ISSN: 2383-3483; Journal of Police Medicine. 2024;13(1):e18

Journal of Police Medicine

ORIGINAL ARTICLE OPEN ACCESS

# Police Technologies in Combating the Fentanyl Crisis: Challenges and Strategies

**Nasrinsadat Moradi**[1 * PhD], **Asghar Eftekhari**[2 PhD]

[1] FARAJA Identity Verification Center, Tehran, Iran.
[2] Department of Anti Narcotic, Faculty of Intelligence & Criminal Investigation Science & Technology, Amin Police University, Tehran, Iran.

## ABSTRACT

**AIMS:** Fentanyl is a morphine-like drug that has a higher pain-relieving potency and is effective in a short period. This study aimed to examine and analyze the challenges facing police in dealing with fentanyl as a growing global threat.

**MATERIALS AND METHODS:** This research was conducted with a mixed approach (descriptive-research) in the spring and summer of 2024 at the Forensic Chemistry Laboratory of the Farajah Identification Center. The descriptive part included a review of reliable scientific sources to describe the nature of fentanyl and the threats associated with it. In the experimental part, the collaboration of the Criminal Chemistry Laboratory of the Police Identification Center and the Narcotics Group of the Police University was utilized. The gas chromatography-mass spectrometry (GC-MS) technique was used to accurately identify fentanyl in suspect samples.

**FINDINGS:** In this study, out of a total of five suspicious powder samples analyzed using gas chromatography combined with mass spectrometry, two samples contained fentanyl and heroin.

**CONCLUSION:** The findings of this study, including the results of laboratory and experimental work on suspect samples, indicate that the Iranian Police Command is able to accurately identify fentanyl in various samples by utilizing advanced drug analysis methods such as gas chromatography-mass spectrometry (G-MS). These findings also indicate that the force is prepared to face possible future fentanyl crises. In addition, the challenges faced by the police in managing this crisis are identified, and accurate and rapid information is provided to the competent authorities.

**KEYWORDS:** **Fentanyl**; **Opioid**; **Police**.

**How to cite this article:**

Moradi N, Eftekhari A. *Police Technologies in Combating the Fentanyl Crisis: Challenges and Strategies*. J Police Med. 2024;13:e18.

***Correspondence:**

Address: FARAJA Identity Verification Center, Noufel Loshato Ave, opposite the Russian Embassy, Iran.
Mail: **nasrinsadatmoradi@gmail.com**

**Article History:**

Received: 30/06/2024
Accepted: 11/08/2024
ePublished: 19/08/2024

Copyright © 2024, Journal of Police Medicine | This open access article is licensed under a *Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License*

## INTRODUCTION

Fentanyl is a morphine-like drug that has a higher pain-relieving power and a shorter duration of action than pethidine (another opioid analgesic). Its 7% purity is equivalent to 300% of the potency of heroin, which has attracted the attention of consumers.

Narcotics are among the drugs that have long been used to reduce pain. Morphine, as one of the oldest and best-known narcotics, was first synthesized in 1806 and was used as a strong painkiller until 1850. Subsequently, in 1953, Paul Janssen decided to synthesize and produce the strongest opioid analgesic. He believed that by increasing the potency and selectivity of narcotics for opioid receptors in the brain, their safety would also increase. As a result of these efforts, fentanyl was synthesized in 1960, which has a higher pain-relieving power and a shorter duration of action than pethidine. Since the synthesis of fentanyl, several analogs with varying potency and pharmacological properties have been designed and produced [1].

Fentanyl has two main routes of administration: short-acting opioids for acute pain relief and transdermal patches for the reduction and relief of severe and chronic pain in patients. These short-acting opioids include injectable formulations, lozenges, sublingual tablets, inhalation sprays, and transdermal patches [2].

Introduced in the 1970s as an effective alternative to morphine, fentanyl has become a powerful drug due to its fast and potent properties. This synthetic substance is 50 times more potent than heroin and has become a serious concern in the drug market. Despite fentanyl's therapeutic benefits, its side effects, such as respiratory depression and decreased cough reflex, threaten the health of users. Overdose and misuse, especially in skin patches, are on the rise [3]. Since 2010, three major outbreaks of illicit fentanyl have led to an increase in deaths, and more than 75,000 people in the United States have died by 2024. It remains one of the leading causes of drug-related deaths. To address this crisis, the United States has implemented measures such as prevention education, distribution of naloxone, and prescription monitoring. In the medical field, medications are also used to combat overdose [4, 5]. The illicit use of fentanyl, especially skin patches, has increased among patients and experimenters. It is hazardous even in low doses and can lead to fatal overdoses when combined with other substances. Fentanyl can also pose serious challenges in the criminal justice system [6, 7].

This study aims to examine the challenges faced by police and explore practical solutions to improve the situation. It also aims to analyze the barriers and provide preventive strategies to reduce fentanyl-related crime.

In one of the most tragic and impactful contemporary events in the Russian capital, a group of Chechen militants organized a hostage-taking at the Dubrovka Theater. The crisis lasted three days and was eventually ended by a Russian Special Forces attack. In this operation, Russian forces used carfentanil gas. Carfentanil is a more potent analog of fentanyl, approximately 100,000 times more potent than morphine, causing serious and irreversible damage. The operation resulted in the deaths of 129 hostages and 39 militants. This incident shocked not only Russia but the world and became one of the darkest periods in modern history [8, 9].

The use of carfentanil as a chemical weapon carries serious risks. Incorrect doses or failure to notify medical teams can result in death. The high potency of carfentanil makes it extremely dangerous even in small amounts. These characteristics require high precision and technical knowledge in their use in security operations [10]. Due to its high potency and ability to quickly cross the blood-brain barrier, carfentanil has rapid effects and can render individuals unconscious and incapacitated. The pharmacological properties and ease of access to this substance have made it a serious security threat worldwide.

**Impact of Fentanyl on Driving and Accidents:** Fentanyl use can lead to an increase in the number of accidents and road fatalities. Studies have shown that the use of this drug can significantly increase the risk of traffic accidents. Accidents caused by fentanyl use can have high social and economic costs. These costs include medical expenses, financial losses, and reduced economic productivity [10, 11]. On the other hand, these crashes not only result in road fatalities and serious injuries but also place a heavy workload on police officers. Police officers must spend a lot of time and resources to handle these crashes, conduct investigations, prepare reports, and manage the accident scenes. In addition, the need to perform toxicology tests to identify drivers under the influence of fentanyl and other drugs adds to their workload. To prevent these problems, increased surveillance and routine toxicology tests can help identify drivers under the influence of this substance and prevent traffic accidents. Also, increasing public awareness about the dangers of fentanyl use and its effects on driving can help reduce the use of this substance and improve road

safety. Strengthening laws and regulations related to drug use and driving can also help reduce the number of drivers under the influence of drugs [12].

Fentanyl and Dark Web Platforms, the Challenges for Police in Addressing the Threat: Dark web platforms are a restricted-access part of the internet that is often associated with illegal services and content, such as drug and weapons markets. This space allows users to operate in these markets anonymously, which not only protects them from legal arrests but also creates a false sense of security about the quality and legitimacy of the substances being purchased. The emergence of online markets on the dark web has significantly changed the landscape of the illicit drug trade, not only facilitating access to drugs but also making it easier to purchase uncontrolled drugs and dangerous chemicals [13]. The clandestine nature of dark web transactions poses serious challenges for police, complicating efforts to track and apprehend traffickers. Police must continually adapt and innovate, particularly by employing integrated strategies that include technological solutions and international cooperation to address these illicit networks. The interaction between dark web markets and fentanyl distribution is a multidimensional challenge that simultaneously addresses public health concerns, police strategies, and community safety. Understanding the dynamics of this market is essential for developing effective interventions, and continued research and collaborative efforts between health organizations and police are essential to address the complexities of this crisis [14, 15].

**The role of fentanyl and opioids in facilitating crime and victim vulnerability:** Offenders may use powerful drugs such as fentanyl to facilitate crimes such as sex crimes and robbery. These types of crimes are known as "drug-facilitated crimes" [16]. Fentanyl and other opioid drugs can have a devastating effect on victims. These drugs leave victims vulnerable and under the control of criminals due to their strong analgesic effects and addictive nature. People under the influence of these drugs may be unable to defend themselves and provide evidence in court. Studies show that offenders may add fentanyl to victims' drinks or use counterfeit drugs containing fentanyl. Some may also trick victims into taking fentanyl. Fentanyl can also be mixed and used with other drugs [17, 18]. This type of abuse not only affects the victims but also has social and legal consequences, increasing fear and insecurity in society. Studies show that fentanyl is recognized as a potential danger to society and in sexual crimes.

**Fentanyl and its impact on the mental and physical health of police officers:** The increase in fentanyl abuse in recent years has had serious effects on the health of police officers. This substance causes fear and anxiety among security forces due to its addictive power and serious risks of overdose, even with accidental contact. Although the risk of overdose through skin contact has been reported very rarely, the fear of harm from fentanyl can lead to serious concerns and stress disorders among officers [19, 20].

The psychological pressures arising from the need to care for and protect oneself and others increase the levels of stress and tension in the personal lives of officers. Some studies show that several officers suffer from symptoms of anxiety and burnout and report higher rates of post-traumatic stress disorder.

Lack of adequate training of officers in dealing with potential contamination of drugs containing fentanyl can lead to incorrect recognition and incorrect responses in critical situations. Lack of access to effective protective equipment is also a serious threat. Establishing coherent cooperation between the police, health organizations, and the community can prevent the emergence of mental and physical problems in security forces and help improve public safety.

**Strategies to increase the motivation and mental health of police officers in dealing with the fentanyl crisis:** Counseling and psychotherapy, providing individual and group sessions to reduce stress and anxiety caused by daily duties. Specialized training, holding training courses in stress management and communication skills to increase capabilities. Incentive system, creating incentive systems and recognizing officers with outstanding performance in financial and non-financial terms. Supportive work environment, providing a friendly atmosphere and creating cooperation between colleagues to support in times of crisis. Sports and recreational activities, organizing fun programs to reduce stress and increase morale. Work-life balance, encouraging a balance between work and personal life, by providing regular breaks and vacations. Access to support resources, providing useful information and tools for accessing counseling and mental health services. Discussion files, creating opportunities for communication, and talking about psychological challenges among colleagues. Treatment methods, using effective and innovative techniques for managing anxiety and psychological stress. These strategies can help improve the motivation and mental health of officers involved in the fentanyl crisis, and thus improve the quality

of their performance.

**Future challenges for police in the face of the fentanyl crisis:** 1) There is skin contact with fentanyl and the risk of accidental poisoning for officers (risk of contact with toxic substances), although this risk is rare in cases of overdose [21, 22]. Officers should consistently follow safety protocols and wear appropriate protective equipment. 2) The increase in overdose deaths can undermine the credibility of the police in the community (establishing community relations). Creating public awareness and positive relationships between the police and the community are essential to reducing tensions. 3) The increase in requests for services and the need for specialist officers increases the workload on officers. There is a need for more mental health support and the creation of welfare initiatives. 4) Conducting educational workshops for the community on the dangers of fentanyl and the need to cooperate with the police, improving communications and raising public awareness to strengthen cooperation between the police and the community, 5) Combining police with effective drug prevention and detection to reduce harm, the key role of the police in supporting comprehensive policies and intersectoral cooperation to address the fentanyl crisis.

Fentanyl has significantly changed the landscape of drug-related crime and created new challenges for police. Although the risk of accidental poisoning through skin contact rarely leads to overdose in officers, the high potency of the substance and the low dose required for administration make it particularly dangerous and contribute to an increase in overdose deaths. It can act as a serious threat to public health and, in some cases, is used by criminals to harm victims. Therefore, advanced technologies for detecting fentanyl in police operations are essential [23]. These technologies can help to accurately and quickly identify this substance at crime scenes and in critical situations, helping to protect the health and safety of officers.

Portable devices such as Raman spectroscopy and miniature mass spectroscopy are effective tools that allow officers to examine suspicious samples in detail, reducing the risk of accidental exposure to toxic substances. The use of these technologies can help improve the capacity of police to identify and track drug distribution networks, although it should be noted that these technologies are not yet available to all operational units and the identification of fentanyl often requires specialized laboratories [24]. On the other hand, given the complex strategies used by drug traffickers, new technologies provide the opportunity to analyze criminal behavior and provide more effective solutions to confront this crisis. Effective cooperation between police agencies and research centers is crucial for the development and application of new technologies in the detection and fight against drugs. These partnerships can include information sharing, personnel training, and joint research that helps improve methods for identifying and preventing the consequences of drug use. Finally, the use of new technologies can allow police officers to respond to dangerous situations more quickly and accurately, thereby increasing their ability to maintain public safety.

**The challenge of increasing the likelihood of new and more potent drugs entering Iran:**

Changing global drug use patterns could lead to the entry of new and more potent drugs, such as fentanyl, into the Iranian market. This is particularly important even in the absence of previous reports of abuse. Given the potential for fentanyl to be smuggled by international travelers and the increasing trafficking of its precursors from East Asia to the Middle East, countering this threat requires a multifaceted strategy that includes strengthening airport security, international cooperation, developing effective legislation, and increasing awareness and education.

Frequent flights between Iran and China (a major source of fentanyl) and increased trade and tourism between the two countries could provide opportunities for trafficking this drug. Also, the Taliban's new drug control policies may lead to a shift in traffickers toward synthetic drugs such as fentanyl. According to UNODC reports, and especially considering Iran's proximity to the world's largest heroin producer, it is likely that traffickers will use cheap additives such as caffeine, acetaminophen, and dextromethorphan to avoid the high costs of fentanyl to make drug production and trafficking more cost-effective for themselves.

Overall, changes in the drug market may lead traffickers to synthetic drugs such as fentanyl. This poses new challenges for Iran that require special attention. Also, the presence of pharmaceutical and legal fentanyl compounds, such as remifentanil, sufentanil, and alfentanil, in the controlled drug market and medical facilities, especially in maternity hospitals, highlights the need for close monitoring and control of the supply chain of these compounds. Although these compounds are controlled, they facilitate traffickers' access to fentanyl and other dangerous drugs, so strengthening monitoring and enforcement measures in this area is essential.

**Improving Community Security with Accurate**

**and Rapid Detection of Fentanyl by Police Researchers:** Scattered reports from medical and security centers in Iran indicate increased attention to potential threats from drug abuse, especially strong opioids such as fentanyl. Given the high potency of these compounds in small amounts, the need for preparedness and prevention is felt more than ever. In this regard, it should be noted that currently, there is no substantiated evidence indicating the emergence of a drug abuse crisis or widespread detection of fentanyl in the country.

In continuation of the work done in the field of drugs, which includes prevention, detection, and fighting, as well as extensive activity in scientific crime detection and countering security threats using advanced analytical methods, this study focuses on effective measures to face the fentanyl crisis in the future [25-27]. These efforts are being carried out in a coordinated manner with the aim of improving the capabilities to detect and deal with potential challenges arising from new drugs.

Current research, with an emphasis on the precise analysis of drugs, especially fentanyl, utilizes modern technologies in this field [27, 28]. The results of the examination of suspicious samples indicate the high capacity of the country to quickly and accurately identify these substances in emergencies. Next, the experimental findings from the analysis of suspicious powders using mass chromatography coupled with mass spectrometry (GC-MS) were examined. This method allows for the precise identification of existing compounds and confirmation of the identity of drugs and can be effective in increasing the accuracy of identifying and controlling these substances in society. In addition to improving the level of existing awareness and knowledge, this research will greatly contribute to strengthening the preparedness of society in the face of future threats. The results of this research can be used in the development of more effective strategies for preventing and combating drugs and can be shared in international seminars on forensic chemistry.

## MATERIALS & METHODS

In this study, suspicious powder samples were examined and analyzed in the Police Identification Center's Forensic Chemistry Laboratory in the spring and summer of 2024. To achieve optimal separation and reliable results in the chromatography system, the instrument parameters were carefully adjusted. This optimization ensures that the separation of analytes takes place under optimal instrument conditions, resulting in accurate and reliable data for subsequent analyses.

In the settings of the gas chromatography-mass spectrometer (GC-MS), for the detection of fentanyl, the following steps were taken:

- The injector temperature was set to 260 °C so that the sample was completely evaporated and entered the system without decomposition.

- The oven temperature was gradually increased from 40 °C to 300 °C to optimize the separation of the different components of the sample.

- The flow rate of the helium carrier gas was set to 1.5 ml/min.

- A capillary column with a length of 30 m, an internal diameter of 0.25 mm, and a film thickness of 0.25 μm was used, which has a polysiloxane stationary phase.

- The mass spectrometry conditions were adjusted to produce accurate and interpretable mass spectra and the detection limit was in the nanograms per liter range.

These settings were made based on existing standards and laboratory experience, and calibration and validation tests were performed to ensure that the device was operating under optimal conditions and producing reliable results. By examining and matching the highest ion intensity in the observed spectrum of the suspect substance with the spectra available in the UNODC, NIST14, and NARCOTIC libraries, the active ingredient fentanyl was identified in the samples.

**Ethical permission**: In this study, all necessary measures were taken to comply with ethical considerations in collecting samples and conducting experiments. Given the sensitivity of the subject and the importance of maintaining data confidentiality, all matters related to information security and protection of professional secrets in the process of preparing, analyzing and publishing results were fully observed.

**Statistical analysis:** For each sample, after extraction, injection and preparation, the recorded spectra were matched using analytical software and based on comparison with reference data. Valid reference sources included the following data banks:

NIST (National Institute of Standards and Technology) Mass Spectral Library The most reliable spectroscopic bank, containing thousands of spectral samples related to organic and inorganic compounds that play a key role in the detection of substances.

Wiley Registry of Mass Spectral Data A specialized bank that includes reference spectra with high accuracy and standards.

SDBS (Spectral Database for Organic Compounds) A free bank in the field of organic compounds, inorganic materials and pharmaceuticals. Matching the spectra with reference data was done with a confidence factor of over 96%. The results showed that the desired compounds were identified with complete confidence.

## FINDINGS

In the mass spectrum, the horizontal axis (m/z) represents the mass-to-charge ratio of the ions and the vertical axis represents the relative intensity of each ion. The mass spectrum of fentanyl is a scientific representation of the structure of this drug compound (Figure 1). Each peak in this spectrum represents a part of the fentanyl molecule. The peaks observed at m/z=42, 67, 82, 95, 109, 122, 137, 150, 165, 179, 194, 207, 220, 251, 266.9, 281, and 354 represent different parts of the fentanyl molecule.

Peak m/z=194 indicated a fragment of the molecule containing benzene rings and oxygen groups. Peak m/z=207 indicated a fragment of the molecule in which the benzene rings were combined with nitrogen groups. Peak m/z=220 indicated a fragment of the molecule containing benzene rings and oxygen groups. Peak m/z=251 indicated a fragment of the molecule containing benzene rings and nitrogen groups (Figure 2).

Peak m/z=266.9 indicated a fragment of the molecule in which the benzene rings were combined with oxygen groups. Peak m/z=281 confirmed the presence of benzene rings and nitrogen groups in the structure of the molecule. Finally, peak m/z=354 indicated the molecular ion of fentanyl, which represented the entire molecule of this drug, without any breakage. This mass spectrum, as a precise map of the fentanyl structure, revealed all its components scientifically and in detail and proved the presence of the fentanyl compound in the discovered samples.

After it was determined that the samples contained fentanyl, the sample preparation conditions were optimized to achieve the highest amount of fentanyl dissolved in the solvent and, as a result, the highest sensitivity and accuracy of the measurement, the parameters affecting the dissolution such as

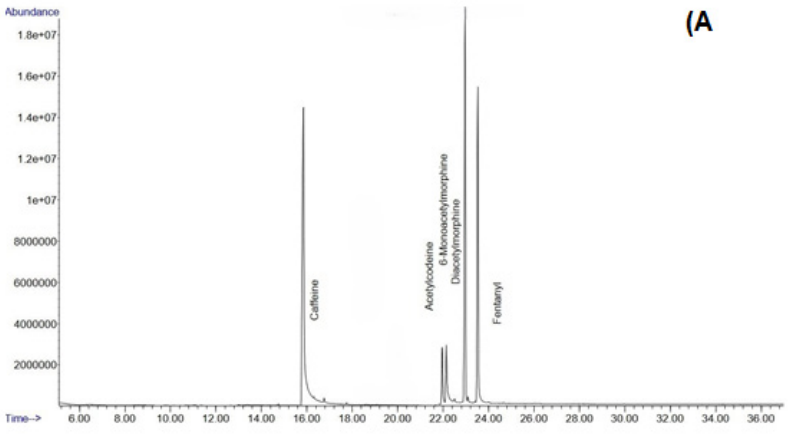



Figure 1, A) Mass spectrum of the discovered powder analyzed with a gas chromatography-mass spectrometer.

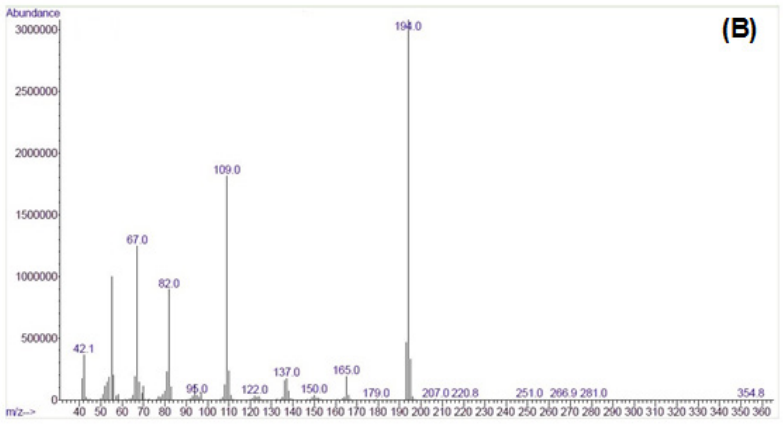



Figure 1, B) Mass-to-charge ratio of the ionic components of the mass spectrum

the type of solvent, pH, and centrifugation time. Among the solvents methanol, n-hexane, and acetonitrile, the highest peak intensity of fentanyl was observed in the methanol solvent. Fentanyl dissolves well in methanol because methanol is a polar solvent and can form hydrogen bonds with fentanyl molecules that have polar groups. These polar-polar interactions cause fentanyl to dissolve easily in methanol. Also, methanol has a small molecular structure and high dielectric constant, which allows it to easily penetrate and dissolve fentanyl molecules.

Centrifuging fentanyl in methanol for 5 minutes can provide the best results. This process caused the fentanyl particles to disperse and dissolve quickly and evenly in methanol. The centrifugal force created during centrifugation increased the contact area between fentanyl and methanol and reduced the time required for dissolution. Also, centrifugation prevented the aggregation of fentanyl particles and caused them to disperse evenly in the solution. Therefore, centrifugation for 5 minutes was the best method for dissolving fentanyl in methanol.

The best response for fentanyl was also observed at pH=9. The reasons why pH=9 is optimal for fentanyl dissolution can be explained as follows: The basic (amine) nature of fentanyl as a tertiary amine caused it to exist in the cationic form (positive charge) in the acidic environment of low pH and the anionic form (negative charge) in the basic environment of high pH. Also, the high acid constant of fentanyl above the natural pH of the body showed that in the alkaline environment of high pH, fentanyl was more stable in the anionic form. This anionic nature of fentanyl in the alkaline environment (pH=9) increased its solubility in polar solvents such as methanol, due to the increased electrostatic interaction between the ionic particles of fentanyl and methanol. Therefore, considering the amine and alkaline nature of fentanyl, pH=9 can create the best environment for its dissolution and desired solubility in methanol.

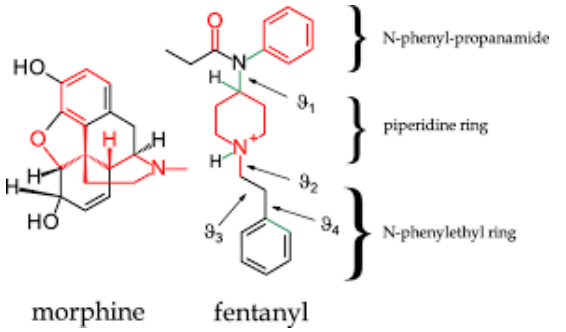



Figure 2) Molecular structure of fentanyl

## DISCUSSION

The results of the mass spectrometry test showed that the presence of fentanyl was confirmed in the samples examined, and in addition, heroin was also detected in them. This result shows the importance of simultaneously identifying these two drugs. Given the serious dangers posed by fentanyl, its simultaneous identification with heroin could help authorities and security forces better understand drug combination patterns and adopt more effective measures to counter these threats.

A review of the World Health Organization report in 2021 shows that about 30% of drug samples detected in different countries contained fentanyl and its derivatives, which are often combined with heroin. Also, a study conducted in the United States in 2020 emphasizes that 77% of drug overdose deaths are related to the combination of fentanyl and heroin. These statistics indicate the significant spread of this issue globally and the need for special attention to it.

The combination of fentanyl with heroin is due to the easier synthesis and lower cost of fentanyl compared to heroin. This feature causes sellers and traffickers to combine fentanyl with heroin and sell it as pure heroin. Unfortunately, many consumers also use it without knowing the presence of fentanyl and are at risk of overdose.

The results of this study showed that fentanyl can enter the country through various routes. Fortunately, with preventive measures and careful monitoring, a significant portion of suspicious samples have been identified and seized. This speaks to the vigilance and efforts of the country's security and police agencies in dealing with this challenge.

In addition to preventive and monitoring measures, continuous efforts to raise public awareness about the dangers of using fentanyl and other industrial drugs can be effective in preventing the spread of this phenomenon in society. Coordination and cooperation between all relevant agencies is also essential to manage this serious challenge in a comprehensive and coordinated manner.

Providing new solutions and suggestions to improve police capabilities in preventing, combating, and managing the fentanyl crisis in the future

1) Utilizing new technologies: Using scanning and mass spectrometry systems at ports of entry and smart surveillance systems.

2) Developing specialized and safety training programs: Training police, customs, and laboratory personnel in the field of identifying,

combating, and safely dealing with synthetic drugs. This training should include: identifying suspicious symptoms and assessing risk, safe sampling in compliance with health protocols, safe handling of unknown samples, proper packaging and transportation of samples, proper disposal of discovered drugs, familiarization with laws and documentation, prioritizing personnel safety and practical training.

3) Strengthening international cooperation: Exchange of information and experiences with international organizations and use of artificial intelligence in identifying trafficking patterns.

4) Developing rapid identification tools: Production and distribution of rapid detection kits and training in their use.

5) Review and update laws: Amend drug-related laws and add new substances to the list of controlled substances with deterrent penalties.

Implementing these strategies requires collaboration, resource allocation, and the use of up-to-date knowledge and can lead to improved control and reduction of the supply and demand of synthetic drugs and improved public safety.

Despite its valuable achievements, this study faced some limitations. The focus of this study on samples discovered in a specific geographical area may generalize the results to other regions of the country. In future research, efforts will be made to expand the geographical scope of the sampling so that the findings have greater generalizability. It should be noted that this limitation does not impair the value of the results obtained in the study area and can still be the basis for regional decision-making. In this study, due to the limitations in access to specialized equipment and the technical knowledge required for some advanced analytical methods, gas chromatography-mass spectrometry (GC-MS) was used as the main method for analyzing the samples. Despite its high accuracy and reliability, this method may not provide comprehensive information about the more detailed compositions of the samples. In future efforts, by taking advantage of opportunities for collaboration with leading scientific and research centers, multi-method approaches and complementary techniques such as Fourier Transform Infrared (FTIR) and Raman spectroscopy will be used to enrich the data and increase the accuracy of the analyses.

## CONCLUSION

This study, focusing on empirical data and utilizing advanced analytical methods, is an important step toward addressing the growing challenge of synthetic drugs, especially fentanyl, at the national level. The findings of this study indicate that the use of standard and reliable methods such as gas chromatography-mass spectrometry (GC-MS) provides police with an efficient tool to accurately and quickly identify dangerous substances at crime scenes and related situations. This will enable preventive measures and rapid response, and potentially help improve safety and reduce harm caused by these substances.

This study, while analyzing the challenges facing police in dealing with fentanyl-related threats, emphasized the importance of cross-sectoral and international cooperation, raising public awareness, and the continuous development of rapid and accurate detection methods. Given the nature of drug-related threats, continued research and updating of technical knowledge in this area seems essential.

Overall, the results of this study, while taking into account security considerations and national conditions, provide a suitable platform for developing practical and efficient solutions in the field of combating drugs in the Islamic Republic of Iran. These findings can be used as a starting point for additional research and as a basis for evidence-based decision-making at various management and executive levels.

**Clinical & Practical Tips in POLICE MEDICINE:** This study presents innovative and practical solutions to strengthen the capabilities of military forces in dealing with the growing fentanyl crisis. This rapidly spreading deadly drug poses a serious threat to the health, mental health, and security of the armed forces, especially police officers. The use of advanced drug analysis technologies can help military forces quickly and accurately identify fentanyl in the field of operations and improve their safety and well-being. This will be of vital importance, especially in crises and emergencies where there is exposure to fentanyl. Overall, the results of this study can be used as a basis for developing practical solutions to counter the fentanyl threat to the Iranian police and military forces.

**Acknowledgment:** Given that this study is the result of several years of effort and research in the field of criminal toxicology and emerging synthetic drugs and new psychotropic substances, the authors consider it their duty to thank the Police Identification Center, the Anti-Narcotics Police, and the University of Police Sciences for their unwavering support and valuable cooperation.

**Authors' Contribution:** *Nasrin Sadat Moradi* (idea presentation, data collection, and analysis),

*Asghar Eftekhari* (study design and data analysis). All authors participated in the initial writing of the article and its revision, and all accept responsibility for the accuracy and completeness of the content contained in it with the final approval of the present article.

**Conflict of interest:** The authors hereby declare that there is no conflict of interest in the present study.

**Financial Sources:** The authors did not receive any financial support from government or private sources.

ISSN: 2383-3483; Journal of Police Medicine. 2024;13(1):e18

نشریه طب انتظامی

مقاله اصیل

دسترسی آزاد

# فناوری‌های پلیسی در مهار بحران فنتانیل: چالش‌ها و راهکارها

نسرین سادات مرادی[1] *PhD، اصغر افتخاری[2] PhD

[1] مرکز تشخیص هویت فراجا ، تهران، ایران.
[2] گروه مبارزه با مواد مخدر، دانشکده اطلاعات و آگاهی، دانشگاه افسری و تربیت پلیس امام حسن مجتبی (ع)، تهران، ایران.

## چکیده

**اهداف:** فنتانیل یک داروی شبه‌مرفین است که قدرت تسکین درد بالاتر و اثربخشی در مدت زمان کوتاه دارد. این مطالعه با هدف بررسی و تحلیل چالش‌های پیش روی پلیس در مواجهه با فنتانیل به عنوان یک تهدید جهانی فزاینده انجام شد.

**مواد و روش‌ها:** این تحقیق با رویکردی ترکیبی (توصیفی-پژوهشی) در بهار و تابستان سال ۱۴۰۳ در آزمایشگاه شیمی جنایی مرکز تشخیص هویت فراجا انجام شد. بخش توصیفی شامل بررسی منابع علمی معتبر برای توصیف ماهیت فنتانیل و تهدیدات مرتبط با آن بود. در بخش تجربی، از همکاری آزمایشگاه شیمی جنایی مرکز تشخیص هویت فراجا و گروه مواد مخدر دانشگاه انتظامی بهره گرفته شد. تکنیک کروماتوگرافی گازی کوپل‌شده با طیف‌سنج جرمی (GC-MS) برای شناسایی دقیق فنتانیل در نمونه‌های مشکوک به کار رفت.

**یافته‌ها:** در این مطالعه، از مجموع پنج نمونه پودری مشکوک که با روش کروماتوگرافی گازی کوپل‌شده با اسپکترومتر جرمی مورد آنالیز قرار گرفتند، دو نمونه حاوی فنتانیل و هروئین بودند.

**نتیجه‌گیری:** یافته‌های حاصل از این مطالعه، از جمله نتایج کار آزمایشگاهی و تجربی بر روی نمونه‌های مشکوک، نشان می‌دهد که فرماندهی انتظامی ایران با بهره‌گیری از روش‌های پیشرفته آنالیز مواد مخدر مانند کروماتوگرافی گازی کوپل‌شده با طیف‌سنج جرمی (GC-MS) قادر به شناسایی دقیق فنتانیل در نمونه‌های مختلف است. این یافته‌ها همچنین حاکی از آمادگی این نیرو در مواجهه با بحران‌های احتمالی فنتانیل در آینده است. علاوه بر این، چالش‌های پلیس در مدیریت این بحران شناسایی شده و اطلاعات دقیق و سریعی در اختیار مراجع ذی‌صلاح قرار می‌گیرد.

کلیدواژه‌ها: فنتانیل، مخدر مصنوعی، پلیس

نحوه استناد به مقاله:

Moradi N, Eftekhari A. *Police Technologies in Combating the Fentanyl Crisis: Challenges and Strategies.* J Police Med. 2024;13:e18.

نویسنده مسئول*:

آدرس: تهران، فردوسی، خیابان جمهوری اسلامی، خیابان میرزا کوچک‌خان، خیابان نوفل لوشاتو، پلاک ۱۴، پلیس آگاهی تشخیص هویت فراجا
پست الکترونیکی:
nasrinsadatmoradi@gmail.com

تاریخچه مقاله:

دریافت: ۱۴۰۳/۰۴/۱۰
پذیرش: ۱۴۰۳/۰۵/۲۱
انتشار: ۱۴۰۳/۰۵/۲۹

Copyright © 2024, Journal of Police Medicine | This open access article is licensed under a *Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License*

ISSN: 2383-3483; Journal of Police Medicine. 2024;13(1):e18





**مقدمه**

فنتانیل یک داروی شبه‌مرفین است که قدرت تسکین درد بالاتر و اثربخشی در مدت زمان کوتاه‌تر از پتیدین (یک مسکن مخدر دیگر) دارد. به طوری که خلوص ۷درصدی آن معادل اثربخشی ۳۰۰ درصدی هروئین است، که این امر توجه مصرف‌کنندگان را به خود جلب کرده است.

مواد مخدر از جمله داروهایی هستند که از دیرباز برای کاهش درد مورد استفاده قرار گرفته‌اند. مرفین به عنوان یکی از قدیمی‌ترین و شناخته‌شده‌ترین مواد مخدر، برای اولین بار در سال ۱۸۰۶ سنتز شد و تا سال ۱۸۵۰ به عنوان یک مسکن درد قوی مورد استفاده قرار می‌گرفت. در ادامه، در سال ۱۹۵۳ پاول جانسن تصمیم گرفت قوی‌ترین داروی مسکن مخدر را سنتز و تولید کند. او معتقد بود با افزایش قدرت و گزینش‌پذیری مواد مخدر برای گیرنده‌های مخدر در مغز، ایمنی مصرف آنها نیز افزایش می‌یابد. در نتیجه این تلاش‌ها، فنتانیل در سال ۱۹۶۰ سنتز شد که قدرت تسکین درد بالاتر و اثربخشی در مدت زمان کوتاه‌تر از پتیدین دارد. پس از سنتز فنتانیل، چندین آنالوگ با قدرت و خواص دارویی متنوع طراحی و تولید شده‌اند [۱].

فنتانیل، دارای دو روش مصرف اصلی است: مخدرهای سریع‌العمل برای تسکین درد حاد و چسب‌های پوستی برای کاهش و تسکین درد شدید و مزمن بیماران. این مخدرهای سریع‌العمل شامل فرمولاسیون‌های تزریقی، قرص‌های مکیدنی، قرص‌های زیر زبانی، اسپری استنشاقی و پچ‌های پوستی هستند [۲].

فنتانیل که در دهه ۱۹۷۰ به عنوان جایگزین مؤثر مورفین معرفی شده است، به دلیل ویژگی‌های سریع و قدرتمند به یک ماده مخدر قوی تبدیل شده است. این ماده مصنوعی ۵۰ برابر قوی‌تر از هروئین است و به یک نگرانی جدی در بازار مواد مخدر تبدیل شده است. علی‌رغم مزایای فنتانیل در درمان، عوارض جانبی آن همچون افسردگی تنفسی و کاهش رفلکس سرفه، سلامت مصرف‌کنندگان را تهدید می‌کند. مصرف بیش از حد و سوء استفاده از آن، به ویژه در پچ‌های پوستی، در حال افزایش است [۳].

سال ۲۰۱۰ به بعد، سه شیوع بزرگ فنتانیل غیرقانونی باعث افزایش مرگ و میر شده و در سال ۲۰۲۴ بیش از ۷۵ هزار نفر در آمریکا جان خود را از دست داده‌اند. این ماده همچنان یکی از عوامل اصلی مرگ ناشی از مواد مخدر است. برای مقابله با این بحران، در آمریکا اقداماتی همچون آموزش پیشگیری، توزیع نالوکسان و نظارت بر نسخه‌ها انجام شده است. در حوزه پزشکی نیز داروهایی برای مبارزه با بیش‌مصرفی استفاده می‌شوند [۴، ۵]. مصرف غیرقانونی فنتانیل، به ویژه پچ‌های پوستی، در میان بیماران و افراد جویای تجربه جدید افزایش یافته است. این ماده حتی در دوزهای کم، بسیار خطرناک است و ترکیب آن با دیگر مواد، می‌تواند منجر به بیش‌مصرفی مرگبار شود. همچنین فنتانیل می‌تواند در حوزه جرایم نیز چالش‌های جدی ایجاد کند [۶، ۷].

این پژوهش قصد دارد چالش‌های پیش روی پلیس و راهکارهای عملی برای بهبود اوضاع را بررسی کند. همچنین، تحلیل موانع و ارائه راهبردهای پیشگیرانه برای کاهش جرایم مرتبط با فنتانیل، از اهداف این مطالعه بود.

در یکی از تلخ‌ترین و تأثیرگذارترین رویدادهای معاصر در پایتخت روسیه، گروهی از شبه‌نظامیان چچنی گروگان‌گیری در تئاتر دوبروفکا را سازماندهی کردند. این بحران سه روز به طول انجامید و در نهایت با حمله نیروهای ویژه روسیه پایان یافت. در این عملیات، نیروهای روسی از گاز کارفنتانیل، استفاده کردند. کارفنتانیل یک آنالوگ قوی‌تر از فنتانیل است که تقریباً ۱۰۰۰۰۰ برابر قوی‌تر از مورفین عمل می‌کند و در نتیجه، آسیب‌های جدی و غیرقابل جبرانی به دنبال دارد. این عملیات منجر به کشته شدن ۱۲۹ گروگان و ۳۹ شبه‌نظامی شد. این واقعه نه تنها روسیه، بلکه جهان را در شوک فرو برد و به یکی از تاریک‌ترین نقاط تاریخ معاصر تبدیل شد [۸، ۹].

استفاده از کارفنتانیل به عنوان سلاح شیمیایی با خطرات جدی همراه است. دوزهای نادرست یا عدم اطلاع‌رسانی به تیم‌های پزشکی می‌تواند منجر به مرگ افراد شود. قدرت بالای کارفنتانیل حتی در مقادیر کم، آن را بسیار خطرناک می‌کند. این ویژگی‌ها نیاز به دقت و دانش فنی بالا در استفاده از آن در عملیات‌های امنیتی را ضروری می‌سازد [۱۰]. کارفنتانیل به دلیل قدرت بالا و توانایی عبور سریع از سد خونی-مغزی، اثرات سریعی دارد و می‌تواند افراد را بی‌هوش و ناتوان کند. ویژگی‌های فارماکولوژیکی و سهولت دسترسی به این ماده، آن را به تهدیدی امنیتی جدی در سطح جهانی بدل کرده است.

**تأثیر فنتانیل بر رانندگی و تصادفات:** مصرف فنتانیل می‌تواند منجر به افزایش تعداد تصادفات و تلفات جاده‌ای شود. مطالعات نشان داده‌اند که مصرف این ماده مخدر می‌تواند خطر تصادفات رانندگی را به طور قابل توجهی افزایش دهد. تصادفات ناشی از مصرف فنتانیل می‌توانند هزینه‌های اجتماعی و اقتصادی زیادی به همراه داشته باشند. این هزینه‌ها شامل هزینه‌های درمانی، خسارات مالی و کاهش بهره‌وری اقتصادی می‌شود [۱۰، ۱۱]. از طرفی این تصادفات نه تنها منجر به تلفات جاده‌ای و آسیب‌های جدی می‌شوند، بلکه بار کاری سنگینی را نیز بر دوش افسران پلیس می‌گذارند. افسران پلیس باید زمان و منابع زیادی را برای رسیدگی به این تصادفات، انجام تحقیقات، تهیه گزارش‌ها و مدیریت صحنه‌های حادثه صرف کنند. همچنین، نیاز به انجام تست‌های سم‌شناسی برای شناسایی رانندگان تحت تأثیر فنتانیل و سایر مواد مخدر نیز به بار کاری آنها اضافه می‌شود. برای پیشگیری از این مشکلات، افزایش نظارت و تست‌های روتین سم‌شناسی، می‌تواند به شناسایی رانندگان تحت

تأثیر این ماده کمک کرده و از وقوع حوادث رانندگی جلوگیری کند. همچنین، افزایش آگاهی عمومی درباره خطرات مصرف فنتانیل و تأثیرات آن بر رانندگی می‌تواند به کاهش مصرف این ماده و بهبود ایمنی جاده‌ها کمک کند. تقویت قوانین و مقررات مربوط به مصرف مواد مخدر و رانندگی نیز می‌تواند به کاهش تعداد رانندگان تحت تأثیر مواد مخدر کمک کند [۱۲].

**فنتانیل و پلتفرم‌های وب تاریک، چالش‌های پلیس برای رویارویی با این تهدید:** پلتفرم‌های وب تاریک، بخشی از اینترنت با دسترسی محدود هستند که اغلب به خدمات و محتوای غیرقانونی مانند بازارهای مواد مخدر و سلاح مرتبط می‌شوند. این فضا به کاربران اجازه می‌دهد تا به‌طور ناشناس در این بازارها فعالیت کنند، که نه تنها از دستگیری‌های قانونی محافظت می‌کند، بلکه احساس امنیت کاذبی درباره کیفیت و مشروعیت مواد خریداری‌شده ایجاد می‌کند.

ظهور بازارهای آنلاین در وب تاریک به طرز قابل توجهی چشم‌انداز تجارت مواد مخدر غیرقانونی را تغییر داده و نه تنها دسترسی به مواد مخدر را تسهیل می‌کند، بلکه به آسانی امکان خرید داروهای کنترل‌نشده و مواد شیمیایی خطرناک را فراهم می‌آورد [۱۳]. ماهیت پنهانی معاملات وب تاریک، چالش‌های جدی برای نیروهای انتظامی ایجاد می‌کند و تلاش برای ردیابی و دستگیری قاچاقچیان را پیچیده می‌سازد. نیروهای انتظامی باید به طور مداوم سازگار شوند و نوآوری کنند، به‌ویژه با به کارگیری استراتژی‌های یکپارچه شامل راه‌حل‌های تکنولوژیکی و همکاری بین‌المللی برای مقابله با این شبکه‌های غیرقانونی.

تعامل بین بازارهای وب تاریک و توزیع فنتانیل، چالشی چندبعدی است که به طور همزمان به نگرانی‌های سلامت عمومی، استراتژی‌های نیروی انتظامی و ایمنی جامعه ارتباط دارد. درک دینامیک‌های این بازار برای توسعه مداخلات مؤثر، ضروری است و پژوهش‌های مستمر و تلاش‌های مشترک میان سازمان‌های بهداشتی و نیروهای انتظامی برای مقابله با پیچیدگی‌های این بحران از اهمیت بالایی برخوردار است [۱۴، ۱۵].

**نقش فنتانیل و مواد مخدر اپیوئیدی در تسهیل جرایم و آسیب‌پذیری قربانیان:** مجرمان ممکن است از مواد مخدر قوی مانند فنتانیل برای تسهیل ارتکاب جرایمی همچون جرایم جنسی و سرقت استفاده کنند. این نوع جرایم به عنوان "جرایم تسهیل‌شده با دارو" شناخته می‌شوند [۱۶]. فنتانیل و سایر داروهای مخدر اپیوئیدی می‌توانند بر قربانیان تأثیر بی‌رحمانه‌ای داشته باشند. این داروها به دلیل اثرات قوی مسکنی و ایجاد وابستگی، قربانیان را آسیب‌پذیر و تحت کنترل مجرمان قرار می‌دهند. افراد تحت تأثیر این داروها ممکن است قادر به دفاع از خود و ارایه شواهد در دادگاه نباشند.

مطالعات نشان می‌دهند، مجرمان ممکن است فنتانیل را به نوشیدنی قربانیان اضافه کرده یا از داروهای تقلبی حاوی فنتانیل استفاده کنند. برخی نیز ممکن است قربانیان را با مصرف فنتانیل فریب داده و در دام بیندازند. فنتانیل همچنین می‌تواند با سایر مواد مخدر ترکیب شده و استفاده شود [۱۷، ۱۸]. این نوع سوء استفاده نه تنها قربانیان را تحت تأثیر قرار می‌دهد، بلکه عواقب اجتماعی و قانونی نیز دارد و باعث افزایش ترس و ناامنی در جامعه می‌شود. مطالعات نشان می‌دهند، فنتانیل به عنوان یک خطر بالقوه برای جامعه و در جرایم جنسی شناخته شده است.

**فنتانیل و تأثیر آن بر سلامت روان و جسمی افسران پلیس:** افزایش سوء مصرف فنتانیل در سال‌های اخیر تأثیرات جدی بر سلامت افسران پلیس گذاشته است. این ماده به دلیل قدرت اعتیادآوری و خطرات جدی بیش‌مصرفی، حتی با تماس تصادفی، موجب ایجاد ترس و اضطراب در میان نیروهای امنیتی می‌شود. هرچند خطر بیش‌مصرفی از طریق تماس پوستی بسیار نادر گزارش شده است، اما ترس از آسیب‌های ناشی از فنتانیل می‌تواند منجر به نگرانی‌های جدی و اختلالات استرس در میان افسران شود [۱۹، ۲۰].

فشارهای روحی ناشی از نیاز به مراقبت و حفاظت از خود و دیگران، سطوح استرس و تنش را در زندگی شخصی افسران افزایش می‌دهد. برخی پژوهش‌ها نشان می‌دهد که تعدادی از افسران به علایم اضطراب و فرسودگی شغلی مبتلا هستند و نرخ‌های بالاتری از اختلال استرس پس از سانحه را گزارش می‌کنند.

عدم آموزش کافی افسران در مواجهه با آلودگی بالقوه مواد مخدر حاوی فنتانیل می‌تواند به عدم شناسایی صحیح و واکنش‌های نادرست در شرایط بحرانی منجر شود. همچنین دسترسی نداشتن به تجهیزات حفاظتی مؤثر، تهدید جدی محسوب می‌شود. برقراری همکاری منسجم میان پلیس، سازمان‌های بهداشتی و جامعه می‌تواند از بروز مشکلات روانی و جسمی در نیروهای امنیتی پیشگیری کرده و به بهبود امنیت عمومی کمک کند.

**راهکارهای افزایش انگیزه و بهداشت روان مأموران پلیس در مقابله با بحران فنتانیل:** مشاوره و روان‌درمانی، ارائه جلسات فردی و گروهی به منظور کاهش استرس و اضطراب ناشی از وظایف روزمره. آموزش‌های تخصصی، برگزاری دوره‌های آموزشی در زمینهٔ مدیریت استرس و مهارت‌های ارتباطی برای افزایش توانمندی‌ها. سیستم تشویق، ایجاد سیستم‌های تشویقی و تقدیر از مأموران با عملکرد برجسته به‌صورت مالی و غیرمالی. محیط کاری حمایتی، فراهم‌کردن فضایی دوستانه و ایجاد همکاری بین همکاران برای حمایت در مواقع بحرانی. فعالیت‌های ورزشی و تفریحی، برگزاری برنامه‌های سرگرم‌کننده برای کاهش استرس و افزایش روحیه. توازن کار و زندگی، تشویق به حفظ تعادل میان کار و زندگی شخصی، از طریق ارایه زمان‌های استراحت و مرخصی‌های منظم. دسترسی

ISSN: 2383-3483; Journal of Police Medicine. 2024;13(1):e18





به منابع حمایتی، فراهم‌کردن اطلاعات و ابزارهای مفید برای دسترسی به خدمات مشاوره و سلامت روان. فایل‌های گفتگو، ایجاد فرصت‌هایی برای ایجاد ارتباط و صحبت درباره چالش‌های روانی بین همکاران. روش‌های درمانی، استفاده از تکنیک‌های مؤثر و نوین برای مدیریت اضطراب و تنش‌های روانی. این راهکارها می‌توانند به بهبود انگیزه و سلامت روان مأموران درگیر در بحران فنتانیل کمک کرده و در نتیجه کیفیت عملکرد آنها را ارتقا دهند.

**چالش‌های آتی پلیس در مواجهه با بحران فنتانیل:** ۱) تماس پوستی با فنتانیل و خطر مسمومیت تصادفی برای افسران وجود دارد (ریسک تماس با مواد سمی)، هرچند این خطر در موارد بیش‌مصرفی نادر است [۲۱، ۲۲]. افسران باید به‌طور مستمر پروتکل‌های ایمنی را رعایت کنند و تجهیزات محافظتی مناسب را به کار گیرند. ۲) افزایش مرگ‌ومیرهای ناشی از بیش‌مصرفی می‌تواند به تضعیف اعتبار پلیس در نزد جامعه منجر شود (برقراری ارتباط با جامعه). ایجاد آگاهی عمومی و رابطه مثبت بین پلیس و جامعه برای کاهش تنش‌ها ضروری است. ۳) افزایش درخواست‌ها برای خدمات و نیاز به مأموران متخصص، فشار کاری را بر افسران افزایش می‌دهد. نیاز به حمایت‌های بهداشت روانی و ایجاد ابتکارات رفاهی بیشتر احساس می‌شود.

۴) شناسایی فنتانیل در محل به دلیل کمبود کیت‌های مناسب و دقیق، مشکل است و افسران ممکن است به‌طور موقت از نوع ماده بی‌خبر بمانند. پس از ارجاع به آزمایشگاه، شناسایی دقیق ماده صورت می‌گیرد که ممکن است زمان‌بر باشد و استرس و اضطراب را برای افسران به همراه داشته باشد.

**راهکارها:** ۱) برگزاری دوره‌های آموزشی برای افسران در زمینه شناسایی و مدیریت خطرات ناشی از مواد سمی، بدون ایجاد اضطراب غیرضروری، آموزش در زمینه استفاده از تجهیزات حفاظتی و پروتکل‌های ایمنی، ۲) تأمین تجهیزات به‌روز و مؤثر برای برقراری امنیت در عملیات و تقویت کیت‌های تشخیص مواد مخدر، ایجاد دسترسی به فناوری‌های پیشرفته‌تر مانند دستگاه‌های رامان در واحدهای عملیاتی، ۳) فراهم‌کردن خدمات مشاوره و روان‌درمانی برای افسران به منظور مدیریت استرس و اضطراب‌های ناشی از وظایف، ایجاد ابتکارات رفاهی شامل فعالیت‌های ورزشی و گروهی به‌منظور افزایش روحیه، ۴) برقراری کارگاه‌های آموزشی برای جامعه در خصوص خطرات فنتانیل و ضرورت همکاری با پلیس، بهبود ارتباطات و افزایش سطح آگاهی عمومی جهت تقویت همکاری بین پلیس و جامعه، ۵) ترکیب اجرای قانون با پیشگیری و شناسایی مؤثر مواد مخدر به منظور کاهش آسیب‌ها، نقش کلیدی پلیس در حمایت از سیاست‌های جامع و همکاری‌های بین‌بخشی برای مقابله با بحران فنتانیل.

فنتانیل، به‌طور قابل‌توجهی وضعیت جرایم مرتبط با مواد مخدر را تغییر داده و چالش‌های جدیدی را برای نیروی انتظامی به وجود آورده است. با وجود اینکه خطر مسمومیت تصادفی از طریق تماس پوستی به ندرت منجر به بیش‌مصرفی در افسران می‌شود، پتانسیل بالای این ماده و دوز کم مورد نیاز برای مصرف، آن را به ویژه خطرناک کرده و به افزایش مرگ‌ومیر ناشی از بیش‌مصرفی منجر می‌کند. این ماده می‌تواند به‌عنوان یک تهدید جدی برای سلامت عمومی عمل کند و در برخی موارد توسط مجرمان برای آسیب رساندن به قربانیان استفاده می‌شود. لذا، وجود فناوری‌های پیشرفته برای شناسایی فنتانیل در عملیات پلیس ضروری است [۲۳]. این فناوری‌ها می‌توانند به شناسایی دقیق و سریع این ماده در صحنه‌های جرم و شرایط بحرانی کمک کنند و به حفظ سلامت و ایمنی افسران یاری رسانند.

دستگاه‌های قابل حمل مانند اسپکتروسکوپی رامان و اسپکتروسکوپی جرمی مینیاتوری، ابزارهای مؤثری هستند که این امکان را به افسران می‌دهند تا نمونه‌های مشکوک را با دقت بررسی کنند و از خطر تماس تصادفی با مواد سمی کاسته شود. استفاده از این فناوری‌ها می‌تواند به بهبود ظرفیت پلیس در شناسایی و ردیابی شبکه‌های توزیع مواد مخدر کمک کند، اگرچه باید توجه داشت که این فناوری‌ها هنوز در دسترس تمام یگان‌های عملیاتی نیستند و شناسایی فنتانیل غالباً به آزمایشگاه‌های تخصصی نیاز دارد [۲۴].

از سوی دیگر، با توجه به استراتژی‌های پیچیده‌ای که قاچاقچیان مواد مخدر به کار می‌برند، فناوری‌های نوین امکان تحلیل رفتارهای جرمی و ارائه راهکارهای مؤثرتری برای مواجهه با این بحران را فراهم می‌کنند. همکاری مؤثر بین نهادهای پلیس و مراکز تحقیقاتی برای توسعه و به‌کارگیری فناوری‌های نوین در شناسایی و مبارزه با مواد مخدر، بسیار حیاتی است. این همکاری‌ها می‌تواند شامل به اشتراک‌گذاری اطلاعات، آموزش پرسنل و پژوهش‌های مشترک باشد که به بهبود روش‌های شناسایی و پیشگیری از عواقب مصرف مواد مخدر کمک می‌کند. در نهایت، استفاده از فناوری‌های نوین می‌تواند به افسران پلیس این امکان را بدهد که با سرعت و دقت بیشتری به شرایط خطرناک پاسخ دهند و به این ترتیب، توانایی خود را در حفظ امنیت عمومی افزایش دهند.

**چالش افزایش احتمال ورود مواد مخدر جدید و قوی‌تر به ایران:** تغییر الگوهای جهانی مصرف مواد مخدر می‌تواند به ورود مواد جدید و قوی‌تر مانند فنتانیل به بازار ایران منجر شود. این امر حتی در صورت عدم گزارش‌های قبلی از سوء مصرف نیز اهمیت ویژه‌ای دارد. با توجه به احتمال قاچاق فنتانیل توسط مسافران بین‌المللی و افزایش قاچاق پیش‌سازهای آن از آسیای شرقی به خاورمیانه، مقابله با این تهدید نیازمند استراتژی چندوجهی است که شامل تقویت امنیت فرودگاه‌ها، همکاری‌های بین‌المللی، تدوین قوانین مؤثر و افزایش

ISSN: 2383-3483; Journal of Police Medicine. 2024;13(1):e18





آگاهی و آموزش می‌شود.

پروازهای مکرر بین ایران و چین (به‌عنوان یکی از منابع اصلی فنتانیل) و افزایش تبادلات تجاری و گردشگری بین دو کشور، می‌تواند فرصت‌هایی برای قاچاق این ماده مخدر فراهم آورد. همچنین، سیاست‌های جدید طالبان در کنترل مواد مخدر، ممکن است به تغییر جهت قاچاقچیان به سمت مواد مخدر مصنوعی مانند فنتانیل منجر شود. طبق گزارش‌های UNODC و به‌ویژه درنظرگرفتن جوار ایران با بزرگترین تولیدکننده هرویین جهان، این احتمال وجود دارد که قاچاقچیان از افزودنی‌های ارزان مانند کافئین، استامینوفن و دکسترومتورفان برای جلوگیری از هزینه‌های بالای فنتانیل استفاده کنند تا تولید و قاچاق مواد مخدر را برای خود به‌صرفه‌تر کنند.

در مجموع، تغییرات در بازار مواد مخدر ممکن است قاچاقچیان را به سمت مواد مخدر مصنوعی همچون فنتانیل هدایت کند. این امر چالش‌های جدیدی را برای ایران ایجاد می‌کند که باید به آن توجه ویژه‌ای داشت. همچنین، وجود ترکیبات دارویی و قانونی فنتانیل، نظیر رمی فنتانیل، سوفنتانیل و آلفنتانیل، در بازار داروهای تحت نظارت و مراکز درمانی، به ویژه در زایشگاه‌ها، بیانگر ضرورت نظارت دقیق و کنترل زنجیره تأمین این ترکیبات است. اگرچه این ترکیبات تحت کنترل هستند، دسترسی قاچاقچیان به فنتانیل و سایر مواد مخدر خطرناک را تسهیل می‌کنند، بنابراین، تقویت اقدامات نظارتی و اجرایی در این زمینه ضروری است.

**ارتقای امنیت جامعه با شناسایی دقیق و سریع فنتانیل توسط محققان فراجا:** گزارش‌های پراکنده از مراکز پزشکی و امنیتی در ایران حاکی از افزایش توجه به تهدیدات بالقوه ناشی از سوء مصرف مواد مخدر، به ویژه اپیوئیدهای قوی مانند فنتانیل است. با توجه به قدرت بالای این ترکیبات در مقادیر کم، ضرورت آمادگی و پیشگیری بیش از پیش احساس می‌شود. در این راستا، لازم به ذکر است که در حال حاضر، شواهد مستدلی دال بر بروز بحران سوء مصرف یا کشفیات گسترده فنتانیل در کشور در دسترس نیست.

در ادامهٔ کارهای انجام‌شده در زمینه مواد مخدر، که شامل پیشگیری، شناسایی و مبارزه است و نیز فعالیت گسترده در کشف علمی جرم و مقابله با تهدیدات امنیتی با استفاده از روش‌های تجزیه‌ای پیشرفته، این مطالعه بر اقدامات مؤثر برای مواجهه با بحران فنتانیل در آینده تمرکز دارد [۲۷-۲۵]. این تلاش‌ها با هدف ارتقای توانمندی‌های شناسایی و مقابله با چالش‌های احتمالی ناشی از مواد مخدر جدید، به صورت هماهنگ در حال انجام است.

پژوهش‌های جاری با تأکید بر تجزیه و تحلیل دقیق مواد مخدر، به ویژه فنتانیل، از فناوری‌های نوین در این حوزه بهره می‌برند [۲۷، ۲۸]. نتایج حاصل از بررسی نمونه‌های مشکوک، نشان‌دهنده ظرفیت بالای کشور در شناسایی سریع و دقیق این مواد در شرایط اضطراری است. در ادامه، یافته‌های تجربی حاصل از آنالیز پودرهای مشکوک با استفاده از کروماتوگرافی جرمی کوپل‌شده با طیف‌سنجی جرمی (MS-GC) مورد بررسی قرار گرفت. این روش امکان شناسایی دقیق ترکیبات موجود و تأیید هویت مواد مخدر را فراهم آورده و می‌تواند در راستای افزایش دقت در شناسایی و کنترل این مواد در جامعه مؤثر واقع شود. این تحقیقات، علاوه بر ارتقای سطح آگاهی و دانش موجود، به تقویت آمادگی جامعه در مواجهه با تهدیدات آتی کمک شایانی می‌نماید. نتایج این پژوهش‌ها می‌تواند در تدوین استراتژی‌های مؤثرتر پیشگیری و مقابله با مواد مخدر مورد استفاده قرار گیرد و در سمینارهای بین‌المللی شیمی جنایی به اشتراک گذاشته شود.

## مواد و روش‌ها

در این مطالعه در بهار و تابستان سال ۱۴۰۳، به بررسی و تحلیل نمونه‌های پودری مشکوک در آزمایشگاه شیمی جنایی مرکز تشخیص هویت فراجا پرداخته شد. برای آماده‌سازی این نمونه‌ها، پودرهای مشاهده‌شده که در اشکال مختلفی نظیر پودر سفید، کریستالی و کلوخی بودند، به حلال افزوده شدند و برای تسهیل در حل‌شدن، در سانتریفیوژ قرار داده شدند. سپس محلول به‌دست‌آمده از طریق کاغذ صافی تصفیه گردید و یک میکرولیتر از این محلول آماده‌سازی‌شده برای آنالیز به دستگاه تزریق شد. برای دستیابی به تفکیک بهینه و نتایج قابل اعتماد در سیستم کروماتوگرافی، پارامترهای دستگاهی به دقت تنظیم شدند. این بهینه‌سازی اطمینان می‌دهد که جداسازی آنالیت‌ها در شرایط دستگاهی مطلوب صورت گیرد، که نتیجه آن، داده‌های دقیق و معتبر برای تحلیل‌های بعدی است.

در تنظیمات دستگاه کروماتوگرافی گازی متصل به طیف‌سنج جرمی (MS-GC)، برای شناسایی فنتانیل، اقدامات زیر انجام شد:

- دمای انژکتور به ۲۶۰ درجه سانتی‌گراد تنظیم شد تا نمونه به طور کامل تبخیر و بدون تجزیه وارد سیستم شود.
- دمای آون به صورت تدریجی از ۴۰ درجه سانتی‌گراد شروع و به ۳۰۰ درجه سانتی‌گراد رسید تا جداسازی اجزای مختلف نمونه بهینه‌سازی شود.
- سرعت جریان گاز حامل هلیوم به ۱/۵ میلی‌لیتر در دقیقه تنظیم شد.
- از ستون مویین با طول ۳۰ متر، قطر داخلی ۰/۲۵ میلیمتر و ضخامت فیلم ۰/۲۵ میکرومتر استفاده شد که دارای فاز ساکن پلیسیلوکسان است.
- شرایط طیف‌سنجی جرمی به گونه‌ای تنظیم شد که طیف‌های جرمی دقیق و قابل تفسیر تولید کند و حد تشخیص در محدوده نانوگرم بر لیتر قرار دارد.

این تنظیمات بر اساس استانداردهای موجود و تجربه آزمایشگاهی انجام شد و با انجام آزمایش‌های کالیبراسیون و تأییدی، اطمینان حاصل شد که دستگاه در شرایط بهینه

ISSN: 2383-3483; Journal of Police Medicine. 2024;13(1):e18





کار می‌کند و نتایج قابل اعتمادی تولید می‌کند. با بررسی و تطبیق بیشترین شدت یونی در طیف مشاهده‌شده از مادهٔ مشکوک، با طیف‌های موجود در کتابخانه‌های UNODC، NIST۱۴ و NARCOTIC، ماده مؤثره فنتانیل در نمونه‌ها شناسایی شد.

**ملاحظات اخلاقی:** در این مطالعه، تمامی اقدامات لازم جهت رعایت ملاحظات اخلاقی در جمع‌آوری نمونه‌ها و انجام آزمایش‌ها صورت پذیرفت. با توجه به حساسیت موضوع و اهمیت حفظ محرمانگی داده‌ها، تمامی موارد مربوط به امنیت اطلاعات و حفاظت از اسرار حرفه‌ای در فرآیند تهیه، تحلیل و انتشار نتایج، به طور کامل رعایت شد.

**تجزیه و تحلیل آماری:** برای هر نمونه، پس از استخراج، تزریق و آماده‌سازی، طیف‌های ثبت‌شده با استفاده از نرم‌افزارهای تحلیلی و بر اساس مقایسه با داده‌های مرجع تطبیق داده شدند. منابع مرجع معتبر شامل بانک‌های داده زیر بودند:

NIST (National Institute of Standards and Technology) Mass Spectral Library: معتبرترین بانک طیف‌سنجی، حاوی هزاران نمونه طیف مربوط به ترکیبات آلی و معدنی که در تشخیص مواد نقش کلیدی دارند.

Wiley Registry of Mass Spectral Data: بانک تخصصی که شامل طیف‌های مرجع با دقت بالا و استاندارد است.

**SDBS (Spectral Database for Organic Compounds):** بانک رایگان حوزه ترکیبات آلی، مصالح معدنی و دارویی.

تطبیق طیف‌ها با داده‌های مرجع با ضریب اطمینان بالای ۹۶ درصد انجام شد. نتایج نشان کردند که ترکیبات مورد نظر با اطمینان کامل شناسایی شده‌اند.

## یافته‌ها

در طیف جرمی، محور افقی (z/m) نشان‌دهنده نسبت جرم به بار یون‌ها و محور عمودی، نشان‌دهنده شدت نسبی هر یون بود. طیف جرمی فنتانیل، روایتی علمی از ساختار این ترکیب مخدر بود (شکل ۱). هر پیک در این طیف، بازگوکننده بخشی از مولکول فنتانیل بود. پیک‌های مشاهده‌شده در ۴۲، ۶۷، ۸۲، ۹۵، ۱۰۹، ۱۲۲، ۱۳۷، ۱۵۰، ۱۶۵، ۱۷۹، ۱۹۴، ۲۰۷، ۲۲۰، ۲۵۱، ۲۶۶/۹، ۲۸۱ و z/m=۳۵۴ نشان‌دهنده قطعات مختلف مولکول فنتانیل بودند. پیک z/m=۱۹۴ نشان‌دهنده قطعه‌ای از مولکول بود که شامل حلقه‌های بنزنی و گروه‌های اکسیژن‌دار بود. پیک z/m=۲۰۷ معرف بخشی از مولکول بود که در آن حلقه‌های بنزنی با گروه‌های نیتروژن‌دار همراه بودند. پیک z/m=۲۲۰ بیانگر قطعه‌ای از مولکول بود که حاوی حلقه‌های بنزنی و گروه‌های اکسیژن‌دار بود. پیک z/m=۲۵۱ نشان‌دهنده قطعه‌ای از مولکول بود که شامل حلقه‌های بنزنی و گروه‌های نیتروژن‌دار بود (شکل ۲). پیک z/m=۲۶۶/۹ بخشی از مولکول را نشان داد که در آن حلقه‌های بنزنی با گروه‌های اکسیژن‌دار ترکیب شدند. پیک z/m=۲۸۱ موید حلقه‌های بنزنی و گروه‌های نیتروژن‌دار در ساختار مولکول بود. در نهایت، پیک z/m=۳۵۴ نشان‌دهنده یون مولکولی فنتانیل بود که بیانگر کل مولکول این ماده مخدر، بدون هرگونه شکستگی بود. این طیف جرمی، چون نقشه‌ای دقیق از ساختمان فنتانیل، همه اجزای تشکیل‌دهنده آن را به صورت علمی و جزیی به ما نمایان ساخت و حضور ترکیب فنتانیل در نمونه‌های مکشوفه را اثبات نمود.

پس از اینکه مشخص شد نمونه‌ها شامل فنتانیل بودند، شرایط آماده‌سازی نمونه‌ها برای دستیابی به بالاترین مقدار فنتانیل حل‌شده در حلال و درنتیجه بیشترین حساسیت و دقت اندازه‌گیری، پارامترهای مؤثر در انحلال نظیر نوع حلال، pH، زمان سانتریفیوژ بهینه شدند. از میان حلال‌های متانول، n-هگزان و استونیتریل، بیشترین شدت پیک فنتانیل در حلال متانول مشاهده گردید. فنتانیل در متانول به خوبی حل می‌شود زیرا متانول یک حلال قطبی است و می‌تواند با مولکولهای فنتانیل که دارای گروه‌های قطبی هستند، پیوند هیدروژنی تشکیل دهند. این تعاملات قطبی-قطبی باعث می‌شود که فنتانیل به راحتی در متانول حل شود. همچنین، متانول دارای ساختار مولکولی کوچکی و ثابت دی‌الکتریک بالا است که به آن اجازه می‌دهد به راحتی در میان مولکول‌های فنتانیل نفوذ کند و آنها را در خود حل کند.

سانتریفیوژکردن فنتانیل در متانول به مدت ۵ دقیقه می‌تواند بهترین نتایج را فراهم کند. این فرآیند باعث شد که ذرات فنتانیل به سرعت و به طور یکنواخت در متانول پراکنده و حل شدند. نیروی گریز از مرکز ایجادشده در طول سانتریفیوژ، سطح تماس بین فنتانیل و متانول را افزایش داد و زمان لازم برای انحلال را کاهش داد. همچنین، سانتریفیوژ از تجمع ذرات فنتانیل جلوگیری کرده و باعث پراکندگی یکنواخت آنها در محلول شد. بنابراین، سانتریفیوژکردن به مدت ۵ دقیقه، بهترین روش برای انحلال فنتانیل در متانول بود.

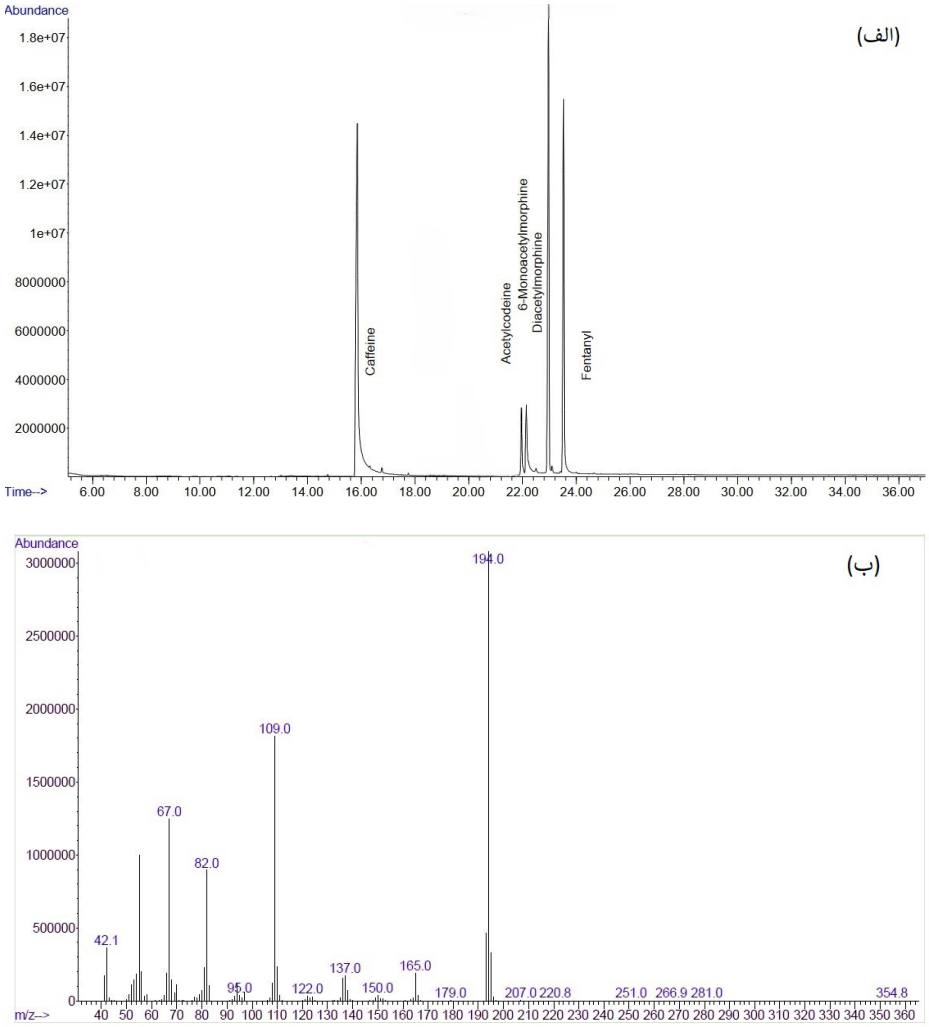
همچنین بهترین پاسخ برای فنتانیل در pH=۹ مشاهده شد. می‌توان دلایل بهینه‌بودن pH=۹ برای انحلال فنتانیل را به این شرح بیان کرد: ماهیت بازی (آمینی) فنتانیل به عنوان یک آمین سوم، باعث شد که در محیط اسیدی pH پایین به صورت کاتیونی (بار مثبت) و در محیط بازی pH بالا به صورت آنیونی (بار منفی) وجود داشته باشد. همچنین، ثابت اسیدی بالای فنتانیل بالاتر از pH طبیعی بدن نشان داد که در محیط قلیایی pH بالا، فنتانیل به صورت آنیونی پایدارتر بود. این ماهیت آنیونی فنتانیل در محیط قلیایی (pH=۹)، باعث افزایش حلالیت آن در حلال‌های قطبی مانند متانول شد، به دلیل افزایش تعامل الکترواستاتیک بین ذرات یونی فنتانیل و متانول. بنابراین، با توجه به ماهیت آمینی و قلیایی فنتانیل، pH=۹ می‌تواند بهترین محیط را برای انحلال و حلالیت مطلوب آن در متانول ایجاد کند.

## بحث

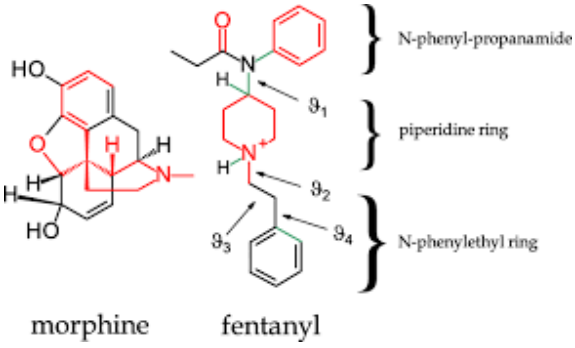
ISSN: 2383-3483; Journal of Police Medicine. 2024;13(1):e18








شکل ۱-الف) طیف جرمی پودر مکشوفه آنالیزشده با دستگاه کروماتوگرافی گازی-اسپکترومترجرمی ب) نسبت جرم به بار قطعات یونی طیف جرمی




شکل ۲) ساختار مولکولی فنتانیل

نتایج آزمایش طیف‌سنجی جرمی نشان داد که وجود فنتانیل در نمونه‌های بررسی‌شده تأیید شد و به‌علاوه، هروئین نیز در آنها شناسایی شد. این نتیجه اهمیت شناسایی همزمان این دو ماده مخدر را نشان می‌دهد. با توجه به خطرات جدی ناشی از فنتانیل، شناسایی همزمان آن با هروئین توانست به مقامات و نیروهای امنیتی در درک بهتر الگوهای ترکیبی مواد مخدر و اتخاذ تدابیر مؤثرتر در مقابله با این تهدیدات کمک کند.

بررسی گزارش سازمان بهداشت جهانی در سال ۲۰۲۱ نشان می‌دهد که حدود ۳۰ درصد از نمونه‌های مواد مخدر مکشوفه در کشورهای مختلف حاوی فنتانیل و مشتقات آن بودند که غالباً با هروئین ترکیب شده‌اند. همچنین مطالعه‌ای که در ایالات متحده در سال ۲۰۲۰ انجام شده، تأکید می‌کند که ۷۷ درصد از موارد مرگ ناشی از بیش‌مصرفی مواد مخدر به ترکیب فنتانیل و هروئین مربوط می‌شود. این آمارها گسترش قابل توجه این موضوع در سطح جهانی و ضرورت توجه ویژه به آن را بیان می‌کند.

ترکیب فنتانیل با هروئین ناشی از سنتز آسان‌تر و هزینهٔ کمتر فنتانیل در مقایسه با هروئین است. این ویژگی موجب می‌شود که فروشندگان و قاچاقچیان، فنتانیل را با هروئین ترکیب کرده و آن را به عنوان هروئین خالص به فروش برسانند. متأسفانه بسیاری از مصرف‌کنندگان نیز بدون آگاهی از حضور فنتانیل، آن را استعمال کرده و در معرض خطر بیش‌مصرفی قرار می‌گیرند.

نتایج این پژوهش نشان داد که ورود فنتانیل به کشور می‌تواند از مسیرهای مختلف صورت گیرد. خوشبختانه با اقدامات پیشگیرانه و نظارت دقیق، بخش

ISSN: 2383-3483; Journal of Police Medicine. 2024;13(1):e18





قابل‌توجهی از نمونه‌های مشکوک شناسایی و ضبط شده‌اند. این موضوع گویای هوشیاری و تلاش دستگاه‌های امنیتی و انتظامی کشور در مقابله با این چالش است.

در کنار اقدامات پیشگیرانه و نظارتی، تلاش‌های مستمر برای ارتقای سطح آگاهی عمومی درباره خطرات مصرف فنتانیل و سایر مواد مخدر صنعتی می‌تواند در جلوگیری از گسترش این پدیده در جامعه مؤثر باشد. همچنین هماهنگی و همکاری تمامی دستگاه‌های ذی‌ربط ضروری است تا با رویکردی جامع و هماهنگ، بتوان این چالش جدی را به نحو مطلوبی مدیریت کرد.

ارائه راهکارهای نوین و پیشنهادات برای ارتقای توانمندی پلیس در پیشگیری، مبارزه و مدیریت بحران فنتانیل در آینده

۱) بهره‌گیری از فناوری‌های نوین: استفاده از سیستم‌های اسکن و طیف‌سنجی جرمی در مبادی ورودی و سامانه‌های نظارتی هوشمند.

۲) توسعه برنامه‌های آموزشی تخصصی و ایمنی: آموزش مأموران انتظامی، گمرکی و پرسنل آزمایشگاهی در زمینه شناسایی، مقابله و برخورد ایمن با مواد مخدر سنتزی. این آموزش‌ها باید شامل: شناسایی علایم مشکوک و ارزیابی خطر، نمونه‌برداری ایمن با رعایت پروتکل‌های بهداشتی، برخورد ایمن با نمونه‌های ناشناخته، بسته‌بندی و انتقال صحیح نمونه‌ها، امحای صحیح مواد مخدر کشف‌شده، آشنایی با قوانین و مستندسازی، اولویت با ایمنی پرسنل و آموزش عملی است.

۳) تقویت همکاری‌های بین‌المللی: تبادل اطلاعات و تجربیات با سازمان‌های بین‌المللی و استفاده از هوش مصنوعی در شناسایی الگوهای قاچاق.

۴) توسعه ابزارهای شناسایی سریع: تولید و توزیع کیت‌های تشخیص سریع و آموزش استفاده از آنها.

۵) بازنگری و به‌روزرسانی قوانین: اصلاح قوانین مرتبط با مواد مخدر و افزودن مواد جدید به لیست مواد تحت کنترل با مجازات‌های بازدارنده.

اجرای این راهکارها نیازمند همکاری، تخصیص منابع و بهره‌گیری از دانش روز دنیا است و می‌تواند به بهبود کنترل و کاهش عرضه و تقاضای مواد مخدر سنتزی و ارتقای امنیت عمومی منجر شود.

این مطالعه، با وجود دستاوردهای ارزشمند، با برخی محدودیت‌ها مواجه بود. تمرکز این مطالعه بر روی نمونه‌های کشف‌شده در یک منطقه جغرافیایی مشخص، ممکن است تعمیم نتایج به سایر مناطق کشور را با احتیاط همراه سازد. در پژوهش‌های آتی، تلاش خواهد شد تا با گسترش دامنه جغرافیایی نمونه‌گیری، یافته‌ها از قابلیت تعمیم‌پذیری بیشتری برخوردار شوند. لازم به ذکر است که این محدودیت، خللی در ارزش نتایج به‌دست‌آمده در منطقه مورد مطالعه ایجاد نمی‌کند و همچنان می‌تواند مبنای تصمیم‌گیری‌های منطقه‌ای قرار گیرد. در این پژوهش، به دلیل محدودیت‌های موجود در دسترسی به تجهیزات تخصصی و دانش فنی مورد نیاز برای برخی روش‌های پیشرفته تحلیلی، از روش کروماتوگرافی گازی-اسپکترومتری جرمی (MS-GC) به عنوان روش اصلی تحلیل نمونه‌ها استفاده شد. این روش، با وجود دقت و قابلیت اطمینان بالا، ممکن است اطلاعات جامعی در خصوص ترکیبات جزیی‌تر نمونه‌ها ارائه نکند. در تلاش‌های آتی، با بهره‌گیری از فرصت‌های همکاری با مراکز علمی و پژوهشی پیشرو، سعی خواهد شد از رویکردهای چندروشی و تکنیک‌های تکمیلی نظیر طیف‌سنجی مادون قرمز (FTIR) و رامان، به منظور غنی‌سازی داده‌ها و افزایش دقت تحلیل‌ها استفاده شود.

## نتیجه‌گیری

این پژوهش، با تمرکز بر داده‌های تجربی و بهره‌گیری از روش‌های پیشرفته آنالیز، گامی مهم در راستای مقابله با چالش فزاینده مواد مخدر سنتزی، به ویژه فنتانیل، در سطح ملی به شمار می‌رود. یافته‌های حاصل از این مطالعه نشان می‌دهد که استفاده از روش‌های استاندارد و قابل اتکا نظیر کروماتوگرافی گازی-اسپکترومتری جرمی (MS-GC)، ابزاری کارآمد در اختیار نیروهای انتظامی قرار می‌دهد تا بتوانند با دقت و سرعت بالا، مواد خطرناک را در صحنه‌های جرم و موقعیت‌های مرتبط شناسایی کنند. این امر، امکان اتخاذ تدابیر پیشگیرانه و واکنش سریع را فراهم نموده و به طور بالقوه، به ارتقای سطح ایمنی و کاهش آسیب‌های ناشی از این مواد کمک خواهد کرد.

در این مطالعه، ضمن تحلیل چالش‌های پیش روی نیروهای انتظامی در مواجهه با تهدیدات مرتبط با فنتانیل، بر اهمیت همکاری‌های فرابخشی و بین‌المللی، ارتقای سطح آگاهی عمومی و توسعه مداوم روش‌های شناسایی سریع و دقیق تأکید شد. با توجه به ماهیت پویای تهدیدات مرتبط با مواد مخدر، استمرار تحقیقات و به‌روزرسانی دانش فنی در این حوزه، امری ضروری به نظر می‌رسد.

در مجموع، نتایج این پژوهش، با رعایت ملاحظات امنیتی و توجه به شرایط ملی، بستری مناسب برای توسعه راهکارهای عملی و کارآمد در حوزه مبارزه با مواد مخدر در جمهوری اسلامی ایران فراهم می‌سازد. این یافته‌ها می‌تواند به عنوان نقطهٔ آغازی برای تحقیقات تکمیلی و همچنین مبنایی برای تصمیم‌گیری‌های مبتنی بر شواهد در سطوح مختلف مدیریتی و اجرایی مورد استفاده قرار گیرد.

**نکات بالینی کاربردی برای پلیس:** مطالعه حاضر، راه‌کارهای نوآورانه و کاربردی را برای تقویت توانمندی‌های نیروهای نظامی در مقابله با بحران فزاینده فنتانیل ارائه می‌دهد. این ماده مخدر مرگبار که به سرعت در حال گسترش است، تهدیدی جدی برای سلامت، بهداشت روانی و امنیت نیروهای مسلح به ویژه افسران پلیس به شمار می‌رود.

استفاده از فناوری‌های پیشرفته آنالیز مواد مخدر می‌تواند به نیروهای نظامی در شناسایی سریع و دقیق فنتانیل در صحنه عملیات کمک کرده و ایمنی و رفاه آنان را ارتقا بخشد. این موضوع به ویژه در شرایط بحرانی و اورژانسی که مواجهه با فنتانیل وجود دارد، اهمیت حیاتی خواهد داشت. در مجموع، نتایج این مطالعه می‌تواند به عنوان مبنایی برای توسعه راهکارهای کاربردی در زمینه مقابله با تهدیدات فنتانیل برای پلیس و نیروهای نظامی ایران مورد استفاده قرار گیرد

**تشکر و قدردانی:** با توجه به اینکه این تحقیق نتیجه چندین سال تلاش و پژوهش در زمینه سم‌شناسی جنایی و مواد مخدر مصنوعی نوظهور و روانگردان های جدید است، نویسندگان بر خود واجب می‌دانند از مرکز تشخیص هویت فراجا، پلیس مبارزه با مواد مخدر و دانشگاه علوم انتظامی برای حمایت‌های بی‌دریغ و همکاری‌های ارزشمندشان صمیمانه تقدیر و تشکر کنند.

**سهم نویسندگان:** نسرین سادات مرادی (ارائه ایده، جمع آوری و تحلیل داده‌ها)، اصغر افتخاری (طراحی مطالعه و تجزیه تحلیل داده‌ها). همه نویسندگان در نگارش اولیه مقاله و بازنگری آن سهیم بودند و همه با تأیید نهایی مقاله حاضر، مسئولیت دقت و صحت مطالب مندرج در آن را می‌پذیرند.

**تعارض منافع:** بدین‌وسیله نویسندگان مقاله تصریح می‌نمایند که هیچ‌گونه تعارض منافعی در قبال مطالعه حاضر وجود ندارد.

**حامی مالی:** نویسندگان هیچگونه حمایت مالی از مراجع دولتی یا خصوصی دریافت ننمودند.

## Reference


1. Nilsson E, Janssen PAJ. Neurolept-analgesia- an alternative to general anesthesia. Acta Anaesth Scand. 1961; 5:73–84. https://doi.org/10.1111/j.1399-6576.1961.tb00085.x
2. Stanley TH. The fentanyl story. J Pain. 15: 1215–26. https://doi.org/10.1016/j.jpain.2014.08.010
3. Peng PW, Sandler AN. A review of the use of Fentanyl Analgesia in the Management of Acute pain in adults. Anesthesiology. 2002;90(2):576-99. https://doi.org/10.1097/00000542-199902000-00034
4. Gottschalk M. The Opioid Crisis: The War on Drugs Is Over. Long Live the War on Drugs. Annual Review of Criminology. 2023; 6: 368- 398. https://doi.org/10.1146/annurev-criminol-030421-040140
5. Rosen JD. Addiction, Fentanyl, and the Border. In "The U.S. War on Drugs at Home and Abroad". 2021. p. 75-95. https://link.springer.com/book/10.1007/978-3-030-71734-6
6. Luna G, Dermid G, Unger JB. Fentanyl harm reduction strategies among Latinx communities in the United States: a scoping review. Harm Reduction J. 2024;150(21):1-25. https://harmreductionjournal.biomedcentral.com/articles/10.1186/s12954-024-01070-2
7. Palamar JJ, Fitzgerald N, Carr TH. National and regional trends in fentanyl seizures in the United States, 2017–2023. Int J Drug Policy. 2024;13:104417. https://doi.org/10.1002/hec.4817
8. C. Dereli, N. Dağlıoğlu, Hacettepe. Fentanyl and Fentanyl Subgroups as Chemical Weapons. J. Biol. & Chem. 2024, 52 (5): 363-372. https://doi.org/10.15671/hjbc.1578899
9. Steven L. Shafer, M. Carfentanil: a weapon of mass destruction J Can Anesth. 2019; 66:351–5. https://doi.org/10.1007/s12630-019-01295-x
10. Pitschmann V, Hon Z. Drugs as Chemical Weapons: Past and Perspectives. 2023;11 (1):52. https://doi.org/10.3390/toxics11010052
11. Beland LP, Huh J, Kim D. The effect of opioid use on traffic fatalities. Health Econom. 2024;33(6): 1123-32. https://doi.org/10.1002/hec.4817
12. Harper C, Mata DC, Lee D. The impact of fentanyl on DUIDs and traffic fatalities. J Forensic Sci. 2023; 68 (5):1686-97. http://dx.doi.org/10.1093/jat/bkaa105
13. Tiscione NB, Miller R, Youso KB. Fentanyl and driving impairment. J Anal Toxicol. 2021;45(4): 389-96. https://doi.org/10.1093/jat/bkaa105
14. Caulkins JP, Schicker PC, Milward HB. A detaild study of a prominent dark web fentanyl trafficking organization. Global Crime. 2024;25(1):50-71. https://doi.org/10.1080/17440572.2023.2291352
15. Norouzifard M, Adel Arm. Weaponization of the Growing Cybercrimes inside the Dark Net: The question of detection and application. Big Data Cogn Comput. 2024;8(8):91. https://doi.org/10.3390/bdcc8080091
16. Cogan JK. The United States takes actions to combat international fentanyl trafficking. Am J Int Law. 2024;118(1): 183-191. https://doi.org/10.1017/ajil.2023.70
17. Gino S, Simonaggio C, Rubini E. Victims of drug facilitated sexual assault aged 13-24: a cross-sectional study on the pool of users of a sexual violence relief centre in Northern Italy. Int J Legal Med. 2024;138: 1593–1602. https://doi.org/10.1007/s00414-024-03197-0
18. Lynam M, Keatley D, Maker G, Coumbaros J. The prevalence of selected Licit and illicit drugs in drug facilitated sexual assaults. Forensic Sci Int Synerg. 2024;9:100545. https://doi.org/10.1016/j.fsisyn.2024.100545
19. Shbaira MKS, Eljabourc BS, Bassyonid I, Lhermittea M. Drugs involved in drug-facilitated crimes — part II: Drugs of abuse, prescription and over-

the-counter medications. A review. Ann Pharm Fr. 2010; 68: 319-31. https://doi.org/10.1016/j.pharma.2010.07.003

20. 5 Reasons the Mental Health of Police Officers Needs to Be a Priority. Available from https://www.waldenu.edu/programs/criminal-justice/resource/five-reasons-the-mental-health-of-police-officers-needs-to-be-a-priority
21. Xavier J, Greer A, Crabtree A, Buxton JA. Police officers' perceptions of their role at overdose events: a qualitative study. Drugs: Education, Prevention and Policy. 2023;30(4):361-72 https://doi.org/10.1080/09687637.2022.2070057
22. Sapat A, Lofaro RJ. Occupational and Personal Challenges During the Opioid Crisis: Understanding First Responders' Experiences and Viewpoints of Clients with Opioid Use Disorder. Disaster Med Public Health Prepared. 2024; 18(93):79. doi:10.1017/dmp.2024.79
23. Faudzi SMM, Khatoon H. Balancing acts: The dual faces of fentanyl in medicine and public health. Legal Med. 2024; 71:102507. https://doi.org/10.1016/j.legalmed.2024.102507
24. Kammrath BW, Leary PE, Kizzire KL, Chao RC. Evaluation of portable gas chromatography- mass spectrometry (GC-MS) for the analysisof fentanyl, fentanyl analogs. And other synthetic opiods. J Forensic Sci. 2023; 68(5):1601-14. https://doi.org/10.1111/1556-4029.15340
25. McCord B, Asten AV, Gonzalez PC, Leegwater L. Combining surface- enhanced Raman spectroscopy (SERS) and paper spray mass spectrmetry (PS-MS) for illicit Drug Detection. Talanta. 2024;278: 126414. https://doi.org/10.1016/j.talanta.2024.126414
26. Eftekhari E. Scientific identification and diagnosis of new psychoactive substances (NPS) Case of study: new non-herbal psychoactive substances. J Mil Med. 2023;18(2):9-34. 20.1001.1.17359367.1402.18.70.1
27. Eftekhari E, Ghorbani M, Babaei M. Analysis of new herbal psychoactive substances Using spectroscopic devices. Quarterly of Criminal and Intelligence Research. 2022; 17: 245-268 https://dor.isc.ac/dor/20.1001.1.17359367.1401.17.68.9.8
28. Hedegaard H, Arialdi MM, Merianne RS, Warner M. Centers for Disease Control and Prevention. 2020. National Vital Statistics Reports. Drug Overdose Deaths in the United States, 1999–2019. 69(11). https://www.cdc.gov/nchs/products/databriefs/db428.htm