Iran Occupational Health

Iran Occupational Health. 2026 (01 Jan);23: 1

Original Article

http://ioh.iums.ac.ir

Investigating the effect of exposure to volatile organic compounds on the selective attention of individuals

Sajedeh Hassanzadeh, (*Corresponding author), Department of Ergonomics, School of Health, Tehran University of Medical Sciences, Tehran, Iran. hassanzadeh_s@razi.tums.ac.ir
Vafa Feyzi, PhD Candidate of Occupational Health and safety, Department of Occupational Health, School of Public Health and Safety, Shahid Beheshti University of Medical Sciences, Tehran, Iran.
Akram Sadat Jafari Roodbandi, Ph.D. by Research Student in Human Factors and Ergonomics, Research Center for Health Sciences, Institute of Health, Shiraz University of Medical Sciences, Shiraz, Iran
Javad Abbasi, Qom Province Education Department.
Marjan Firoozeh, Department of Occupational Health, School of Health, Shahid Beheshti University of Medical Sciences, Tehran, Iran.
Amir Kavousi, Department of Statistics, School of Health, Shahid Beheshti University of Medical Sciences, Tehran, Iran.

Abstract

Background and aims: Volatile organic compounds have adverse effects on the nervous system and cognitive function of individuals exposed to them. This study aimed to investigate the effects of exposure to these compounds on the selective attention of exposed workers.

Methods: In this cross-sectional study, 103 people working in a paint factory were selected as the case group, and 95 people working in a textile factory were selected as the control group. Data were collected using a researcher-made demographic questionnaire, and sampling of volatile organic compounds was performed using the NIOSH 1501 method. To measure selective attention, the complex Stroop software test was used, and the emotional intelligence of the individuals was calculated using the Raven test. Data analysis was performed using SPSS version 25 software.

Results: The level of toluene in the grinding and packaging section of the paint factory was higher than the permissible limit (ppm < 20), and the cumulative occupational exposure index of mixed solvents in the grinding, packaging, and laboratory sections of this place was higher than the permissible limit. The results of the complex Stroop test showed that there was a significant difference in the mean reaction time of the case and control groups in the performance of the consonant words, while there was no significant difference between the two groups in terms of the mean reaction time of the incongruent words. A significant difference was also obtained between the two groups in the subscales of correct, incorrect, no response, and interference score in the complex Stroop test.

Discussion: The results showed that occupational exposure to volatile organic compounds disrupts the selective attention of workers. This effect was observed in the form of increased reaction time and decreased response accuracy in the Stroop test, and it is consistent with the findings of similar studies.

Conclusion: Volatile organic compounds, in long-term exposure, can affect the selective attention of exposed individuals.

Conflicts of interest: None

Funding: None

Keywords

Volatile Organic Compounds

Cognitive Performance

Selective Attention

Stroop Test

Received: 2024/11/20

Accepted : 2025/10/29

[Downloaded from ioh.iums.ac.ir on 2026-09-16]

[DOI: 10.66224/ioh.23.1.1]

EXTENDED ABSTRACT

INTRODUCTION

Volatile Organic Compounds (VOCs) constitute a broad and heterogeneous class of chemicals that readily evaporate at room temperature and are widely used across numerous industrial sectors, including paint manufacturing, printing, petrochemical processing, and rubber production. Common compounds such as benzene, toluene, ethylbenzene, and xylenes are among the most prevalent VOCs encountered in occupational settings. Because of their high vapor pressures, these substances readily disperse into the ambient air, making inhalation the principal route of exposure for workers operating in inadequately controlled environments. The lipophilic nature of VOCs facilitates their dissolution in adipose tissues and membranes, resulting in bioaccumulation in lipid-rich organs, notably the central nervous system (CNS), liver, and skeletal muscles. This propensity for accumulation contributes to both acute and chronic toxic effects and underpins the long-term health risks associated with repeated or sustained occupational exposure.

A substantial body of evidence links chronic exposure to VOCs with hematological disorders and malignancies, including leukemia and lung cancer, underscoring the systemic toxicity of some members of this chemical class. Beyond systemic impacts, the neurotoxic potential of VOCs has drawn increasing attention. Benzene has been implicated in bone marrow toxicity, whereas chronic exposure to toluene is associated with deleterious effects on the CNS. Mechanistically, the accumulation of these solvents in neural tissue has been associated with axonal injury, neurodegeneration, and disturbances in synaptic transmission and neural network efficiency, leading to measurable decrements in cognition, sensory processing, and psychological functioning. Neurobehavioral outcomes described in the literature include chronic toxic encephalopathy, depressive symptoms, memory impairment, changes in personality, and slowing of reaction time, highlighting a profile of cognitive and affective vulnerability in exposed populations. For example, Seo (2018) and Juárez-Pérez (2020) reported associations between long-term solvent exposure and chronic encephalopathy, with deficits in attention and memory. Importantly, there is emerging evidence that neurocognitive changes can manifest even when exposures occur below regulatory occupational limits, suggesting that susceptible individuals or cumulative low-level exposure may still confer risk.

Within the spectrum of cognitive domains, selective attention occupies a central role. It reflects the capacity to prioritize relevant stimuli while suppressing irrelevant or competing inputs, thereby enabling efficient information processing and adaptive behavior. Selective attention is closely tied to executive control functions mediated by prefrontal and cingulo-opercular networks, and it is particularly sensitive to disruptions in neural integrity and neurochemical balance. Laboratory tasks such as the Stroop test probe interference control and response selection, producing sensitive metrics—reaction times for congruent and incongruent stimuli, accuracy indices, and interference scores—that can reveal subtle deficits even in otherwise healthy workers. Considering the plausible mechanisms by which VOCs might disrupt attention—through membrane perturbation, white-matter microstructural effects, or altered neurotransmission—the present study was designed to evaluate the association between occupational exposure to VOCs and selective attention performance among industrial workers.

Accordingly, we conducted a cross-sectional investigation comparing workers in a paint manufacturing facility (exposed group) with workers in a textile factory (non-exposed control group). We quantified ambient exposure to key VOCs using a validated industrial hygiene method and evaluated selective attention via a computerized complex Stroop task. Because global intelligence can confound cognitive test performance, Raven's Progressive Matrices (RPM) was administered strictly to confirm comparability between groups in general intellectual ability rather than to infer exposure effects. Our hypothesis was that the exposed group would exhibit slower reaction times and reduced accuracy on the Stroop test relative to controls, reflecting compromised selective attention, while no between-group differences would emerge in general intelligence scores.

METHODOLOGY

Study design and participants

This descriptive–analytical cross-sectional study enrolled 198 workers. The exposed group comprised 103 workers from a paint factory in Saveh with occupational exposure to VOCs, and the control group comprised 95 workers from a textile factory in Qom with no exposure to neurotoxic solvents. Inclusion criteria were: (1) at least five years of work experience in the current job; and (2) a minimum education level equivalent to completion of middle school. To minimize confounding by comorbidity, individuals with known cardiovascular, respiratory, or psychiatric disorders, as well as those with a history of head trauma or substance abuse, were excluded.

Demographic and background data

A researcher-developed questionnaire was used to collect demographic and lifestyle information, including age, sex, education level, marital status, smoking status, years of work experience, shift

[Downloaded from ioh.iums.ac.ir on 2026-09-16]

[DOI: 10.66224/ioh.23.1.1]

schedule, and level of physical activity. These variables were evaluated to ensure baseline comparability between groups and to contextualize any observed cognitive differences.

Exposure assessment

Occupational exposure to VOCs—specifically benzene, toluene, ethylbenzene, and xylenes—was assessed using NIOSH Method 1501, applying personal air sampling with individual sampling pumps and subsequent analysis by gas chromatography with flame ionization detection (GC-FID). This method provided time-weighted average (TWA) concentrations for comparison with threshold limit values (TLV-TWA). To capture the cumulative burden of mixed-solvent exposure, a Hazard Index (HI) was calculated as the sum of the ratios of each measured solvent concentration to its respective TLV-TWA, following established practice for combined exposures. As part of routine industrial hygiene practice, measurements were stratified by major work areas or tasks within the paint facility (e.g., milling, packaging, quality control laboratory) to identify exposure heterogeneity. By contrast, monitoring in the textile factory revealed no detectable levels of the targeted solvents, consistent with its non-solvent-using processes.

Cognitive assessment

General intelligence: Raven's Progressive Matrices (RPM) was administered to both groups solely to verify group equivalence in general intellectual ability. Scores were categorized using standard interpretive ranges. Importantly, RPM results were not used to infer solvent effects; rather, they served as a matching/confirmation tool to support valid between-group comparisons on the primary cognitive outcomes.

Selective attention: The primary cognitive endpoint was performance on a computerized complex Stroop test. The task yielded (1) reaction times for congruent and incongruent color–word stimuli, (2) counts of correct responses, errors, and omissions, and (3) an interference score capturing the cost of conflicting stimulus dimensions. These metrics offer complementary views of attentional control, processing speed, and response accuracy.

Statistical analysis

All analyses were performed using SPSS version 25. Group differences in continuous variables (e.g., reaction times) were evaluated using independent-samples t-tests, while categorical variables (e.g., demographic distributions) were compared using chi-square tests. Statistical significance was defined as $p < 0.05$. The analysis focused on between-group differences in Stroop performance, with results for RPM reported strictly for comparability.

RESULTS

Participant characteristics

The exposed and control groups were comparable at baseline with respect to age, body mass index, work experience, education, smoking status, and physical activity (all $p > 0.05$). This homogeneity reduces the likelihood that differences in Stroop outcomes arose from demographic or lifestyle imbalances rather than from exposure per se.

Air monitoring and exposure indices

Air sampling within the paint factory identified elevated toluene concentrations exceeding the TLV of 20 ppm in the milling and packaging units. The Hazard Index (HI), reflecting mixed-solvent exposure, exceeded unity in multiple areas, with values of 4.98 in milling, 4.01 in packaging, and 1.27 in the quality control laboratory, indicating combined exposures above acceptable limits. In contrast, the textile facility showed non-detectable VOC levels, consistent with the classification of its workers as an unexposed control cohort.

General intelligence (RPM)

Most participants in both groups scored within the average IQ range (90–110). The proportions were 77.7% for the exposed group and 86.3% for the control group, and the between-group difference in Raven scores was not significant ($p = 0.11$). These findings support the use of the two cohorts as intellectually comparable for interpreting Stroop performance.

Selective attention (Stroop test)

Clear group differences emerged on the Stroop task.

- Reaction time for congruent stimuli was significantly longer in the exposed group (825.7 ± 133 ms) compared with controls (789.7 ± 62.6 ms; $p = 0.01$), indicating slower processing speed even when stimulus dimensions align.
- Reaction time for incongruent stimuli did not differ significantly between groups (838.6 ± 160.5 ms vs. 832.8 ± 72.6 ms; $p = 0.74$), suggesting that the specific conflict-processing component may not have been differentially impacted at the measured exposure levels.
- Accuracy-related indices showed robust between-group differences: counts of correct responses, errors, and omissions all differed significantly ($p < 0.001$), signifying broader impacts on response selection and sustained attention.
- The interference score—a composite measure of conflict cost—was substantially higher among exposed workers (63.8) than controls (18.9; $p < 0.001$), consistent with greater susceptibility to distraction and weaker inhibitory control under conflicting stimulus demands.

[Downloaded from ioh.iums.ac.ir on 2026-09-16]

[DOI: 10.66224/ioh.23.1.1]

Collectively, these results indicate that occupational VOC exposure is associated with slowed responses under congruent conditions and poorer accuracy, alongside heightened interference costs, which together point to compromised selective attention and executive control.

DISCUSSION

This study contributes evidence that occupational exposure to VOCs is linked with measurable decrements in selective attention among industrial workers. The pattern—slower congruent reaction times, reduced accuracy, and elevated interference—implies disruptions in basic processing speed and response monitoring, with a particular vulnerability to tasks that require rapid, consistent selection of relevant stimulus features. Importantly, these changes were observed despite comparable general intelligence across groups, as confirmed by RPM, underscoring that the observed effects are unlikely to be artifacts of global cognitive ability.

Our findings are broadly consistent with prior research documenting solvent-related neurobehavioral impairment. Aminian et al. reported prolonged reaction times and weaker psychomotor performance in solvent-exposed workers, while Golbabaei et al. observed decrements in concentration and memory coupled with slowed reaction time among exposed cohorts. Additional work, including Oliveira and Söğütlü, has described attentional and cognitive deficits associated with chronic VOC exposure. Although some studies (e.g., Jiménez Barbosa, 2015) did not detect significant differences in reaction time, such discrepancies may be attributable to methodological variability, differences in exposure intensity, solvent mixture composition, study power, or task parameters used to operationalize attention.

Potential mechanisms for the observed deficits are consistent with current neurotoxicological understanding. The lipophilicity of common VOCs facilitates their accumulation in neural tissue, with white-matter microstructural changes and neuroinflammatory responses proposed as plausible mediators of slowed processing and impaired interference control. Disruption of prefrontal network dynamics involved in top-down control could degrade the efficiency with which irrelevant stimulus dimensions are suppressed, manifesting as higher interference and lower accuracy on Stroop measures. While our cross-sectional design cannot establish causality, the dose-context (elevated HI in specific units) and task-specific deficits align with a biologically coherent profile of solvent-related attentional dysfunction. Notably, we observed no significant group difference in the incongruent reaction time measure; this may reflect several possibilities: (1) insufficient power for that endpoint given its higher variance; (2) a ceiling effect, where both groups adopt a cautious response strategy under conflict; or (3) a primary effect of exposure on baseline processing speed and response reliability (congruent RT and accuracy) rather than on conflict-specific latency per se.

Methodological considerations bear emphasis. First, the use of RPM strictly as a matching tool minimizes confounding by global intelligence; we intentionally did not interpret RPM scores as outcomes of exposure. Second, the application of NIOSH 1501 combined with HI quantification (ratio-summing across TLVs) provides a pragmatic way to capture the combined risk from mixed-solvent atmospheres, an exposure reality in paint manufacturing. Third, the task selection—a complex computerized Stroop—favors sensitivity to attentional control while producing multiple complementary indices (speed, accuracy, interference). Finally, the control site (textile factory) offered a setting with no detectable VOCs, strengthening the exposure contrast.

Practical implications emerge for occupational health management. Given that toluene exceeded the TLV in specific units and HI values were >1 in several areas, engineering controls (e.g., improved local exhaust ventilation, process enclosure, or substitution where feasible) and administrative measures (e.g., work rotation to reduce cumulative burden) are warranted. Consistent and correct use of personal protective equipment should be reinforced, alongside routine exposure monitoring to verify control effectiveness. From a surveillance perspective, periodic cognitive screening using brief, validated tasks (e.g., Stroop-type measures) may help flag early functional changes before they evolve into pronounced deficits that affect safety-critical performance. Integration of biological monitoring (e.g., urinary metabolites for selected solvents) in future work could enrich exposure assessment and clarify exposure–response relationships.

Limitations include the inherent constraints of cross-sectional inference, the reliance on area-/task-specific air sampling snapshots rather than full longitudinal personal monitoring for every participant, and the absence of multivariate modeling to parse residual confounding beyond group matching (e.g., sleep quality, unmeasured co-exposures). Nevertheless, the convergent pattern of findings—exposure contrast verified by industrial hygiene data, group equivalence on general intelligence, and coherent Stroop deficits—supports the interpretation that mixed VOC exposure is adversely associated with selective attention in this workforce.

[Downloaded from ioh.iums.ac.ir on 2026-09-16]

[DOI: 10.66224/ioh.23.1.1]

CONCLUSION

In this cross-sectional study of industrial workers, occupational exposure to VOCs—characterized by TLV-exceeding toluene levels and elevated Hazard Index values in key production units—was associated with measurable impairment in selective attention. Exposed workers demonstrated slower reaction times under congruent conditions, poorer accuracy, and greater interference costs on a complex Stroop task compared with unexposed controls, while general intelligence (RPM) was comparable between groups. These findings, consistent with prior literature, suggest that attention-related functions—notably processing speed, response selection, and interference control—are early and sensitive indicators of solvent-related neurobehavioral effects, even in otherwise healthy workers.

From a prevention standpoint, our results underscore the importance of continuous exposure monitoring, engineering and administrative controls, and reinforced PPE use in solvent-using industries. Incorporating brief cognitive screening into occupational health surveillance may facilitate early detection and targeted intervention. Future research using longitudinal designs and biological monitoring is recommended to delineate causal pathways and characterize exposure–response gradients more precisely.

AUTHOR CONTRIBUTIONS

- **Sajedeh Hassanzadeh (Ergonomist and Principal Investigator):** Conceptualization, study design, supervision of data collection, manuscript preparation, and final approval of the version to be published.
- **Vafa Feizi (Occupational Health Specialist):** Methodology development, coordination of field data acquisition, and supervision of occupational exposure assessment.
- **Akram Sadat Jafari Rudbandi (Ergonomist):** Administration of cognitive and neurobehavioral tests, data recording, and preliminary data analysis.
- **Javad Abbasi (Chemical Advisor):** Responsible for laboratory analyses of volatile organic compounds and technical consultation regarding solvent sampling procedures.
- **Marjan Firoozeh (Occupational Medicine Specialist):** Contributed to the determination of relevant cognitive and functional tests, interpretation of health-related findings, and clinical evaluation of potential disorders.
- **Amir Kavousi (Statistical Consultant):** Provided guidance on statistical design, performed advanced data analysis, and validated the interpretation of analytical results.

OPEN ACCESS

© 2026 The author(s). This article is published under the terms of the **Creative Commons Attribution 4.0 International License (CC BY 4.0)**,which permits unrestricted use,distribution, adaptation, and reproduction in any medium or format, provided appropriate credit is given to the original author(s) and the source, a link to the Creative Commons license is provided, and any changes made are clearly indicated. To view a copy of this license, visit: http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/

Unless otherwise indicated, data and materials associated with this publication are distributed under the same license. The Creative Commons Public Domain Dedication waiver (CC0 1.0) applies to any data made available in this article, unless otherwise stated.

ACKNOWLEDGMENT

This study was supported by [or funded by] Shahid Beheshti University of Medical Sciences.

ETHICAL CONSIDERATION

This study was conducted in accordance with the ethical principles of the **Declaration of Helsinki** (2013 revision). All participants were informed about the objectives and procedures of the study, and **voluntary written informed consent** was obtained from each participant prior to data collection. The research involved **no invasive procedures** and posed **no physical, psychological, financial, or social harm** to the participants. All collected data were kept strictly confidential and were used solely for scientific and research purposes.

CODE OF ETHICS

Given the non-clinical and non-interventional nature of this cross-sectional descriptive study, and the absence of any invasive procedures on the participants, this research was exempted from the requirement of obtaining an ethics code according to the university's ethics committee guidelines. However, all ethical standards were fully observed in dealing with the participants.

FUNDING

This research was financially supported by Shahid Beheshti University of Medical Sciences.

CONFLICTS OF INTEREST

All authors confirm that there are no financial, professional, or personal conflicts of interest related to the content and findings of this research.

[Downloaded from ioh.iums.ac.ir on 2026-09-16]

[DOI: 10.66224/ioh.23.1.1]

GENERATIVE AI & DIGITAL TOOLS

No generative AI was used for content generation in this research. However, conventional editing tools (such as word processors) were used solely for grammatical and stylistic editing.

DATA SHARING & OPEN SCIENCE

The data supporting the findings of this study are available from the corresponding author upon reasonable request.

[Downloaded from ioh.iums.ac.ir on 2026-09-16]

[DOI: 10.66224/ioh.23.1.1]

How to cite this article:
Sajedeh Hassanzadeh, Vafa Feyzi, Akram Sadat Jafari Roodbandi, Javad Abbasi, Marjan Firoozeh, Amir Kavousi. Investigating the effect of exposure to volatile organic compounds on the selective attention of individuals. Iran Occupational Health. 2026 (01 Jan);23:1.

***This work is published under CC BY-NC 4.0 licence**

سلامت کار ایران
دوره ۲۳ - ۱/۱۴۰۵

مقاله پژوهشی
http://ioh.iums.ac.ir

بررسی اثر مواجهه با ترکیبات آلی فرار بر توجه انتخابی افراد

ساجده حسن زاده: (* نویسنده مسئول) دانشجوی دکتری ارگونومی، گروه ارگونومی، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی تهران، تهران، ایران. EMAIL
وفا فیضی: دانشجوی دکتر ی بهداشت حرفه ای و ایمنی کار، گروه بهداشت حرفه ای، دانشکده بهداشت و ایمنی، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی، تهران، ایران.
اکرم سادات جعفری رودبندی: دانشجوی دکترای پژوهشی در رشته عوامل انسانی و ارگونومی، مرکز تحقیقات علوم بهداشتی، پژوهشکده سلامت، دانشگاه علوم پزشکی شیراز، شیراز، ایران.
جواد عباسی: کارشناس ارشد شیمی، دبیر رسمی آموزش و پرورش استان قم.
مرجان فیروزه: متخصص طب کار، گروه بهداشت حرفه ای، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی، تهران، ایران.
امیر کاووسی: دانشیار، گروه آمار، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی، تهران، ایران.

چکیده

زمینه و هدف: ترکیبات آلی فرار اثرات سوء بر سیستم عصبی و عملکرد شناختی افراد در معرض دارد. این مطالعه با هدف بررسی میزان تاثیر مواجهه با این ترکیبات بر توجه انتخابی شاغلین در معرض انجام شده است.
روش بررسی: در این مطالعه مقطعی ۱۰۳ نفر از افراد شاغل در کارخانه رنگ به عنوان گروه مورد و ۹۵ نفر از شاغلین کارخانه نساجی به عنوان گروه شاهد انتخاب شدند. جمع آوری اطلاعات با استفاده از پرسشنامه دموگرافیک محقق ساخته و نمونه برداری از ترکیبات آلی فرار با استفاده از روش NIOSH 1501 انجام شد. به منظور سنجش توجه انتخابی از تست نرم افزاری استروپ پیچیده و هوش هیجانی افراد از آزمون ریون استفاده گردید. تجزیه و تحلیل داده در نرم افزار SPSS -25 صورت گرفت.
یافته ها: میزان تولوئن در قسمت آسیاب و بسته بندی کارخانه رنگ بالاتر از حد مجاز بر اساس آخرین نسخه دفترچه حدود مجاز مواجهه شغلی ویرایش پنجم بوده (ppm<۲۰) و شاخص تجمعی مواجهه شغلی مخلوط حلال ها در قسمت های آسیاب، بسته بندی و آزمایشگاه این مکان بیشتر از حد مجاز بود. . نتایج آزمون استروپ پیچیده نشان داد که بین میانگین زمان واکنش کلمات همخوان تفاوت معنی داری در عملکرد گروه مورد و شاهد دیده شد در حالی که از نظر میانگین زمان واکنش کلمات ناهمخوان بین دو گروه اختلاف معنی داری وجود نداشت. همچنین در زیر مقیاس های پاسخ های صحیح، نادرست، بدون پاسخ و نمره تداخل در آزمون استروپ پیچیده اختلاف معنی داری بین دو گروه به دست آمد.
بحث: نتایج نشان داد مواجهه شغلی با ترکیبات آلی فرار موجب اختلال در توجه انتخابی کارگران می‌شود. این اثر به صورت افزایش زمان واکنش و کاهش دقت پاسخ‌دهی در آزمون استروپ مشاهده شد و با یافته‌های مطالعات مشابه هم‌خوانی دارد.
نتیجه گیری: ترکیبات آلی فرار در مواجهات طولانی مدت می تواند توجه انتخابی افراد در معرض را تحت تأثیر قرار دهد.

تعارض منافع: *گزارش نشده است.*
منبع حمایت کننده: *ندارد.*

کلیدواژه‌ها
ترکیبات آلی فرار
عملکرد شناختی
توجه انتخابی
آزمون استروپ

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۸/۳۰
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۸/۷

شیوه استناد به این مقاله:
Sajedeh Hassanzadeh, Vafa Feyzi, Akram Sadat Jafari Roodbandi, Javad Abbasi, Marjan Firoozeh, Amir Kavousi. Investigating the effect of exposure to volatile organic compounds on the selective attention of individuals. Iran Occupational Health. 2026 (01 Jan);23:1.

*انتشار این مقاله به صورت دسترسی آزاد مطابق با CC BY-NC 4.0 صورت گرفته است

[Downloaded from ioh.iums.ac.ir on 2026-09-16]

[DOI: 10.66224/ioh.23.1.1]

مقدمه

ترکیبات آلی فرار[1] گروه ناهمگنی از ترکیبات شیمیایی از جمله: بنزن، تولوئن، اتیل بنزن و زایلن ها می باشند که مخلوطی از هیدروکربن ها بوده و دارای ویژگی های مشترکی از جمله خاصیت تجمع پذیری و حلالیت بالا در چربی بافت ها می باشند (۱, ۲). ین مواد کاربرد فراوانی در صنایع از جمله رنگ‌سازی و نقاشی، صنعت چاپ، پالایشگاه و بسیاری از صنایع دیگر دارند(۳). جذب این مواد از راه‌های مختلفی صورت می‌گیرد، اما با توجه به فرار بودن و فشار بخار بالا، جذب آنها از طریق سیستم تنفسی به عنوان مهم‌ترین راه مواجهه می‌باشد که می تواند خطر ابتلا به بیماری های خاص را افزایش دهد (۴) پس از مواجهه این ترکیبات در بافت‌های غنی از چربی نظیر سیستم عصبی، کبد و اندام‌هایی با جریان خون بالا همانند عضلات اسکلتی و قلب تجمع می‌یابند که مواجهه با آنها را می توان از طریق اندازه گیری متابولیت های ادراری کنترل کرد (۵) متابولیت‌های ادراری بنزن، تولوئن، اتیل بنزن و ارتوگزیلن به ترتیب شامل ترانس موکونیک اسید، هیپوریک اسید، فنیل گلی‌اگزالیک اسید و ۲-متیل هیپوریک اسید می‌باشد(۶).

بنزن، تولوئن، اتیل بنزن و زایلن (شامل سه ایزومر ارتو، متا و پارا) که رایج‌ترین دسته از ترکیبات آلی فرار محسوب می‌شوند، کاربرد گسترده‌ای در صنایع گوناگون دارند به طوری که بر اساس گزارش ارزیابی ریسک مواد آلی فرار ارائه شده توسط اتحادیه اروپا[2] مواجهه با بنزن و تولوئن در صنایعی مانند داروسازی، پتروشیمی، لاستیک‌سازی و رنگ بیش از حد مجاز و استانداردهای تعیین‌شده است (۷). این ترکیبات دارای اثرات بالقوه نامطلوب بر سلامت انسان ها هستند که بیشتر اندام ها را درگیر کرده و می تواند منجر به افزایش نرخ لوسمی و سرطان ریه شوند (۸). بروز این اثرات و نشانه ها به نحوه مواجهه(تنفسی یا پوستی)، ماهیت حلال ها، تراکم و غلظت آن ها، مدت زمان مواجهه و دفعات آن، حساسیت های فردی، سن، جنس، استفاده از الکل و کشیدن سیگار، شرایط کاری نامناسب و عدم استفاده از وسایل حفاظت فردی نظیر ماسک و دستکش، بستگی دارد (۹, ۱۰). علاوه بر اثرات کلی حلال‌ها، اثرات اختصاصی آنها نیز در بسیاری از موارد چشمگیر است. بنزن برای سیستم خونی سمی است و به مغز استخوان آسیب می‌زند. تولوئن با تماس مزمن به سیستم عصبی مرکزی آسیب می‌رساند. اتیل بنزن بر خون، تنفس، کبد، کلیه و چشم‌ها و زایلن بر سیستم عصبی و کبد اثر می‌گذارند. (۱۱).

مطالعات انسانی و حیوانی نشان می دهد که مواجهه مزمن با ترکیبات آلی فرار می تواند منجر به تغییرات ساختاری در سیستم اعصاب مرکزی، از بین بردن آکسون ها و انحطاط عصبی[3]، تغییر در عملکردهای حسی و عصبی و در نهایت کاهش توانایی های شناختی فرد شود. همچنین مواجهه حاد با ترکیبات آلی فرار سبب اثرات دپرسیون[4] سیستم اعصاب مرکزی می شود این در حالیست که مواجهات مزمن اثرات تخریبی بر روی سیستم اعصاب مرکزی و محیطی دارد (۱۲, ۱۳).

در بین اثرات مزمن، عوارض عصبی-روانی نقش پررنگی دارند که می‌توان به علایم آنسفالوپاتی مزمن، افسردگی، کاهش حافظه، تغییرات شخصیتی، سایکوز و کاهش سرعت واکنش‌پذیری اشاره کرد (۱۴). این امر می‌تواند با تأثیر بر سلامت شناختی افراد، منجر به عملکردهای شناختی ضعیف‌تر، کاهش عملکرد و بهره‌وری و بروز حوادث و بیماری‌های شغلی شود (۱۵, ۱۶). Shuai, Jianfei و همکاران (۲۰۱۸) نشان دادند که برخی از ترکیبات آلی فرار ممکن است خطرات فوری نداشته باشند، اما در طولانی‌مدت باعث اثرات مخرب مزمن بر سلامتی افراد شوند که از جمله آنها می‌توان به اختلالات عصبی و زوال عقل، سردرد و خستگی مفرط، اختلال در تمرکز و حافظه کوتاه‌مدت، افسردگی و تحریک‌پذیری اشاره کرد (۱۷).

Sangyun Seo و همکاران (۲۰۱۸) و Juárez-Pérez و همکاران (۲۰۲۰) نشان دادند که در اثر مواجه طولانی مدت با حلال ها، آنسفالوپاتی مزمن بروز می کند که می تواند منجر به افسردگی و کاهش عملکردهای شناختی و حرکتی و کاهش توجه و کمبود حافظه ی افراد در معرض مواجه شود (۱۸, ۱۹). دهقانی و همکاران (۲۰۱۹) درمطالعه ای با هدف ارزیابی وضعیت خلقی کارگران در معرض مواجهه با مخلوط ترکیبات آلی نشان دادند که مواجهه با ترکیبات BTEX، در طولانی مدت سبب تغییر وضعیت های خلقی افراد می شود. همچنین افزایش میزان مواجهه با مخلوط ترکیبات آلی دارای همبستگی مثبت با نمرات خستگی بود (۲۰).

قرار گرفتن در معرض ترکیبات آلی فرار حتی زیر حد میزان مواجهه شغلی(OEL) بر عملکردهای

1 . volatile organicCompounents
2. European Union
3 . Nervous degeneration
4. depression

[Downloaded from ioh.iums.ac.ir on 2026-09-16]
[DOI: 10.66224/ioh.23.1.1]

شناختی افراد تأثیر سوء می گذارد، بعلاوه بیشترین خطری که کارگران در معرض مواجهه با سطوح بالاتر از حد میزان مجاز مواجهه شغلی را تهدید می نماید مربوط به حوزه ی حافظه و زمان واکنش می باشد (۲۱). همچنین Letellier و همکاران (۲۰۲۰) در مطالعه ای که با هدف بررسی ارتباط بین مواجهات شغلی با حلال ها و عملکردهای شناختی انجام شد، نشان دادند که قرار گرفتن در معرض حلال های شغلی مستقل از خصوصیات فردی با عملکردهای شناختی ضعیف تری در ارتباط است(۱۶).

Akinyemi و همکاران (۲۰۱۹) نیز در مطالعه ی خود که در میان سازندگان مبلمان چوبی انجام گرفت، نشان دادند که مواجهه با ترکیبات آلی باعث تغییرات عصبی و رفتاری در افراد در معرض می شود(۲۲). L. SÖĞÜTLÜو همکاران (۲۰۱۹) نیز نشان دادند که مواجه مزمن با ترکیبات آلی اثرات منفی بر توجه و فرآیندهای حافظه ای افراد از جمله تغییرات شخصیت، بی قراری، اختلالات خواب و حافظه، مشکلات توجه، زوال عقل، اختلالات تمرکز، سردرد، مشکلات بینایی، از دست دادن علاقه[1]، کاهش در انعطاف پذیری ذهنی ، تغییر در خلق و خو ، افزایش افسردگی و عصبانیت کاهش در سرعت ادراکی و پردازش اطلاعات می شود(۲۳).

از آنجایی که اثرات ترکیبات آلی فرار بر سیستم های عصبی مرکزی و عملکردهای شناختی نیازمند بررسی همزمان با میزان مواجهه شغلی محیطی است این مطالعه با هدف بررسی تاثیر ترکیبات آلی فرار بر توجه انتخابی در شاغلین با/بدون مواجهه به عنوان گروه مورد و گروه شاهد انجام شد.

روش کار

شرکت کنندگان

مطالعه حاضر به صورت توصیفی تحلیلی از نوع مقطعی می باشد که در میان ۱۰۳ نفر شاغل در کارخانه رنگ شهر ساوه که با ترکیبات آلی فرار مواجهه داشتند به عنوان گروه مورد و ۹۵ نفر شاغل در کارخانه نساجی شهر قم که با هیچ کدام از ترکیبات آلی فرار و دیگر مواد شیمیایی نوروتوکسیک مواجه نداشتند به عنوان گروه شاهد انجام شد.

به منظور بررسی اثرات مزمن مواجهه با ترکیبات آلی فرار، داشتن حداقل ۵ سال سابقه کار درشغل کنونی به عنوان معیار ورود به مطالعه در نظر گرفته شد. همچنین، حداقل مدرک تحصیلی سوم راهنمایی به عنوان متغیری که می‌تواند در پاسخگویی به پرسشنامه‌ها مؤثر باشد، و عدم ابتلا به کوررنگی و سایر ناتوانی‌ها و اختلالات به عنوان سایر معیارهای ورود لحاظ گردید. علاوه بر این، سابقه بیماری‌های قلبی عروقی، تنفسی، روانپزشکی که منجر به اختلال شناختی می‌شوند (مانند دمانس، افسردگی، صرع)، سابقه ضربه به سر همراه با از دست رفتن هوشیاری به مدت بیش از دو ساعت و اعتیاد به الکل و سایر داروهای روانگردان به عنوان معیارهای خروج از مطالعه تعیین شدند.

گردآوری داده‌ها در زمان و مکان مناسب و به گونه‌ای انجام شد که با وظایف افراد تداخل نداشته باشد. به منظور افزایش همکاری و مشارکت شرکت‌کنندگان، پیش از شروع هر جلسه، توضیحات کاملی در خصوص اهداف پژوهش به افراد ارائه گردید تا آگاهانه و با رضایت کامل در مطالعه شرکت کنند. به شرکت‌کنندگان اطمینان داده شد که اطلاعات آنها به صورت محرمانه باقی خواهد ماند و صرفاً در راستای اهداف پژوهش مورد استفاده قرار خواهد گرفت.

روش جمع آوری اطلاعات دموگرافیک شاغلان

در ابتدا به منظور جمع آوری اطلاعات فردی و شغلی از چک لیست محقق ساخته که شامل سوالاتی در خصوص سن، قد، میزان تحصیلات، وضعیت تاهل، استعمال دخانیات، سمت کاری، سابقه کار در شغل فعلی، تعداد ساعات های کاری در هفته، داشتن شغل دوم و سابقه شیفت کاری استفاده شد. فعالیت ورزشی به مدت سه روز در هفته به مدت نیم ساعت به عنوان معیار داشتن سابقه ورزشی برای فرد در نظر گرفته شد. میزان عملکردهای شناختی افراد در دو گروه مواجهه داشته با ترکیبات آلی فرار شامل بنزن، تولوئن، گزیلن و اتیل بنزن از صنعت رنگ سازی و غیر مواجهه یافته از صنعت نساجی با استفاده از تست نرم افزاری شناختی استروپ پیچیده مورد سنجش قرار گرفت. علاوه بر سنجش عملکرد شناختی و بررسی علائم نوروتوکسیک، سنجش ترکیبات آلی فرار با استفاده از روش استاندارد انجام شد.

نمونه برداری ترکیبات آلی فرار در هوا

به منظور ارزیابی میزان مواجهه کارگران با ترکیبات آلی فرار موجود در هوا در بخش های تولید رنگ مایع،

1 . interest

[Downloaded from ioh.iums.ac.ir on 2026-09-16]

[DOI: 10.66224/ioh.23.1.1]

جدول ۱. شرایط دمایی کروماتوگرافی گازی

ترکیب شیمیایی	دمای بخش تزریق (° C)	دمای آشکارساز (° C)	دمای اولیه ستون (° C)	مدت زمان دمای اولیه (min)	افزایش دما (℃/min)	دمای ثانویه (° C)	مدت زمان دمای ثانویه (min)
بنزن و تولوئن	۲۵۰	۲۵۰	۵۰	۲	۱۵	۱۵۰	۲

رنگ پودری، آزمایشگاه کنترل کیفی، خدمات و انبار از روش استاندارد۱۵۰۱ NIOSH بر روی لوله حاوی جاذب ذغال فعال توسط تیم تخصصی بهداشت حرفه ای با رعایت کلیه نکات لازم جهت نمونه برداری استفاده شد. جهت نمونه برداری ابتدا پس از کالیبره کردن پمپ نمونه بردار فردی مدل SKC ساخت کشور انگلستان، دبی پمپ بر روی رنج ۰/۲ لیتر بر دقیقه جهت عبور حجم هوای ۸ لیتر تنظیم شد. قبل از شروع نمونه برداری دو طرف سوربنت تیوب را سریعا شکسته و آن را توسط لوله های رابط قابل انعطاف به پمپ نمونه بردار فردی متصل گردید و پس از اتمام زمان نمونه برداری درپوش پلاستیکی سوربنت تیوپ ها را گذاشته و نمونه جمع آوری شده جهت آنالیز به آزمایشگاه معتمد ارسال شد.

در این بررسی در مجموع ۵ نمونه به همراه ۱۰شاهد از کارخانه گروه مورد و ۳ نمونه به همراه ۶ شاهد از کارخانه گروه شاهد جهت آنالیز به آزمایشگاه ارسال گردید. جهت آنالیز نمونه های بنزن و تولوئن از دستگاه کروماتوگرافی گازی مجهز به آشکارساز شعله ای (GC-FID)(شرکت سازنده CHROM PACK ، مدل CP ۹۰۰۱) استفاده شد. ابتدا منحنی استاندارد، با تزریق غلظت های مشخصی از آلاینده به دستگاه کروماتوگرافی گازی بدست آمد تا در ادامه با قرار دادن پیک های بدست آمده حاصل از تزریق نمونه های اصلی به دستگاه، غلظت آلاینده محاسبه شود. جهت تهیه منحنی استاندارد، محلولهای استاندارد مادر به غلظت ppm۲۵۰ به حجم ml۱۰ با حل نمودن µl ۲/۸۵ بنزن و تولوئن در حلال دیسولفیدکربن به صورت جداگانه ساخته شدند و سپس از این محلولها غلظت های مشخصی تهیه و به دستگاه کروماتوگرافی گازی تزریق شد. به منظور اندازه گیری نمونه، سرپوش پلاستیکی از روی زغا ل فعال برداشته و توسط دستگاه برش مربوطه، بخش ورودی را درلوله مجددا برش داده تا بتوان زغال فعال را به راحتی از لوله تخلیه نمود. با سوزن، قسمت الیاف شیش های را خارج کرده و بخش جلویی و عقبی به طور جداگانه در دو ویال شیشهای سپتو مدار که حاوی مقدار مناسبی از جاذب (طبق جدول ۳ - ۵) بود، ریخته و درپوش پلاستیکی آن محکم بسته شد. سپس به مدت زمان ۳۰ دقیقه توسط دستگاه شیکر همزده شده و پس از همزدن مقدار معینی از نمونه ها (۲ میکرولیتر) توسط سرنگ میکرولیتری مناسب به دستگاه کروماتوگرافی گازی تزریق و پیک های ایجاد شده توسط دستگاه یادداشت شد. دمای آشکارساز، محل تزریق و نیز دمای ستون با توجه به آلاینده مورد نظر بنا به توصیه NIOSH ، طبق جدول ۱ تنظیم شد.

آزمون ماتریس های پیشرونده ریون (RPM[1])

این آزمون که آزمون استدلال انتزاعی[2] نیز خوانده می شود، مهمترین آزمون سنجش هوش غیر کلامی به حساب می آید که از اعتبار ۹۰ ٪ و پایایی ۹۳ ٪ برخوردار است(۲۴). این آزمون برای سنجش تفکر انتزاعی است که درجه وسیعی از توانایی های ذهنی را در بر می گیرد. در هر سوال از این آزمون از آزمودنی خواسته می شود یک تصویر جا افتاده از یک سری تصویرها را از میان گزینه های پیشنهادی بیاید. با جلو رفتن آزمون، سوالات به تدریج سخت تر می شوند، در پرسش های آغازین فقط تشخیص درست مطرح است ولی در پرسش های دشوار بعدی، قیاس[3]، تبدیل[4] و تناوب طرح ها[5] و سایر روابط منطقی مد نظر قرار می گیرد(۲۵).

این آزمون به صورت انفرادی و با استفاده از نسخه چاپی آزمون اجرا شد. آزمون شامل ۶۰ سوال بود و به آزمودنی ها ۴۰ دقیقه زمان برای پاسخگویی به تمام سوالات داده شد. قبل از شروع آزمون، دستورالعمل های کاملی به آزمودنی ها ارائه شد. آزمون در یک اتاق آرام و با نور مناسب انجام شد. آزمودنی ها از مداد و پاک کن برای پاسخگویی استفاده کردند.

وظیفه توجه انتخابی[6]

همچنین به منظور ارزیابی توجه انتخابی و انعطاف

1. Raven Progressive Matrices
2 . abstract reasoning test
3 . Comparison
4 . Conversion
5 . Frequency of designs
6. Selective attention task

[Downloaded from ioh.iums.ac.ir on 2026-09-16]

[DOI: 10.66224/ioh.23.1.1]

پذیری شناختی از تست نرم افزاری شناختی استروپ پیچیده استفاده شد. این آزمون اولین بار توسط ریدلی استروپ در سال ۱۹۳۵ برا ی ارزیابی توجه انتخابی و انعطاف پذیری شناختی طراحی شد که در پژوهش های مختلف در گروه های بالینی متعدد، برای اندازه گیری توانایی بازداری پاسخ، توجه انتخابی و انعطاف پذیری شناختی مورد استفاده قرا ر گرفته است (۲۶). آزمون استروپ از روایی و پایایی خوبی برخوردار است و ابزار مناسبی برای سنجش تورش توجه به شمار میرود به طوری که مطالعات انجام شده نشان دادند که این آزمون همسانی درونی قابل قبولی دارد و آلفای کرونباخ معادل ۰/۰۸ را برای آن گزارش کرده اند (۲۷). آزمون توجه انتخابی استروپ رنگ به صورت کامپیوتری اجرا شد. در این آزمون، آزمودنی ها باید نام رنگی را که کلمه با آن رنگ نوشته شده بود، بیان میکردند. محرک ها به صورت متوالی و با سرعت ثابت بر روی صفحه نمایش نشان داده می شدند . زمان واکنش آزمودنیها و تعداد خطاهای آنها ثبت شد و در آخر امتیاز نهایی آنها ثبت شد.

منطق و نحوه انجام آزمون

در این روش از یک سری کلمات با رنگ های مختلف از جمله آبی، قرمز، زرد و سبز بر روی صفحه نمایش رایانه نشان داده

میشود، و از آزمودنی می خواهیم به محض نمایش کلمات دکمه های همرنگ با کلمات را بر روی صفحه کلید که برچسب

رنگی آبی، قرمز، زرد و سبز بر روی آنها قرار داده شده است، فشار دهد.

در مرحله اول جهت آشنایی با نحوه انجام آزمون، از آزمودنی خواسته می شود دکمه همرنگ با کلمه ای که روی صفحه

نمایش نقش می بندد را فشار دهد هدف از این مرحله، تنها تمرین و شناخت رنگ ها و جای کلیدها در صفحه کلید است

و در نتیجه آزمون تاثیری ندارد.

در مرحله دوم ۲۴۰ کلمه رنگی همخوان (رنگ کلمه با معنای کلمه یکسان باشد مثلا blue با رنگ آبی باشد) و ۲۴۰ کلمه رنگی ناهمخوان(رنگ کلمه با معنای آن متفاوت باشد مثلا blue با رنگ قرمز نشان داده می شود) با رنگ های قرمز، آبی ، زرد و سبز به صورت تصادفی و متوالی به آزمودنی نمایش داده می شود، و آزمودنی باید فقط با تاکید بر رنگ بدون در نظر گرفتن معنی کلمه، برچسب همرنگ صفحه کلید را فشار دهد.

محققان بر این باورند که تکلیف رنگ- کلمه، انعطاف پذیری ذهنی و بازداری پاسخ را اندازه گیری می کند که این میزان بازداری یا تداخل از کم کردن تعداد نمرات صحیح ناهمخوان از تعداد کلمات صحیح همخوان به دست می آید (۱۸). متغیرهای مورد بررسی شامل زمان واکنش کلمات همخوان و زمان واکنش کلمات ناهمخوان به میلی ثانیه، پاسخ های صحیح، پاسخ های نادرست، بدون پاسخ و نمره تداخل می باشد. همچنین طولانی تر بودن میانگین مدت زمان پاسخ به محرک های ناهمخوان در مقایسه با همخوان، شاخص دیگری برای ارزیابی تداخل محسوب می شود.

نتایج

مشخصات دموگرافیک افراد شرکت کننده

با استفاده از آزمون‌های آماری تی تست و کای دو، هیچ تفاوت معناداری بین دو گروه مواجهه یافته و مواجهه نیافته با ترکیبات آلی فرار از نظر سن، شاخص توده بدنی، سابقه کار و سایر ویژگی‌های دموگرافیک مانند سطح تحصیلات، سابقه مصرف دخانیات و فعالیت‌های ورزشی در طول هفته مشاهده نشد. (جدول ۲).

نتایج نمونه برداری از ترکیبات آلی فرار

بر اساس نتایج حاصل از اندازه گیری میزان ترکیبات آلی فرار و مقایسه آنها با میزان استاندارد مندرج در کتابچه حدود مجاز مواجهه شغلی ویرایش پنجم - ۱۴۰۰، در گروه مواجهه یافته با ترکیبات(کارخانه رنگ) در قسمت آسیاب و بسته بندی میزان تولوئن بیشتر از حد مجاز بوده و همچنین شاخص مواجهه ترکیبی Hazard Index (HI)که معیاری برای ارزیابی خطر مجموع مواجهه همزمان با چند ماده شیمیایی، در شرایطی که این مواد اثرات مشابه یا هم‌افزا (Additive Effects) بر سلامت دارند، در قسمت های آسیاب، بسته بندی و آزمایشگاه کنترل کیفی کارخانه رنگ بیشتر از حد مجاز مواجهه و در کارخانه نساجی در تمام موارد این میزان صفر به دست آمد(جدول۳).

نتایج آزمون ماتریس های پیش رونده ریون (RPM)

نتایج ارزیابی توزیع فراوانی سطح هوش شرکت کنندگان در این مطالعه با استفاده از آزمون هوش ریون در جدول ۴ ارایه شده است. بر این اساس اکثر افراد در گروه مورد (۷۷/۷٪) و در گروه شاهد (۸۶/۳٪) از نظر ضریب بهره هوش(در طبقه متوسط ۹۰-۱۱۰) قرار

[Downloaded from ioh.iums.ac.ir on 2026-09-16]

[DOI: 10.66224/ioh.23.1.1]

جدول ۲ . مشخصات دموگرافیک افراد شرکت کننده در مطالعه

متغیر	گروه	مورد میانگین±انحراف معیار	شاهد انحراف میانگین±معیار	P-value
میانگین سن (سال)*		۳۷/۵۳ ±/۹	۳۶/۶۵ ±/۷	۰/۶۲
میانگین شاخص توده بدنی(BMI[1])*		۲۵/۲±۴/۹	۲۵/۳±۵/۴	۰/۴
سابقه کار در شغل کنونی(سال)*		۱۱/۸±۵/۹	۱۰/۶±۴/۴	۰/۳۶
میزان خواب شب قبل از شرکت در مطالعه (ساعت)*		۷/۹±۰/۵۷	۷/۹±۰/۶۱	۰/۶۹
میزان تحصیلات**		تعداد	درصد	
	دیپلم و زیر دیپلم	۸۵(۸۲/۴)	۸۵(۸۹/۶)	۰/۲۶
	فوق دیپلم و کارشناسی	۱۸(۱۷/۶)	۱۰(۱۰/۴)	۰/۲۶
سابقه استعمال دخانیات**	ندارد	۹۳(۹۰/۳)	۸۸(۹۲/۶)	
	دارد	۱۰(۹/۷)	۷(۷/۴)	۰/۵۶
فعالیت ورزشی در طول هفته(معیار داشتن فعالیت سه روز در هفته به مدت ۳۰ دقیقه)**	ندارد	۷۰(۶۸)	۶۲(۶۵/۳)	۰/۶۹
	دارد	۳۳(۳۲)	۳۳(۳۴/۷)	

*T Test , ** Chi-squared

[16] -Body Mass Index (BMI)

جدول ۳ . نتایج نمونه برداری از ترکیبات آلی کارخانه های گروه مورد(۱۰۳ نفر) و شاهد(۹۵ نفر)

نام کارخانه	نام سالن	نام قسمت	بنزن	تولوئن	اتیل بنزن	گزیلن	Hazard Index Total HI=∑(Ci/ TLVi)
	TLV–TWA (ppm)		0.5 ppm	20 ppm	20 ppm	100 ppm	1 ppm
گروه مورد	تولید مایع	آسیاب	۰/۰۵	**۸۵/۱۴↑**	۰/۱۸۵	۶۱/۳۴	**۴/۹۸↑**
		بسته بندی	۰/۲۵	**۵۶/۹۴↑**	۰/۰۵	۶۶/۵	**۴/۰۱↑**
		شارژ و میکسر	۰/۰۷	۱/۱۶۵	۰/۳۴۶	۱۷/۲۴	۰/۳۹
		اسپری رنگ	۰/۰۳۹	۰/۴۹	۰/۰۲۸	۷/۳۹	۰/۱۸
	آزمایشگاه	آزمایشگاه کنترل کیفی	۰/۰۳۲	۵/۰۷	۰/۰۲۳	۹۴/۷	**۱/۲۷↑**
گروه شاهد (نمونه برداری انجام شد ولی موردی یافت نشد)	تکمیل خشک	تکمیل خشک	-	-	-	-	-
	انبار و بسته بندی	انبار	-	-	-	-	-
	متراژ پارچه	متراژ	-	-	۰	-	-

[Downloaded from ioh.iums.ac.ir on 2026-09-16]

[DOI: 10.66224/ioh.23.1.1]

جدول ۴. توزیع فراوانی سطح هوش افراد مورد مطالعه در دو گروه شاهد و مورد

گروه ها / ضریب هوشی	گروه مورد		گروه شاهد		P-value
	تعداد	درصد	تعداد	درصد	
متوسط (۱۱۰ – ۹۰)	۸۰	۷۷/۷	۸۲	۸۶/۳	
با هوش (۱۲۰ – ۱۱۰)	۲۳	۲۲/۳	۱۳	۱۳/۷	۰/۱۱
جمع	۱۰۳	۱۰۰	۹۵	۱۰۰	

جدول۵ . نتایج استروپ پیچیده در دو گروه مورد (۱۰۳ نفر) و شاهد (۹۵ نفر)

شاخص های آزمون	(انحراف استاندارد) میانگین		P-Value
	گروه مورد	گروه شاهد	
زمان واکنش کلمات همخوان (میلی ثانیه)	۸۲۵/۷(۱۳۳)	۷۸۹/۷(۶۲/۶)	۰/۰۱
زمان واکنش کلمات ناهمخوان(میلی ثانیه)	۸۳۸/۶(۱۶۰/۵)	۸۳۲/۸(۷۲/۶)	۰/۷۴
پاسخ های صحیح	۳۶۸/۵(۹۹/۶)	۴۴۵/۹(۵۲/۷)	<۰/۰۰۱
پاسخ های نادرست	۹۱/۱۲(۸۷/۴)	۲۶/۲(۵۰/۸)	<۰/۰۰۱
بدون پاسخ	۲۰/۴(۲۸/۱)	۷/۹(۶/۹)	<۰/۰۰۱
نمره تداخل	۶۳/۸(۷۹/۵)	۱۸/۹(۴۶/۹)	<۰/۰۰۱

داشتند. بین افراد دو گروه از نظر ضریب هوشی، با استفاده از آزمون کای دو اختلاف آماری معنی داری وجود نداشت (p >۰/۰۵).

نتایج آزمون نرم افزاری استروپ پیچیده

بررسی نتایج حاصل از آزمون استروپ پیچیده (جدول ۵) نشان داد که بین میانگین زمان واکنش کلمات همخوان در گروه مورد و گروه شاهد تفاوت معناداری وجود دارد (P<۰.۰۵). این در حالی است که بین میانگین زمان واکنش کلمات ناهمخوان در دو گروه تفاوت معناداری مشاهده نشد (P>۰.۰۵). علاوه بر این، در زیرمقیاس‌های پاسخ‌های صحیح، پاسخ‌های نادرست، بدون پاسخ و نمره تداخل در آزمون استروپ پیچیده بین دو گروه تفاوت معناداری به دست آمد (P<۰.۰۰۱).

بحث

این مطالعه به بررسی ارتباط بین مواجهه شغلی با ترکیبات آلی فرار و عملکرد شناختی (توجه انتخابی) افراد در معرض پرداخته است. با توجه به نتایج به دست آمده در زمان واکنش کلمات همخوان تفاوت معنی داری در عملکرد گروه مورد و شاهد دیده شد در حالی که از نظر میانگین زمان واکنش کلمات ناهمخوان بین دو گروه اختلاف معنی داری وجود نداشت. همچنین در زیر مقیاس های پاسخ های صحیح، پاسخ های نادرست، بدون پاسخ و نمره تداخل در آزمون استروپ پیچیده اختلاف معنی داری بین دو گروه به دست آمد که تاثیر آن بر الگوهای شناختی افراد در نتایج حاصل از استروپ تست نمایان شد. همسو با این نتایج می توان به نتایج حاصل از مطالعات مرتبط زیر اشاره کرد.

Aminian O و همکاران (۲۰۱۴) در مطالعه خود نشان دادند که افراد در معرض مواجهه با ترکیبات آلی دارای واکنش و عملکردهای حرکتی پایین تری نسبت به افراد بدون مواجه با حلال ها هستند (۲۸).گلبابایی و همکاران (۲۰۱۱) نیز در مطالعه خود از اختلاف معنی دار پیامدهای نوروفیزیولوژیک طولانی مدت مواجهه با حلال ها در دو گروه مورد و شاهد اشاره کرده اند به طوری که می توان به کاهش تمرکز و حافظه و افزایش زمان عکس العمل در گروه مورد نسبت به گروه شاهد اشاره شده کرد (۲۹). همچنین Ana Raquel Oliveira و همکاران (۲۰۱۸) نشان دادند که مواجه با ترکیبات آلی باعث مختل شدن عملکردهای عصبی شناختی افراد در معرض مواجهه خواهد شد(۱۳).

در ارتباط با آزمون نرم افزاری استروپ پیچیده، نتایج حاصله با مطالعه شیری و همکاران (۲۰۱۸) که با هدف بررسی رابطه بین توجه و انعطاف پذیری شناختی با تعادل در بیماران ام اس عود – فروکش انجام دادند همسو می باشد به طوری که نشان دادند بین تعداد پاسخ های صحیح در مرحله اول و دوم رابطه مثبت

[Downloaded from ioh.iums.ac.ir on 2026-09-16]
[DOI: 10.66224/ioh.23.1.1]

معناداری وجود دارد (۳۰) عملکرد افراد مواجه یافته با ترکیبات آلی فرار همانند بیماران ام اس که دارای اختلالات عصبی تعادلی بوده و انعطاف پذیری و تحرک آنها کاهش یافته می باشد.Söğütlü و همکاران (۲۰۱۹) نشان دادند که مواجه طولانی مدت با حلال ها باعث اثرات منفی بر توجه انتخابی افراد و حافظه آنها دارد (۲۳). همچنین Mozafari و همکاران (۲۰۲۰) نشان دادند که تفاوت میان دو گروه در آزمون قدرت توجه در زیر مقیاسهای زمان آزمایش همخوان و ناهمخوان و زمان واکنش همخوان و ناهمخوان، همچنین تفاوت در زیر مقیاسهای تعداد صحیح ناهمخوان، بدون پاسخ ناهمخوان و نمره تداخل نیز معنی دار می باشد (۳۱) این در حالی است که در مطالعه Jiménez Barbosa (۲۰۱۵) هیچ تفاوت معنی داری بین عملکرد زمان واکنش در دو گروه مورد بررسی مشاهده نشد (۳۲) همچنین Alboghbeish و همکاران (۲۰۱۷) نیز در مطالعه ای که با هدف تأثیر اثر استروپ و فاصله های زمانی بین دو محرک بر دوره بی پاسخی روانشناختی انجام شد نشان دادند که محرک های همخوان از محرک های ناهمخوان زمان پاسخ سریع تری دارند (۳۳).

بر اساس نتایج بدست آمده با استفاده از آزمون هوش ریون در دو گروه مورد و شاهد اختلاف آماری معنی داری وجود نداشت در توجیه این امر می توان بیان کرد که ضریب هوشی افراد متاثر از فاکتورهای ژنتیکی و محیطی همچون سن، جنسیت، عوامل اقتصادی اجتماعی، وضعیت تغذیه و تحصیلات می باشد و تنها یک عامل در تعیین سطح آن دخیل نمی باشد (۳۴) به طوری که تنوع و اختلاف در توانایی های شناختی همچون سطح هوش افراد به دلیل تاثیر گذاری و تداخلات فاکتورهای ژنتیکی و محیطی می باشد که در این میان نقش عوامل ژنتیکی به مراتب بالاتر می باشد (۳۵). در حالی که نتایج به دست آمده در تست ها شناختی، ناشی از مواجه با حلال های آلی فرار بوده است نه تفاوت هایی فردی که در میان افراد وجود دارد.

از آنجا که طیف گسترده ای از جنبه های زندگی روزانه و انجام فعالیت های شخصی و اجتماعی افراد در هر محیط وابستگی کاملی با توانایی های شناختی دارد و به علت ارتباط و پیوندی که بین ابعاد مختلف توانایی های شناختی همچون قدرت توجه، حافظه، بازداری و انعطاف پذیری شناختی وجود دارد، آسیب هر یک از این ابعاد منجر به اختلال و کاهش کیفیت زندگی و بهره وری در زندگی روزانه و همچنین بروز بیماری ها و ناراحتی مختلف خواهد شد لذا توجه به این حوزه و اقدامات لازم در جهت بهبود آن از اهمیت خاصی برخوردار است.

محدودیت های مطالعه و پیشنهاد برای مطالعات آینده

از محدودیت های مطالعه می توان به مقطعی بودن مطالعه و همچنین عدم استفاده از بیومارکرها و متابولیت های حلال ها اشاره کرد. همچنین با توجه به تنوع ترکیبات آلی در محیط های کاری و تاثیر هر کدام از آن ها بر روی اندم ها و بافته های خاصی از بدن، پیشنهاد می شود که در مطالعات آینده به بررسی و تاثیر هر کدام از حلال ها به طور جداگانه با انجام آزمایشات بیولوژیک مانیتورینگ اختصاصی جهت بررسی دقیق تر میزان مواجهات فردی و بررسی رابطه علیتی بین مواجهات و عوارض آنها در عملکرد شناختی اقدام شود، چرا که تاثیر حلال ها در مواجه با یکدیگر می تواند حالت های مختلفی از قبیل سنتز کشنده، افزایشی، تقویتی و همچنین آنتاگونیسم را به خود بگیرند.

نتیجه گیری

بر اساس نتایج این مطالعه مواجهه شغلی با ترکیبات آلی فرار در برخی موارد از حدود مجاز توصیه شده بیشتر می باشد، همچنین ماهیت شغلی افراد ممکن است تاثیر بسزایی در مواجه آنها داشته باشد به طوری که این ترکیبات باعث اثرات سوء بر سیستم های عصبی شده و اختلال در فعالیت های شناختی افراد (توجه انتخابی) را به همراه دارد، همچنین ارتباط معنی داری بین مواجهه با ترکیبات آلی فرار و نتایج آزمون ریون افراد دیده نشد. بر اساس این نتایج می توان گفت که آزمون استروپ پیچیده، می توانند به عنوان ابزار های مناسب غربالگری جهت تشخیص زودهنگام اختلالات شناختی ناشی از مواجهه با حلال های آلی فرار مورد استفاده قرار گیرد.

حمایت مالی

این پژوهش با حمایت مالی دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی صورت گرفته است.

ملاحظات اخلاقی

پیش از آغاز پژوهش، اهداف و روش اجرای مطالعه به شرکت‌کنندگان توضیح داده شد و رضایت‌نامه ی آگاهانه و کتبی از آنان دریافت گردید. در این پژوهش هیچ‌گونه اقدام تهاجمی صورت

[Downloaded from ioh.iums.ac.ir on 2026-09-16]
[DOI: 10.66224/ioh.23.1.1]

نگرفت و هیچ آسیبی از نظر جسمی، روانی، مالی یا اجتماعی به شرکت‌کنندگان وارد نشد. اطلاعات جمع‌آوری‌شده کاملاً محرمانه نگهداری شد و تنها برای اهداف علمی و پژوهشی مورد استفاده قرار گرفت.

کد اخلاق

با عنایت به غیربالینی و غیرمداخله‌ای بودن مطالعه (مقطعی -توصیفی) و عدم انجام هرگونه اقدام تهاجمی بر روی آزمودنی‌ها، بر اساس ضوابط کمیته اخلاق دانشگاه، این پژوهش از معیارهای الزام‌آور جهت اخذ کد اخلاق مستثنی شناخته شد . با این حال، کلیه موازین اخلاقی در تعامل با شرکت‌کنندگان رعایت گردید

مشارکت نویسندگان

• ساجده حسن‌زاده (ارگونومیست و پژوهشگر اصلی): طراحی مفهومی و روش‌شناسی مطالعه، نظارت بر جمع‌آوری داده‌ها، نگارش نسخه نهایی مقاله و تأیید نسخه ی نهایی برای انتشار.

• وفا فیضی (متخصص بهداشت حرفه‌ای): طراحی روش تحقیق، هماهنگی اجرای نمونه‌برداری‌ها و نظارت بر ارزیابی مواجهه شغلی با ترکیبات آلی فرّار.

• اکرم‌سادات جعفری رودبندی (ارگونومیست): اجرای آزمون‌های شناختی و عصب‌رفتاری، ثبت داده‌ها و تحلیل اولیه ی نتایج.

• جواد عباسی (مشاور شیمی): مسئول تحلیل آزمایشگاهی ترکیبات آلی فرّار و مشاور فنی در زمینه ی روش‌های نمونه‌برداری از حلال‌ها.

• مرجان فیروزه (متخصص طب کار): تعیین آزمون‌های شناختی و عملکردی مرتبط، تفسیر یافته‌های بالینی و ارزیابی اختلالات احتمالی.

• امیر کاووسی (مشاور آمار): طراحی و مشاورهی آماری، تحلیل پیشرفتهی دادهها و اعتبارسنجی تفسیر نتایج آماری.

دسترسی آزاد

کپی رایت نویسنده(ها)2026©: این مقاله تحت مجوز Creative Commons Attribution 4.0 International License (CC BY 4.0) اجازۀ استفاده، اشتراک گذاری، اقتباس، توزیع و تکثیر را در هر رسانه یا قالبی مشروط بر درج نحوۀ دقیق دسترسی، منوط به ذکر تغییرات احتمالی بر روی CC به مجوزمقاله میداند. لذا به استناد مجوز یادشده، درج هرگونه تغییرات در تصاویر، منابع و ارجاعات یا سایر مطالب از اشخاص ثالث در این مقاله باید در این مجوز گنجانده شود، مگر اینکه در راستای اعتبار مقاله به اشکال دیگری مشخص شده باشد. در صورت درج نکردن مطالب مذکور و یا استفادۀ فراتر از مجوز بالا، نویسنده ملزم به دریافت مجوز حق نسخه برداری از شخص ثالث است.

مگر در مواردی که خلاف آن ذکر شده باشد، داده‌ها و مواد همراه این مقاله تحت همین مجوز منتشر می‌شوند. همچنین، داده‌هایی که در این مقاله منتشر شده‌اند، مشمول مجوز عمومی Creative Commons Public Domain Dedication (CC0 1.0) هستند مگر خلاف آن تصریح گردد.

برای مشاهده ی نسخه ی کامل مجوز، به این پیوند مراجعه کنید http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/:

REFERENCES

1. Gerhardsson L, Hou L, Pettersson K. Work-related exposure to organic solvents and the risk for multiple sclerosis—a systematic review. International Archives of Occupational and Environmental Health. 2021;94(2):221-9.
2. Arija MB, Eglite M, Martinsone Z, Buike I, Pike A, Sudmalis P, editors. Organic solvents as chemical risk factors of the work environment in different branches of industry and possible impact of solvents on workers' health. Proceedings of the Latvian Academy of Sciences; 2010: De Gruyter Poland.
3. KARIMI ZS, BARAKAT S, YAZDI M. EFFECT OF ORGANIC SOLVENTS ON PHYSIOLOGICAL PARAMETERS OF EXPOSED PEOPLE. 2016. [Persian]
4. He, Junzhou, Xiao Sun, and Xudong Yang. "Human respiratory system as sink for volatile organic compounds: Evidence from field measurements." Indoor Air 29.6 (2019): 968-978.
5. McGraw, Katlyn E., et al. "Exposure to volatile organic compounds–acrolein, 1, 3-butadiene, and crotonaldehyde is associated with vascular dysfunction." Environmental research 196 (2021): 110903.
6. Shahmohammadi D, Karimi Zeverdegani S. Investigation of the Relationship between Inhaled Benzene, Toluene, Ethyl benzene, and Xylene Concentrations and the Urine Metabolites Levels in People Working at a Petrochemical Complex. Journal of Occupational Hygiene Engineering. 2018;5(2):46-54. [Persian]
7. Firoozeh M, Kavousi A, Hasanzadeh S. Evaluation of relationship between occupational exposure to organic

[Downloaded from ioh.iums.ac.ir on 2026-09-16]
[DOI: 10.66224/ioh.23.1.1]

solvent and fatigue workers at a paint factory in Saveh city. Iran Occupational Health. 2017;14(2):82-92. [Persian]
8. Hussain, Md Sadique, et al. "Unlocking the secrets: Volatile Organic Compounds (VOCs) and their devastating effects on lung cancer." Pathology-Research and Practice (2024): 155157.
9. Joshi DR, Adhikari N. An overview on common organic solvents and their toxicity. Journal of Pharmaceutical Research International. 2019:1-18.
10. Thetkathuek A, Jaidee W, Saowakhontha S, Ekburanawat W. Neuropsychological symptoms among workers exposed to toluene and xylene in two paint manufacturing factories in eastern Thailand. Advances in preventive medicine. 2015;2015.
11. VATANI SJ, KARDAN YH, SEYYED SM. SURVEYING THE EMISSIONS OF BENZENE, TOLUENE, ETHYL BENZENE AND XYLENE IN INDOOR AIR OF EMAM HOSSIEN HOSPITAL OF SHAHROOD. 2015;14(1):71-6. [Persian]
12. Estill CF, Rice CH, Morata T, Bhattacharya A. Noise and neurotoxic chemical exposure relationship to workplace traumatic injuries: A review. Journal of safety research. 2017;60:35-42.
13. Oliveira AR, Carvalho TA, Santos NAd. Relationship between neurocognitive performance and body composition of men and women exposed to organic solvents. Trends in Psychology. 2018;26:1935-51.
14. Ma, Teng, et al. "Expose to volatile organic compounds is associated with increased risk of depression: A cross-sectional study." Journal of Affective Disorders 363 (2024): 239-248.
15. van Dijk DM, van Rhenen W, Murre JM, Verwijk E. Cognitive functioning, sleep quality, and work performance in non-clinical burnout: the role of working memory. PloS one. 2020;15(4):e0231906.
16. Letellier N, Choron G, Artaud F, Descatha A, Goldberg M, Zins M, et al. Association between occupational solvent exposure and cognitive performance in the French CONSTANCES study. Occupational and environmental medicine. 2020;77(4):223-30.
17. Shuai J, Kim S, Ryu H, Park J, Lee CK, Kim G-B, et al. Health risk assessment of volatile organic compounds exposure near Daegu dyeing industrial complex in South Korea. BMC Public Health. 2018;18(1):1-13.
18. Seo S, Kim J. An aggravated return-to-work case of organic solvent induced chronic toxic encephalopathy. Annals of occupational and environmental medicine. 2018;30(1):1-6.
19. Juárez-Pérez CA, Aguilar-Madrid G, Sandoval-Ocaña J, Cabello-López A, Trujillo-Reyes O, Madrigal-Esquivel C, et al. Neuropsychological effects among workers exposed to organic solvents. salud pública de méxico. 2020;61:670-7.
20. Dehghani F, Zakerian SA, Golbabaei F, Omidi F. Mood assessment of workers exposed to mixed organic solvents:(Case study: A paint industry). 2019. [Persian]
21. Golbabaei F, Dehghani F, Saatchi M, Zakerian SA. Evaluation of occupational exposure to different levels of mixed organic solvents and cognitive function in the painting unit of an automotive industry. Health promotion perspectives. 2018;8(4):296. [Persian]
22. Akinyemi PA, Adegbenro CA, Ojo TO, Elugbaju O. Neurobehavioral effects of organic solvents exposure among wood furniture makers in Ile-Ife, Osun State, Southwestern Nigeria. Journal of Health and Pollution. 2019;9(22).
23. Söğütlü L, Alaca N, Önen L. Examination of attention and memory processes of workers exposed to solvent for a long time. Psychiatry and Clinical Psychopharmacology. 2019;29(4):533-7.
24. Yousefi F, Zarae A, Habibi S, Shaychahmadi S. To compare the rate of students' IQ of different courses at Kurdistan University of Medical Sciences and it's related to their academic achievement. Shenakht journal of psychology & psychiatry. 2014;1(1):1-9. [Persian]
25. Hajjeforoosh E, Malekpour M, Golparvar M. The Relationship of Abstract Thinking with Emotional Intelligence and its Components in Isfahan City Physicians and Teachers. 2013;13(4):114-23. [Persian]
26. Mozafari, Mohadeseh, and Roshanak Khodabakhsh Pirklani. "Evaluation Of Complex Stroop Performance Of Patients (Cabg), Within The First Year After Surgery." Studies in Medical Sciences 31.10 (2020): 735-747. [Persian]
27. Ghavidel Rize F, Salehi Fadardi J. Attentional bias in dieters and non-dieters. Journal of Fundamentals of Mental Health. 2016;18(2):82-7. [Persian]
28. Aminian O, Hashemi S, Sadeghniiat-Haghighi K, Shariatzadeh A, Esfahani AN. Psychomotor effects of mixed organic solvents on rubber workers. The international journal of occupational and environmental medicine. 2014;5(2):78. [Persian]
29. Golbabaei F, Kazemi R, Golestan G, Pourtalari M, Shahtaheri J, Rismanchian M. Influence of operational, technical and environmental factors on exposure of motor-vehicle painters to volatile organic solvents. Journal of School of Public Health & Institute of Public Health Research. 2011;8(4). [Persian]
30. Shiri V, Emami M, Shiri E. Investigating the relationship between selective attention and cognitive flexibility with balance in patients with relapsing-remitting multiple sclerosis. Archives of Rehabilitation. 2018;18(4):296-305. [Persian]

[Downloaded from ioh.iums.ac.ir on 2026-09-16]

[DOI: 10.66224/ioh.23.1.1]

31. Mozafari M, Khodabakhsh Pirklani R. EVALUATION OF COMPLEX STROOP PERFORMANCE OF PATIENTS (CABG), WITHIN THE FIRST YEAR AFTER SURGERY. Studies in Medical Sciences. 2020;31(10):735-47. [Persian]
32. Jiménez Barbosa IA, Boon MY, Khuu SK. Exposure to organic solvents used in dry cleaning reduces low and high level visual function. PloS one. 2015;10(5):e0121422.
33. Alboghbeish S, Abedanzadeh R, Daneshfar A. The effect of stroop effect and stimulus onset asynchronies on the psychological refractory period. Journal of Cognitive Psychology. 2017;5(2):51-60. [Persian]
34. Kumari S, Kumar P, Shivgotra V. Statistical Analysis of Factors that Influence Intelligence quotient of school going children using Factor Analysis and Principal Component Analysis. International Journal of Statistics and Systems. 2017;12(3):619-29.
35. Mollon, Josephine, et al. "Genetic influence on cognitive development between childhood and adulthood." Molecular Psychiatry 26.2 (2021): 656-665.

[Downloaded from ioh.iums.ac.ir on 2026-09-16]

[DOI: 10.66224/ioh.23.1.1]