

خطرات بهداشت شغلی و ارزیابی ریسک در یک تصفیه خانه فاضلاب

کبری وریج کاظمی^۱، سید محمود عصایی^۲

۱- استادیار گروه فنی و مهندسی، دانشگاه آزاد اسلامی تنکابن، تنکابن، ایران

۲- کارشناسی ارشد رشته مهندسی محیط زیست گرایش آب و فاضلاب، دانشگاه آزاد اسلامی تنکابن، تنکابن، ایران

چکیده

تصفیه خانه فاضلاب یکی از خطرناکترین بخش ها در حوزه صنعت محسوب میشود. بسیاری از کارگران هر ساله بدلیل عدم آگاهی از خطرات بهداشت شغلی جان خود را از دست میدهند. عملکردهای ایمنی برای بخش های مختلف صنعت اهمیت ویژه ای دارد. در حال حاضر عملکرد ایمنی برای پروژه های مختلف در زمینه صنعتی مهم است. عملکرد ایمنی به رفتار کلی کارگران در محل کار مربوط می شود. معمولاً عملکرد ایمنی را می توان با مدیریت سیستم ها و شناسایی خطرات بهداشتی که می تواند در این زمینه اتفاق بیفتد ارزیابی کرد. بسیاری از محققان سعی کردند روش های مختلفی را برای ارزیابی عملکرد ایمنی بیان کنند. این مقاله به تشریح موضوعات مهم در ارزیابی ریسک و شناسایی خطراتی که در زمینه تصفیه خانه فاضلاب (WWTP) انجام شده است می پردازد. این پژوهش عوامل بخصوصی که می تواند بر روی عملکرد کارگرانی که در محیط های کاری مشغول می باشند موثر باشد و راهکارهایی جهت یافتن مشکلات و خطراتی که با آن مواجهه هستند را بیان کرده است.

۱. مقدمه

تصفیه خانه فاضلاب (WWTP) به یکی از مهمترین پروژه ها در بیشتر کشورها تبدیل شده است. تصفیه خانه فاضلاب مسئول فرآیندهای تصفیه فاضلاب میباشد. تصفیه خانه فاضلاب جهت پردازش و تصفیه فاضلاب ورودی از شبکه فاضلاب توسط فرآیندهای تصفیه ای برای استفاده های دیگر از آن در جاهای دیگر بوجود آمده است. (Serdarevic and Dzubur, 2018) تصفیه خانه فاضلاب به دلیل دارا بودن مواد شیمیایی فراوان، محیط کاری خطرناکی محسوب می شود (مالک احمد و همکاران، ۲۰۱۲). طی یک ارزیابی بعمل آمده توسط بهداشت و سلامت حرفه ای بین المللی در سال ۲۰۰۹ به بیش از ۱۵ نو خطر و حوادث موجود در تصفیه خانه فاضلاب که طیف های مختلفی از خطرات فیزیکی، شیمیایی، بیولوژیکی، ارگونومیک و روانی اجتماعی را در بر میگیرد اشاره کرده است.

کارگران در WWTP (تصفیه خانه فاضلاب) با ماشین آلات، تجهیزات مکانیکی و تعداد زیادی مواد شیمیایی سر و کار دارند تا فاضلاب را تصفیه کنند که آنها را در معرض خطرات مختلفی برای سلامت شغلیشان قرار می دهد. (Balasubramani and Rifai, 2015).

همانطور که در مطالعه (Al Batanony and EL Shafie, 2011) بیان شده است بسیاری از مواد شیمیایی و ریز جانداران موجود در فاضلاب کار کردن با آن را خطرناک میکند. که از طرق مختلفی به آنها منتقل میشوند:

- تماس دست به دهان
- کانال دهانی (خوردن، نوشیدن، کشیدن سیگار)
- تماس صورت با دستهای آلوده
- استنشاق آئروسول های حاوی میکروارگانیسم ها.

عملکردهای ایمنی در تصفیه خانه های فاضلاب

بسیاری از ترکیبات شیمیایی که در طول فرآیند تصفیه فاضلاب منتشر می شوند حتی در غلظت های کم نیز این ترکیبات می تواند بر سلامت افراد در سایت تصفیه خانه تأثیر بگذارد. بسیاری از کارگران تصفیه خانه های فاضلاب از اضطراب، استرس، سردرد و سرگیجه، حالت تهوع و از دست دادن هوشیاری رنج می برند. با توجه به این ترکیبات، یک برنامه ارزیابی خطرات سلامتی برای بررسی کارگران از آنجایی که آنها در معرض استنشاق الاینده ها هستند اعمال می شود. (Zhou et al., 2016; Drewnowski et al., 2018)

روش های بررسی عملکرد ایمنی را می توان به صورت زیر خلاصه کرد:

۱،۲. نرخ حوادث

این روش با ارائه شاخص هایی برای تعداد حوادثی است که در طول اجرای پروژه اتفاق افتاده است، معمولاً پیمانکاران موظف به ارائه شرح گزارش کلیه حوادث پیش آمده برای کارگران هستند.

(Bilir and Gurcanli, 2016)

۲/۲. نرخ رویداد

این روش علاقه مند به شمارش تعداد کل روزهای کاری است که در طول حادثه از دست رفته اند، این روش شاخص خوبی برای ارزیابی نحوه اعمال قوانین ایمنی برای کارگران در پروژه است.

(ElMashaleh et al., 2007)

۳/۲. چک لیست

این روش ابزار بسیار موثری برای ارزیابی عملکرد ایمنی در نظر گرفته می شود، این روش برای نظارت و شناسایی کلیه موارد رویه ایمنی مورد استفاده قرار می گیرد. این روش به تعیین ماهیت خطر و ارزیابی ایمنی اعمال شده کمک می کند. (Alaqqad, 2009)

۳. ارزیابی بروز خطر

ارزیابی و کنترل ریسک در پروژه های سنتی باید با شناسایی ماهیت ریسک انجام شود، به منظور درک ریسک ها، بسیاری از مراحل کلی باید به شرح زیر انجام شوند: (هان و همکاران، ۲۰۰۸)

- شناسایی ماهیت ریسک،
- تجزیه و تحلیل اثر ریسک،
- ارزیابی سطح ریسک،
- پاسخ و تصمیم گیری،
- نظارت برای جلوگیری از خطر

پینتو و همکاران (۲۰۱۱) در مطالعه خود بیان کردند که اکثر مطالعاتی که در ارزیابی ریسک انجام شده است بر سه اصل اصلی استوار است، اولی تعریف خطرات بالقوه، دومی ارزیابی ریسک ها و سلسله مراتب ریسک ها. ملک احمد و همکاران (۲۰۱۲) تحقیقی را برای ارزیابی خطرات در تصفیه خانه فاضلاب انجام داد،

خطرات با توجه به احتمال خطر و درجه شدت رتبه بندی و طبقه بندی شدند. معادله ۱ ارزیابی ریسک را توصیف می کند.

$$(۱) \quad \text{الویت عدد ریسک} = \text{احتمال وقوع} \times \text{شدت پیامد}$$

ارزیابی ریسک در هر پروژه به عوامل زیادی بستگی دارد، این عوامل ممکن است اثرات مثبت یا منفی بر اهداف پروژه داشته باشند. در ابتدای ارزیابی ریسک، همه عوامل باید تجزیه و دسته بندی شوند. همانطور که قبلاً در مطالعات قبلی توضیح داده شد، ریسک به معیارهای خاصی بستگی دارد که در احتمال وقوع خطر و تأثیر نتایج ریسک دخیل هستند. در مرحله ارزیابی ریسک، احتمال وقوع و شدت خطر باید تعریف شود (ژی، ۱۹۹۵).

۴. علل مؤثر بر عملکرد ایمنی

عوامل متعددی می تواند بر کارگران در حین کار تأثیر بگذارد که هر یک از عوامل با ریسک مرتبط است. معمولاً این عوامل باید تجزیه و تحلیل و ارزیابی شوند تا سطح ریسک ناشی از آن ارزیابی شود (پینتو و همکاران، ۲۰۱۱). به طور کلی، این عوامل از پروژه ای به پروژه دیگر متفاوت است. مشخص شد که علل خطر ناشی از عوامل مختلفی از جمله عدم رعایت ایمنی و بهداشت در محیط کار، عدم پوشش بودجه شرکت برای طرح ایمنی، نبود برنامه های آموزشی، نبود نظارت و آگاهی برای وظایف مختلف است. (به عنوان مثال، لوله کشی، برق و تعمیر و نگهداری)، کمبود اطلاعات مربوط به استانداردها و تغییر مکرر در وظایف محوله. جدول ۱ برخی از عوامل جمع آوری شده از مطالعات مختلف قبلی را شرح می دهد.

(Loosemore et al., 2012; Cheng et al., 2010; Sertyesilisik et al., 2010)

جدول ۱- عوامل کلی مؤثر بر عملکرد کارگران

عوامل	آیتم	عوامل	آیتم
کارگران با ماشین آلات و تجهیزات آشنایی ندارند	9	سازمان کار و ایمنی ضعیف	1
کارگران بسیار مسئولیت پذیرتر هستند	10	بودجه محدود برای اقدامات بهداشتی و ایمنی	2
آموزش ناکافی و خستگی شاغلین	11	عدم هماهنگی	3

4	فشار مالی و زمانی	12	انتخاب و استفاده نامناسب از تجهیزات
5	عدم اطلاعات راجع به خطرات و حوادث	13	ضعف آگاهی ایمنی مدیران ارشد و مدیران پروژه
6	ارتباطات داخلی و خارجی ضعیف است	14	کمبود تجهیزات پیشگیری/حفاظتی
7	مشارکت ضعیف کارگران در مسائل ایمنی	15	مشاغل ساختمانی می توانند از هم دور باشند
8	تغییر مداوم محل کار	16	کارگران در طولانی مدت با خطرات سلامتی ناشی از استرس روبرو هستند

۵. شناسایی خطرات

شناسایی خطرات به نحوه جلوگیری از حادثه مربوط می شود، به طور کلی شناسایی خطرات بستگی به بازرسی سایت دارد. صدمات ممکن است به این دلیل اتفاق بیفتد که اکثر مدیران موفق به بررسی کامل همه مکان های کاری نمی شوند.

(Kim et al., 2013)

انواع خطرات را می توان به صورت زیر دسته بندی کرد:

خطرات آشکار: مانند ماشین آلات متحرک، زمین ناپایدار، مواد منفجره و آتش ناقص. این خطرات مربوط به مدیران و کارکنانی است که با آن خطرات قراردادی ندارند.

خطرات پنهان: این خطرات با خطرات غیرقابل مشاهده مانند نشت گاز، خطاهای الکتریکی، فشار هیدرولیک و شرایط آب و هوایی موجود می شوند.

خطرات بی اهمیت: این خطرات صدمات جزئی مانند لغزش، سرریز و نظافت خانه ایجاد می کنند

۶. انواع اصلی خطرات در تصفیه خانه های فاضلاب

تصفیه خانه فاضلاب جنبه های زیادی دارد که باید در محیط کار مورد توجه و شناسایی قرار گیرد. این جنبه ها مهم هستند زیرا با سلامت و ایمنی مرتبط هستند و می توان با شناسایی خطرات، ارزیابی خطرات و پیروی از دستورالعمل ها و استانداردها انجام داد.

۶-۱- خطرات شیمیایی

فاضلاب شامل بسیاری از مواد مختلف از جمله؛ روغن ها، نمک ها، فلزات و آزیست می باشد. کارگران تصفیه خانه های فاضلاب به دلیل ماهیت کارشان در معرض این نوع مواد قرار دارند. این مواد شیمیایی و سمی کارگران را به روش های مختلف آلوده می کند. اولین مسیر قرار گرفتن در معرض این مواد از طریق استنشاق کارگران است زیرا تصفیه خانه فاضلاب دارای مخازن باز زیادی برای عملیات تصفیه است که این عملیات باعث می شود سطح انتشار بالایی در هوا داشته باشند.

۶-۲- خطرات بیولوژیکی

کاردوچی و همکاران (۲۰۱۸) یک بررسی مربوط به تعداد عوامل بیولوژیکی قابل انتقال به کارگران را انجام دادند، آنها در مطالعه سطح خطر بیماری اپیدمیولوژیکی که می تواند کارگران را تحت تأثیر قرار دهد، ذکر کردند. آنها متوجه شدند که عوامل بیماری زا در کارخانه فاضلاب به ویژه در شرایط آدنوویروس به طور گسترده پخش می شوند. کارگران از علائم سلامتی مختلفی رنج می برند زیرا آنها در تصفیه خانه با آلاینده های موجود در هوا مواجه هستند. لی و همکاران (۲۰۰۷) با مطالعه رابطه بین مواد بیولوژیکی (سولفید هیدروژن و اندوتوکسین) در بین کارگران تصفیه خانه فاضلاب از طریق برنامه پایش شخصی، آنها دریافتند که کارگران دارای علائم زیادی مانند نسبت احتمال بالاتر تحریک تنفسی، چشمی و پوستی، عصبی و گوارشی هستند.

۶-۳- خطرات فیزیکی

سولوژوا و همکاران (۲۰۱۱) خطرات فیزیکی اصلی را که می تواند برای کارگران در حین کار تعمیر و نگهداری رخ دهد مانند، سقوط در محفظه حوضه هوادهی، قرار گرفتن در معرض آب و هوای بد مانند برف یا بیش از حد گرما، قرار گرفتن در معرض صدای سطح بالا از دمنده ها و تماس مستقیم با کابل ها و ماشین آلات و تجهیزات الکتریکی خلاصه کرد. (ملاحمد و همکاران، ۲۰۱۲) مطالعه خود را در مورد برخی از خطرات فیزیکی که می تواند منجر به مرگ کارگران در حین کار شود، انجام دادند، جدول ۲. خطراتی را که می تواند بر روی کارگر تأثیر بگذارد را از دستورالعمل فیزیکی نشان می دهد.

جدول ۲- خطرات فیزیکی

خطرات	ایتم
لغزنده بودن کف که باعث سقوط می شود	۱
خطرات ناشی از افتادن اقلام سنگین	۲
قرار گرفتن در معرض بالای سر و صدای دستگاه	۳
به پرکه ها، گودال ها، زلال ها یا مخازن می افتد	۴
شوک الکتریکی	۵
ذرات معلق باعث آسیب می شوند	۶
پخش گازها در حین عملیات پردازش	۷

۷. کنترل بروز خطر

تیواری (۲۰۰۸) در مطالعه خود تاکید کرد که کارگران در WWTP باید از خدمات بهداشت شغلی بهره مند شوند که برنامه پایش ادواری سلامتی باید به صورت دوره ای انجام شود. همچنین باید برنامه ای منظم برای آگاهی بخشی برای به اشتراک گذاشتن رویه های کار ایمنی و استفاده از وسایل حفاظت فردی توسط کارگران انجام شود. کمک های اولیه بهداشتی و ایمنی باید طبق مقررات و الزاما به طور کافی برای ارائه کمک های مناسب به کارکنان در هنگام آسیب دیدگی یا بیماری در محل کار آماده باشد، (شفیق و همکاران، ۲۰۱۹) برخی از دستورالعمل ها توسط (اسپلمن و ولز، ۲۰۱۷)، به منظور کاهش بروز خطر در تصفیه خانه های فاضلاب پیشنهاد شده است، این دستورالعمل ها در زیر شرح داده شده است:

- نصب علائم و برچسب های هشدار دهنده در مورد الزامات OSHA،
- برنامه آموزشی ایمنی برای کارگران باید توسط مهندسين ایمنی انجام شود.
- سایت های عملیاتی باید بر اساس یک برنامه معمول ممیزی شوند.
- یک برنامه آموزشی کمک های اولیه باید ارائه شود.

بررسی خطر از OSHA مراحل زیادی برای انجام دارد (OSHA.2016) خطرات در محل کار را می توان به عنوان ایستگاه، تجهیزات یا تعمیر و نگهداری توصیف کرد که تحت کنترل قرار نگرفته است. قبل از شروع کار باید بازرسی برای کارکنان انجام شود، برای راه اندازی این مرحله باید یادداشتهایی مانند موارد زیر تهیه شود:

- انجام بازرسی از کلیه اماکنی که مربوط به جبهه های کاری است و از منابعی که می تواند خطر آفرین باشد
- بازرسی کلیه فعالیت هایی که در محل کار، انبار و انبارداری انجام می شود، این فعالیت ها می تواند کار با ابزار و ماشین آلات کوچک باشد که می تواند کارگران را تحت تأثیر قرار دهد.
- چک لیست های مختلفی برای هر کار یا مأموریت در کار باید تهیه شود مانند (کار برقی، عملیات مربوط به تجهیزات، حفاظت در برابر آتش، مشکلات ناشی از ارگونومی کارگر، خطرات لغزش و سقوط، و نگهداری ماشین آلات)،
- قبل از تغییر طرح در کار، ارزیابی ریسک باید انجام شود تا از وقوع خطرات جلوگیری شود. سولوژوا و همکاران (۲۰۱۱) خطرات موجود در تصفیه خانه فاضلاب را می توان با ارائه و استفاده از لباس های محافظ، ماسک تنفسی، ماسک گاز، عینک ایمنی، دستکش، چکمه های ایمنی و نوار خطر ایمنی برای کارگران حذف یا خطرات آنها را کاهش داد.

۸. نتیجه گیری

برای شناسایی خطرات بهداشتی که می تواند در تصفیه خانه فاضلاب اتفاق بیفتد، یک بازنگری بایستی انجام شد. این مطالعه مهم ترین عواملی را که می تواند کارگران را در حین کار تحت تأثیر قرار دهد ارائه می کند. عملکرد ایمنی و انواع اصلی خطرات برای بهبود آگاهی کارگران در محل کار خلاصه شده است. روش های کنترل ریسک شناسایی شدند. و به منظور به حداقل رساندن حادثه در تصفیه خانه های فاضلاب موارد به وضوح توضیح داده شده است.

منابع

- [1] Al Batanony, M. A., & EL Shafie, M. K. (2011). Workrelated health effects among wastewater treatment plants workers. *International Journal of Occupational and Environmental Medicine*, 2(4), 237-244.
- [2] Alaqqad, M. K. (2009). Assessment of the factors affecting safety performance on construction projects in Gaza Strip. Master Dissertation, The Islamic university.
<http://hdl.handle.net/20.500.12358/19545>
- [3] Balasubramani, A., & Rifai, H. S. (2015). Polychlorinated dibenzo-p-dioxins and polychlorinated dibenzofurans in sewage sludge: congener patterns, toxic equivalency and comparison with effluent concentrations and toxic equivalency. *Water Resources Management VIII. Water Resources Management* 2015.
- [4] Bilir, S., & Gurcanli, G. E. (2016). A Method to Calculate the Accident Probabilities in Construction Industry Using a Poisson Distribution Model. In *Advances in Safety Management and Human Factors* (pp. 513-523). Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-319-41929-9_47
- [5] Brown, N. J. (1997). Health hazard manual: Wastewater treatment plant and sewer workers. *Manuals and User Guides*, 2.

- [6] Carducci, A., Donzelli, G., Cioni, L., Federigi, I., Lombardi, R., & Verani, M. (2018). Quantitative microbial risk assessment for workers exposed to bioaerosol in wastewater treatment plants aimed at the choice and setup of safety measures. *International journal of environmental research and public health*, 15(7), 1490. <https://doi.org/10.3390/ijerph15071490>
- [7] Cheng, C. W., Leu, S. S., Lin, C. C., & Fan, C. (2010). Characteristic analysis of occupational accidents at small construction enterprises. *Safety Science*, 48(6), 698-707. <https://doi.org/10.1016/j.ssci.2010.02.001>
- [8] Drewnowski, J., Makinia, J., Kopec, L., & FernandezMorales, F. J. (2018). Modelization of nutrient removal processes at a large WWTP using a modified ASM2d model. *International journal of environmental research and public health*, 15(12), 2817. <https://doi.org/10.3390/ijerph15122817>
- [9] El-Mashaleh, M. S., Edward Minchin Jr, R., & O'Brien, W. J. (2007). Management of construction firm performance using benchmarking. *Journal of Management in Engineering*, 23(1), 10-17. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)0742-597X\(2007\)23:1\(10\)](https://doi.org/10.1061/(ASCE)0742-597X(2007)23:1(10))
- [10] Han, S. H., Kim, D. Y., Kim, H., & Jang, W. S. (2008). A web-based integrated system for international project risk management. *Automation in construction*, 17(3), 342-356. <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2007.05.012>
- [11] International Hazard Datasheets on Occupation - Wastewater Treatment Plant Operator (2009). International Occupational Safety and Health Information Centre (CIS): International Labor Organization (ILO).
- [12] Islam, T., & Ryan, J. (2015). Hazard mitigation in emergency management. Butterworth-Heinemann.
- [13] Kim, H., Lee, H. S., Park, M., Chung, B., & Hwang, S. (2013). Information retrieval framework for hazard identification in construction. *Journal of Computing in Civil Engineering*, 29(3), 04014052. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)CP.1943-5487.0000340](https://doi.org/10.1061/(ASCE)CP.1943-5487.0000340)
- [14] Lee, J. A., Thorne, P. S., Reynolds, S. J., & O'Shaughnessy, P. T. (2007). Monitoring risks in association with exposure levels among wastewater treatment plant workers. *Journal of occupational and environmental medicine*, 49(11), 1235-1248
- [15] Loosemore, M., Raftery, J., Reilly, C., & Higgon, D. (2012). Risk management in projects. Routledge. <https://doi.org/10.4324/9780203963708>
- [16] Malakahmad, A., Downe, A. G., & Fadzil, S. D. M. (2012). Application of occupational health and safety management system at sewage treatment plants. In 2012 IEEE Business, Engineering & Industrial Applications Colloquium (BEIAC) (pp. 347-350). IEEE.
- [17] Occupational Safety and Health Administration. (2016). Occupational safety and health standards: Safety & Health Programs in Construction (Standard No. 1910.95). <https://www.osha.gov/Publications/OSHA3886.pdf>
- [18] Pinto, A., Nunes, I. L., & Ribeiro, R. A. (2011). Occupational risk assessment in construction industry—Overview and reflection. *Safety science*, 49(5), 616- 624