهره‌گیری از رویکرد تحلیلی پوششی داده‌ها، این پژوهش با محدودیت‌هایی همراه بوده است. نخست، استفاده انحصاری از پرسش‌نامه به عنوان ابزار جمع‌آوری داده‌ها، می‌تواند داده‌های به‌دست آمده را تحت تاثیر برداشت‌های ذهنی، نگرش‌های فردی و سطح ادراک کارکنان قرار دهد. این موضوع ممکن است منجر به سوگیری در پاسخ‌ها یا تفاسیر سطحی از شاخص‌های عمیق تاب‌آوری شود. همچنین، به دلیل محدودیت‌های اجرایی، امکان تحلیل تفکیکی نتایج بر اساس ویژگی‌های شغلی، تجربه کاری یا سطح سازمانی پاسخ‌دهندگان فراهم نبود؛ عاملی که می‌توانست دقت تحلیل‌ها را افزایش دهد. از دیگر محدودیت‌ها می‌توان به محدودیت جغرافیایی نمونه‌گیری اشاره کرد که تعمیم نتایج به سایر صنایع مشابه را با احتیاط مواجه می‌سازد. به همین دلیل، پیشنهاد می‌شود در مطالعات آینده از روش‌های ترکیبی کمی-کیفی (نظیر مصاحبه‌های عمیق، مشاهده سازمانی، تحلیل محتوا) به منظور افزایش دقت تحلیل و غنای

مفهومی بهره گرفته شود.

از مهم‌ترین نقاط قوت این مطالعه می‌توان به به‌کارگیری هم‌زمان شاخص‌های مهندسی تاب‌آوری یکپارچه و عوامل مدیریتی-سازمانی اشاره کرد که کمتر در مطالعات پیشین به‌صورت تلفیقی بررسی شده‌اند. همچنین استفاده از رویکرد تحلیل پوششی داده‌ها به‌عنوان یک روش مبتنی بر ارزیابی کارایی چند شاخصه، نوآوری قابل توجهی در ارزیابی عملکرد تاب‌آور سازمان ارائه کرده است. از سوی دیگر، شناسایی شاخص تأثیرپذیرتر از میان شاخص‌های تاب‌آوری (فرهنگ یادگیری)، در کنار تحلیل رتبه‌بندی شده شاخص‌ها، ابزاری ارزشمند برای سیاست‌گذاری ایمنی در سازمان‌ها محسوب می‌شود.

در کنار محدودیت‌های روش‌شناسی، برخی نقاط ضعف در طراحی مفهومی نیز قابل ذکر است. به‌عنوان مثال، اگرچه رویکرد مهندسی تاب‌آوری ذاتاً سیستمی و پویا است، در این مطالعه عمدتاً از داده‌های مقطعی استفاده شده است. در نتیجه، تحلیل روندی یا طولی از پویایی تاب‌آوری در طول زمان ممکن نبوده است. همچنین به دلیل عدم بررسی عمیق عوامل زمینه‌ای (نظیر ساختار قدرت، فرهنگ سازمانی یا فشارهای تولیدی)، بخشی از پیچیدگی‌های درونی سیستم تاب‌آور ممکن است مغفول مانده باشد. از این رو توصیه می‌شود در مطالعات آینده، از چارچوب‌های سیستمی-تفسیری برای فهم عمیق‌تر از بسترهای شکل‌گیری تاب‌آوری سازمانی استفاده گردد.

نتایج این مطالعه نشان داد که سطح کلی تاب‌آوری در مجتمع پتروشیمی مورد بررسی، بالاتر از حد متوسط ارزیابی شده است. با این حال، به‌منظور ارتقای تاب‌آوری سازمان، تمرکز بر تقویت عوامل سازمانی به‌ویژه شاخص‌های فرهنگ یادگیری و تعهد مدیریت ضروری به‌نظر می‌رسد. فراهم‌سازی بسترهای یادگیری سازمانی، ارتقای مشارکت کارکنان در فرآیندهای ایمنی و تقویت رویکردهای آینده‌نگر در مدیریت، می‌تواند نقش مهمی در افزایش ظرفیت تاب‌آوری ایفا کند.

اگرچه این سازمان از نقاط قوتی نظیر نیروی انسانی با مهارت‌های چندگانه، افزونگی تجهیزات و از دانش فنی مناسب برخوردار است، با این حال، برخی از شاخص‌های کلیدی مهندسی تاب‌آوری دارای میانگین نمرات پایین‌تری بوده‌اند، موضوعی که بیانگر وجود چالش‌های ساختاری و فرهنگی در مسیر تداوم ایمنی و تاب‌آوری است. از جمله این چالش‌ها می‌توان به اولویت‌دادن به تولید به‌جای ایمنی، عدم به‌روزرسانی مستمر دستورالعمل‌ها، کمبود بودجه‌های اختصاص‌یافته به ایمنی، ضعف در نظام آموزشی و محتوای دوره‌ها و در نهایت، عدم درک ملموس از مزایای مهندسی تاب‌آوری نزد مدیریت و کارکنان اشاره کرد. بنابراین، تحقق تاب‌آوری اثربخش در چنین سازمان‌هایی نیازمند رویکردی یکپارچه، تلفیقی از مداخلات سازمانی، آموزشی و فرهنگی است که همسو با اهداف ایمنی، توسعه پایدار و بهره‌وری صنعتی حرکت کند.

قدردانی

این مطالعه برگرفته از پایان‌نامه کارشناسی ارشد با شماره طرح ۱۰۴۸۴ و کد اخلاق در پژوهش‌های پزشکی IR.MAZUMS. REC.۱۴۰۰.۶۰۰ است، که با حمایت معاونت تحقیقات و فناوری دانشگاه علوم پزشکی مازندران انجام شده است. نویسندگان مقاله بدین وسیله مراتب قدردانی و سپاس خود را از تمامی کسانی که در فرآیند اجرای پژوهش همکاری داشته‌اند، ابراز می‌دارند.

تضاد در منافع

نویسندگان این مقاله اعلام می‌دارند که هیچ‌گونه تضاد منافی در ارتباط با موضوع تحقیق و نتیجه‌گیری‌های ارائه شده در این مطالعه وجود ندارد.

مشارکت نویسندگان

حمایت مالی

زهرا خسروی شاپورآبادی: مفهوم سازی، جمع آوری و سازمان دهی داده ها و تدوین پیش نویس مقاله
 زهرا نقوی کنجین: طراحی مطالعه، اصلاح پروپوزال و تدوین روش شناسی پژوهش، مدیریت پروژه، بازبینی و ویرایش مقاله
 سیاوش اعتمادی نژاد: اصلاح پروپوزال، مفهوم سازی پژوهش، بررسی و ارزیابی محتوای پروپوزال
 جمشید یزدانی چراتی: تحلیل داده ها و تفسیر نتایج

پژوهش حاضر با حمایت مالی معاونت تحقیقات و فناوری دانشگاه علوم پزشکی مازندران انجام شده است.

دسترسی داده ها

به دلیل تعهد به حفظ محرمانگی جزئیات اطلاعات، امکان به اشتراک گذاری داده ها وجود ندارد.

References

- Hendrick HW. Future directions in macroergonomics. *Ergonomics*. 1995;38(8):1617-1624.
- Rivera-Rodriguez AJ, McGuire K, Carayon P, Kleiner B, Wears R, Robertson M, et al. Multi-level ergonomics: determining how to bound your system. *Proc Hum Factors Ergon Soc. Annu Meet*. 2013;57(1):389-393.
- Carayon P, Karsh BT, Gurses AP, Holden RJ, Hoonakker P, Hundt AS, et al. Macroergonomics in health care quality and patient safety. *Rev Hum Factors Ergon*. 2013;8(1):4-54.
- Hendrick HW, Kleiner BM. *Macroergonomics: An introduction to work system design*. Human Factors and Ergonomics Society Publisher; 2001.
- Hendrick HW, Kleiner BM. *Macroergonomics: Theory, methods, and applications* (1st ed). Lawrence Erlbaum Associates Publishers; 2002.
- Carayon P. Human factors of complex sociotechnical systems. *Appl Ergon*. 2006;37(4):525-535.
- Erensal YC, Albayrak E. Successful adoption of macroergonomics in manufacturing: Using a multicriteria decision-making methodology-analytic hierarchy process. *Hum Factors Ergon Man*. 2004;14(4):353-377.
- Hendrick H. Macroergonomics: A concept whose time has come. *Human Factors Society Bulletin*. 1987.
- Abech M, Berg G, Delis M, de Macedo Guimarães LB, Woods D. Analyzing resilience of an oil distribution plant. In 2006 IEEE Systems and Information Engineering Design Symposium. IEEE; 2006.
- Dekker S, Hollnagel E, Woods D, Cook R. Resilience engineering: new directions for measuring and maintaining safety in complex systems. Lund University School of Aviation. 2008.
- Shirali GA, Mohammadfam I, Ebrahimipour V. A new method for quantitative assessment of resilience engineering by PCA and NT approach: A case study in a process industry. *Reliab Eng Syst Saf*. 2013;119:88-94.
- Becker P, Tehler MAH. An emergent means to assurgent ends: Societal resilience for safety and sustainability. In : Nemeth CP, Hollnagel E, editors. *Resilience Engineering in Practice, Volume 2* (1st ed). CRC Press; 2016: 29-40.
- Huber S, van Wijgerden I, de Witt A, Dekker SW. Learning from organizational incidents: Resilience engineering for high-risk process environments. *Process Saf Prog*. 2009;28(1):90-95.
- Hollnagel E. Prologue: the scope of resilience engineering. In : Hollnagel E, Paries J, Woods DD, Wreathall J, editors. *Resilience engineering in practice* (1st ed). Ashgate Publishing Company, Burlington; 2011.
- Shirali GHA, Mohammadfam I, Motamedzade M, Ebrahimipour V, Moghimbeigi A. Assessing resilience engineering based on safety culture and managerial factors. *Process Saf Prog*. 2012;31(1):17-18.

16. Hollnagel E, Woods DD, Leveson N. Resilience engineering: Concepts and precepts. Ashgate Publishing, Ltd.; 2006.
17. Azadeh A, Salehi V, Mirzayi M. The impact of redundancy and teamwork on resilience engineering factors by fuzzy mathematical programming and analysis of variance in a large petrochemical plant. *Saf Health Work*. 2016;7(4):307-316.
18. Zarrin M, Azadeh A. Mapping the influences of resilience engineering on health, safety, and environment and ergonomics management system by using Z-number cognitive map. *Hum Factors Ergon Man*. 2019;29(2):141-153.
19. Azadeh A, Salehi V, Mirzayi M, Roudi E. Combinatorial optimization of resilience engineering and organizational factors in a gas refinery by a unique mathematical programming approach. *Hum. Factors Ergon Man*. 2016;27(1):53-65.
20. Bento F, Garotti L, Mercado MP. Organizational resilience in the oil and gas industry: A scoping review. *Saf Sci*. 2021;133:105036.
21. Pillay M, Morel G. Measuring resilience engineering: an integrative review and framework for benchmarking organisational safety. *Safety*. 2020;6(3):37.
22. Shirali G, Motamedzade M, Mohammadfam I, Ebrahimipour V, Moghimbeigi A. Challenges in building resilience engineering (RE) and adaptive capacity: a field study in a chemical plant. *Process Saf Environ Prot*. 2012;90(2):83-90.
23. Shirali GA, Nematpour L. Evaluation of resilience engineering using super decisions software. *Health Promot Perspect*. 2019;9(3):191-197.
24. Jafari Nodoushan R, Jafari MJ, Shirali GA, Khodakarim S, Khademi Zare H, Hamed Monfared AA. Identifying and ranking of organizational resilience indicators of refinery complex using fuzzy TOPSIS. *J Health Saf Work*. 2017;7(3):219-232.
25. Huang YH, Verma SK, Chang W-R, Courtney TK, Lombardi DA, Brennan MJ, et al. Management commitment to safety vs. employee perceived safety training and association with future injury. *Accid Anal Prev*. 2012;47:94-101.
26. Azadeh A, Salehi V, Ashjari B, Saberi M. Performance evaluation of integrated resilience engineering factors by data envelopment analysis: The case of a petrochemical plant. *Process Saf Environ Prot*. 2014;92(3):231-241.
27. Chialastri A, Pozzi S. Resilience in the aviation system. International conference on computer safety, reliability, and security, Springer; 2008.
28. McAllister M, McKinnon J. The importance of teaching and learning resilience in the health disciplines: a critical review of the literature. *Nurse Educ Today*. 2009;29(4):371-379.