فصلنامه علمی پژوهش در ایمنی، سلامت و محیط زیست / سال ۱۴۰۳/ دوره ۲/ شماره۳/ صفحه ۶۱-۵۵

فصلنامه علمی پژوهش در ایمنی، سلامت و محیط زیست

ایمنی نسل بعدی: نقش محاسبات کوانتومی در حفاظت صنعتی

علی نخعی امرودی[۱] ، حامد پورحیدری[۲]

[۱] عضو هیات علمی دانشکده و پژوهشکده رایانه، شبکه و ارتباطات، دانشگاه جامع امام حسین (ع)، تهران، ایران

[۲] پژوهشگر دانشکده و پژوهشکده پدافند غیرعامل دانشگاه جامع امام حسین (ع)، تهران، ایران

چکیده

امروزه ایمنی صنعتی با موضوع محاسبات کوانتومی به عنوان یک ابزار قدرتمند که به طور فزاینده ای شتاب می‌گیرد مواجه است. در طول سال‌ها، فناوری نقشی دگرگون کننده در افزایش پروتکل‌های ایمنی، ساده سازی فرآیندها و به حداقل رساندن خطرات در محیط‌های صنعتی ایفا کرده است. اکنون، جهان در آستانه جهش مهم بعدی با محاسبات کوانتومی می باشد که نوید انقلابی در نحوه رویکرد به ایمنی را می‌دهد. محاسبات کوانتومی فقط یک روند نیست بلکه نشان دهنده یک روش کاملاً جدید برای پردازش اطلاعات است. از ویژگی‌های منحصربه‌فرد فیزیک کوانتومی برای حل مسائل پیچیده با سرعت‌های غیرقابل دسترس تو سط قدرتمندترین ابررایانه‌های امروزی استفاده می‌کند. کاربردهای بالقوه این فناوری در ایمنی صنعتی گسترده و تا حد زیادی استفاده نشده است و مرز جدیدی را در تلاش برای محیط های کاری ایمن تر نشان می دهد. این مقاله به نقش پیچیدگی‌های محاسبات کوانتومی در ایمنی صنعتی می‌پردازد و نشان داده می شود که چگونه این فناوری نسل بعدی می‌تواند به تجزیه و تحلیل داده‌های پیشرفته، و اقدامات ایمنی پیش بینی کننده و بهبود مدیریت ریسک کمک کند. علاوه بر این، به کاربردهای دنیای واقعی محاسبات کوانتومی، چالش‌های پیاده‌سازی آن و آینده آن در ایمنی صنعتی پرداخته خواهد شد.

مشخصات مقاله

تاریخچه مقاله:

نوع مقاله: علمی

دریافت: ۱۴۰۳-۰۹-۱۰

بازنگری: ۱۴۰۳-۰۹-۲۴

پذیرش: ۱۴۰۳-۰۹-۲۵

ارائه آنلاین: ۱۴۰۳-۰۹-۲۵

*نویسنده مسئول: kpnakhaei@ihu.ac.ir

کلید واژه ها:

محاسبات کوانتومی

کامپیوتر کوانتومی

ایمنی

ایمنی صنعتی

* این مقاله یک مقاله با دسترسی آزاد است که تحت شرایط و ضوابط مجوز *Creative Commons Attribution* (CC BY) توزیع شده است.

ناشر: دانشگاه جامع امام حسین (ع)

© نویسندگان

مقدمه

محاسبات کوانتومی رشته ای است که در تقاطع علوم کامپیوتر و فیزیک کوانتومی قرار دارد. رایانه‌های سنتی روی بیت‌ها کار می‌کنند، کوچک‌ترین واحد داده که به صورت ۰ یا ۱ نشان داده می‌شود. با این حال، کامپیوترهای کوانتومی از بیت‌های کوانتومی یا کیوبیت‌ها استفاده می‌کنند که به لطف پدیده‌ای کوانتومی به نام برهم نهی می‌توانند هم زمان ۰ و ۱ را نشان دهند. یکی دیگر از اصول کوانتومی مورد استفاده در محاسبات کوانتومی درهم تنیدگی است. وقتی کیوبیت ها درهم تنیده می¬شوند، وضعیت یک کیوبیت مستقیماً با حالت کیوبیت دیگر مرتبط است، مهم نیست چقدر از هم دور باشند. این ویژگی‌ها به رایانه‌های کوانتومی اجازه می‌دهند تا حجم عظیمی از داده‌ها را به طور همزمان پردازش کنند و راه‌حل‌هایی برای مشکلات پیچیده با سرعتی بی‌سابقه ارائه دهند. پتانسیل محاسبات کوانتومی خیره کننده است، اما اجرای عملی آن همچنان در حال پیشرفت است. ساخت کامپیوترهای کوانتومی که بتوانند در حل مسائل عملی از ابرکامپیوترهای سنتی پیشی بگیرند - نکته ای که به عنوان برتری کوانتومی از آن یاد می شود - یک تلاش تحقیقاتی مداوم است.

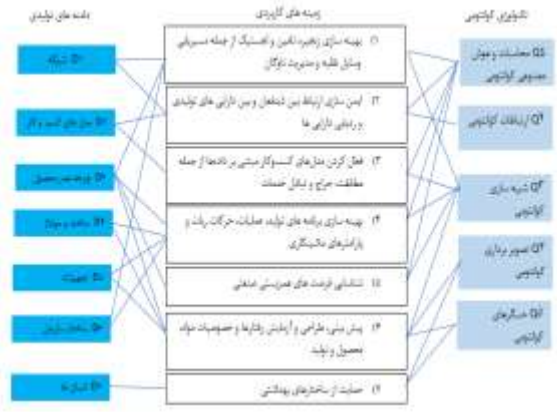
دنیای پست کوانتومی چیزهای زیادی برای ارائه به صنعت تولید دارد. کامپیوترهای کوانتومی قدرتمندتر، سریعتر و کارآمدتر از کامپیوترهای سنتی امروزی هستند. انتظار می رود که محاسبات کوانتومی تا سال ۲۰۳۰ به طور گسترده ای در دسترس باشد. اما این بدان معنا نیست که اثرات آن زودتر و دیرتر توسط تولید کنندگان احساس نخواهد شد. بنابراین، ضروری است که سازمان‌های تولیدی اقداماتی را برای محافظت از خود در برابر حملات سایبری آینده انجام دهند. در اینجا چیزی است که باید در مورد مزایا و تهدیدات پیش بینی شده برای محاسبات کوانتومی در تولید دانسته شود.

محاسبات کوانتومی و ایمنی صنعتی: مرزی جدید

محاسبات کوانتومی مرز جدیدی را در ایمنی صنعتی باز می‌کند و به طور بالقوه نحوه شناسایی خطرات، ابداع اقدامات پیشگیرانه و واکنش در برابر حوادث را تغییر می‌دهد. توانایی تجزیه و تحلیل مجموعه داده¬های گسترده به طور همزمان می‌تواند درک ما از پارامترهای ایمنی را افزایش دهد و بینش‌هایی را در مورد آسیب‌پذیری‌های بالقوه ارائه دهد. علاوه بر این، با الگوریتم‌های کوانتومی، می‌توان فرآیندهای صنعتی پیچیده را شبیه‌سازی کرد و به ما امکان می‌دهد تا خطرات ایمنی بالقوه را پیش‌بینی و کاهش داد. پتانسیل محاسبات کوانتومی به اقدامات پیشگیرانه محدود نمی‌شود. همچنین می‌تواند استراتژی‌های واکنش را در هنگام تصادفات افزایش دهد و پاسخ‌های سریع‌تر و مؤثرتر را ممکن کند. با تجزیه و تحلیل سریع داده های تصادفات، محاسبات کوانتومی می تواند به شناسایی علت حوادث و توسعه اقدامات متقابل مناسب کمک کند. در حالی که صنعت هنوز در سپیده دم تحقق پتانسیل کامل محاسبات کوانتومی در ایمنی صنعتی است، پیشرفت اولیه در این حوزه، آینده امیدوار کننده ای را نشان می دهد. همانطور که این فناوری به رشد خود ادامه می دهد، می تواند به سنگ بنای شیوه های ایمنی نسل بعدی تبدیل شود و محیط های صنعتی ایمن تر و انعطاف پذیرتر را تقویت کند[۱]. تصویر ۱ برخی از حوزه های فناوری های کوانتومی را نشان می دهد[۴].

شکل ۱. برخی از تکنولوژی های کوانتومی

انتظار می رود محاسبات کوانتومی به تغییر شکل ایجاد ارزش صنعتی جهانی برای تولید کمک کند. بر اساس مطالعه موردی اخیر در حوزه فناوری های کوانتومی نشان می دهد که شرکت‌های تولیدی می‌توانند مزیت رقابتی خود را حفظ کرده و بهبود بخشند. تصویر ۲ یک چارچوب مفهومی را نشان می‌دهد که پیوندهای کانونی بین فناوری‌های کوانتومی و پیوندهای آن‌ها بین حوزه‌های تولید و زمینه‌های کاربردی را خلاصه می‌کند[۲].



شکل ۲. چارچوب مفهومی فناوری های کوانتومی و چرخه تولید

تجزیه و تحلیل داده های پیشرفته با محاسبات کوانتومی

محاسبات کوانتومی ارتقاء قابل توجهی در قابلیت های تجزیه و تحلیل داده ها در حوزه ایمنی صنعتی ارائه می دهد. فرآیندهای صنعتی امروزی حجم وسیعی از داده ها را تولید می کنند – اطلاعاتی که اغلب برای روش های محاسباتی سنتی برای تجزیه و تحلیل موثر بسیار پیچیده و حجیم هستند. با این حال، با محاسبات کوانتومی، پتانسیل پردازش این داده ها به صورت تصاعدی افزایش می یابد و به طور بالقوه روندها، الگوها و بینش های پنهان را آشکار می کند که می تواند پروتکل های ایمنی را هدایت کند.

به عنوان مثال، الگوریتم های کوانتومی می توانند پایگاه داده های بزرگ را سریعتر از همتایان کلاسیک خود مرتب کنند و جستجو کنند[۸]. این می‌تواند به شناسایی همبستگی‌های بین حوادث مختلف ایمنی، ردیابی علل ریشه‌ای تصادفات به طور مؤثرتر و حتی کشف آسیب‌پذیری‌های پنهانی که ممکن است با تجزیه و تحلیل داده‌های کلاسیک مورد توجه قرار نگیرد، کمک کند.

سرعت و پیچیدگی محاسبات کوانتومی می تواند تجزیه و تحلیل داده ها را در زمان واقعی امکان پذیر کند و پاسخگویی و دقت اقدامات ایمنی را افزایش دهد. علاوه بر این، محاسبات کوانتومی همچنین می‌تواند داده‌های بدون ساختار را پردازش کند - اطلاعاتی که به طور منظم در پایگاه‌های داده سنتی مانند متن، تصاویر یا ضبط‌های صوتی قرار نمی‌گیرند.

این قابلیت می‌تواند در بررسی طیف وسیعی از منابع داده برای اطلاع‌رسانی تصمیمات ایمنی، از گزارش‌های حوادث و گزارش‌های تجهیزات گرفته تا فیلم‌های دوربین مداربسته و بازخورد شفاهی کارگران، مفید باشد[۷].

اقدامات ایمنی پیش بینی شده از طریق محاسبات کوانتومی

ایمنی پیش‌بینی‌کننده یکی از امیدوارکننده‌ترین کاربردهای محاسبات کوانتومی در تنظیمات صنعتی است. توانایی این فناوری برای تجزیه و تحلیل مقادیر وسیعی از داده‌ها به طور همزمان و مدل‌سازی سیستم‌های پیچیده می‌تواند سطح بی‌سابقه‌ای از آینده‌نگری را فراهم کند و به جلوگیری از حوادث قبل از وقوع کمک کند.

کامپیوترهای کوانتومی می توانند با تجزیه و تحلیل متغیرهای متعدد و روابط متقابل آنها در سیستم های صنعتی پیچیده، به ساخت مدل های پیش بینی پیچیده کمک کنند. این مدل‌ها می‌توانند شکست‌های ایمنی بالقوه را بر اساس عوامل متعددی، از عملکرد تجهیزات و شرایط محیطی گرفته تا رفتار انسان، پیش‌بینی کنند.

این سطح از دقت پیش‌بینی می‌تواند به طراحی اقدامات پیشگیرانه مؤثرتر کمک کند و خطر تصادفات را به میزان قابل توجهی کاهش دهد[۶]. علاوه بر این، محاسبات کوانتومی همچنین می‌تواند سناریوهای مختلفی را شبیه‌سازی کند و به متخصصان ایمنی اجازه می‌دهد تا تأثیر بالقوه عوامل خطر مختلف را ارزیابی کرده و اثربخشی اقدامات پیشگیرانه را در یک محیط مجازی کنترل‌شده آزمایش کنند[۵].

این شبیه‌سازی‌های «دوقلو دیجیتال» می‌توانند درک بهتر دینامیک سیستم را تسهیل کنند و مدیریت ایمنی فعال را امکان‌پذیر کنند و پیش‌بینی‌پذیری و پیشگیری از حوادث صنعتی را بیشتر افزایش دهند.

محاسبات کوانتومی و مدیریت ریسک

مدیریت ریسک – شناسایی، ارزیابی و اولویت بندی ریسک ها – جزء حیاتی ایمنی صنعتی است. محاسبات کوانتومی می‌تواند این حوزه را متحول کند و رویکردی قوی‌تر و پیچیده‌تر برای درک و کاهش خطرات ارائه دهد. استفاده از الگوریتم‌های کوانتومی می‌تواند ارزیابی ریسک را تسریع کند و به متخصصان ایمنی کمک کند تا خطرات احتمالی را سریع‌تر و دقیق‌تر شناسایی کنند. علاوه بر این، توانایی مدل‌سازی فرآیندهای پیچیده صنعتی امکان نقشه‌برداری جامع ریسک را فراهم می‌کند و دیدی جامع از آسیب‌پذیری‌های بالقوه و روابط متقابل آنها ارائه می‌دهد. علاوه بر این، محاسبات کوانتومی می‌تواند با

شبیه‌سازی سناریوهای مختلف ریسک، ارزیابی اثرات بالقوه آنها و سنجش اثربخشی استراتژی‌های کاهش، به اولویت‌بندی ریسک کمک کند.

این می‌تواند تصمیم‌گیری را راهنمایی کند و اطمینان حاصل کند که مهم‌ترین خطرات به‌موقع و به‌طور مناسب رسیدگی می‌شوند. با این حال، ادغام محاسبات کوانتومی در مدیریت ریسک نیز چالش‌های جدیدی را به همراه دارد. به عنوان مثال، پیچیدگی فناوری نیاز به مهارت ها و درک تخصصی دارد که ممکن است نیازمند آموزش و تلاش های آموزشی قابل توجهی باشد. علاوه بر این، ماهیت در حال تحول فناوری کوانتومی نیازمند رویکردی انعطاف‌پذیر برای مدیریت ریسک است که آماده سازگاری با پیشرفت‌ها و احتمالات جدید است[۱۰].

کاربردهای دنیای واقعی محاسبات کوانتومی برای ایمنی

چندین صنعت شروع به کشف و پیاده سازی قابلیت های محاسبات کوانتومی برای افزایش ایمنی کرده اند. به عنوان مثال، صنعت هسته ای سود بسیار زیادی خواهد داشت. محاسبات کوانتومی می‌تواند به مدل‌سازی واکنش‌های هسته‌ای با جزئیات بی‌سابقه کمک کند و به طراحی و عملکرد ایمن‌تر راکتور کمک کند. شرکت های نفت و گاز نیز از محاسبات کوانتومی برای ایمنی استفاده می کنند. از طریق قابلیت‌های شبیه‌سازی پیشرفته، این شرکت‌ها می‌توانند سازندهای زمین‌شناسی پیچیده را مدل‌سازی کنند و درک خود را از خطرات حفاری بهبود بخشند. این می تواند به جلوگیری از حوادثی مانند انفجار و نشت کمک کند و از کارگران و محیط زیست محافظت کند. به طور مشابه، در صنعت هوانوردی، محاسبات کوانتومی می تواند شیوه طراحی هواپیما و برنامه ریزی پروازها را متحول کند. از طریق تجزیه و تحلیل داده‌ها و قابلیت‌های شبیه‌سازی پیشرفته، می‌تواند به شناسایی نقص‌های بالقوه طراحی و مسائل ایمنی قبل از تبدیل شدن به مشکلات واقعی کمک کند و مسیرهای پرواز را برای ایمنی، کارایی و اثرات زیست‌محیطی بهینه کند.

چالش‌های پیاده سازی محاسبات کوانتومی برای ایمنی

علیرغم مزایای بالقوه، پیاده سازی محاسبات کوانتومی برای ایمنی صنعتی نیز با چالش هایی همراه است. اولاً، این فناوری هنوز در مراحل اولیه خود است و بسیاری از کاربردهای عملی هنوز در دست توسعه هستند. این بدان معنی است که کسب و کارها باید سرمایه گذاری زیادی در تحقیق و توسعه داشته باشند و برای نتایج صبور باشند. ثانیاً، رایانه‌های کوانتومی برای کار و نگهداری به مهارت‌های بسیار تخصصی نیاز دارند. این می تواند منجر به شکاف مهارتی قابل توجهی در نیروی کار شود، با فقدان متخصصانی که قادر به بهره برداری کامل از این فناوری باشند. بنابراین سرمایه گذاری در آموزش و پرورش برای غلبه بر این چالش مورد نیاز است.

ثالثاً، مانند همه فناوری‌ها، محاسبات کوانتومی نیز خطرات خود را دارد. اینها شامل آسیب‌پذیری‌های بالقوه امنیت سایبری است که باید برای اطمینان از ایمنی و یکپارچگی فرآیندها و داده‌های صنعتی برطرف شود. اینها شامل آسیب‌پذیری‌های بالقوه امنیت سایبری است که باید برای اطمینان از ایمنی و یکپارچگی فرآیندها و داده‌های صنعتی برطرف شود[۹].

تهدیداتی که محاسبات کوانتومی به صنعت تولید می‌بخشد

نگرانی عمده در مورد محاسبات کوانتومی در تولید ، تهدیداتی است که به طور بالقوه می تواند امنیت زیرساخت های فناوری اطلاعات را به همراه داشته باشد. به یاد داشته باشید ، رایانه های کوانتومی بسیار قدرتمندتر از رایانه های سنتی هستند که در حال حاضر در حال استفاده هستند. رایانه های امروز از الگوریتم های رمزنگاری استفاده می کنند که به اندازه کافی داده های خود را رمزگذاری کرده و هویت های دیجیتالی را به کاربران ، دستگاه ها و برنامه ها اختصاص داده و تأیید می کنند. این الگوریتم ها به طور معمول در حال استفاده هستند شامل RSA، ECC یا DSA هستند. مشکل این است که این الگوریتم ها به اندازه کافی قوی نیستند که بتوانند از یک رایانه کوانتومی در برابر حمله سایبری مقاومت کنند که تقریباً می تواند هر پروتکل رمزگذاری نامتقارن را که امروزه استفاده می کند ، بشکند. بنابراین ، داده های اینترنتی احتمالاً محافظت نشده و در معرض خطر حمله PQC هستند. الگوریتم ها و پروتکل های جدید - که به آن به عنوان رمزنگاری پساکوانتومی (PQC)[1] گفته می شود -

1 Post Quantum Cryptography

به طور مقدماتی توسط NIST برای جایگزینی مواردی که در حال حاضر برای محافظت از داده ها در برابر حمله استفاده می شوند ، تصویب شده اند. این به روزرسانی ها به الگوریتم ها و پروتکل ها انتظار می رود خطر نقض سایبری توسط کسانی که قصد استفاده از محاسبات کوانتومی را برای ارتکاب جرایم سایبری به جای خوب دارند ، به شدت کاهش دهند. یک تهدید مهم دیگر برای CRQC آینده (رایانه های کوانتومی مربوط به رمزنگاری) که مستقیماً به سازمانها انجام می شود ، وجود دارد[۱۱]. در حال حاضر ، هکرها با هدف رمزگشایی داده ها با استفاده از یک رایانه کوانتومی ، داده های رمزگذاری شده را برداشت می کنند ، فرآیندی که به عنوان "حمله برداشت" شناخته می شود. سپس هکرها به کمک کامپیوترهای کوانتومی می توانند به سیستم های سازنده حمله کنند و ادعا کنند که دارایی معنوی ، داده های شخصی و حساس دچار تغییر شده است. یک راه حل واسطه برای این مشکلات ، استفاده از یک زیرساخت های رمزنگاری و برنامه های ترکیبی با الگوریتم های سازگار با صنعت به علاوه الگوریتم های نامزد مناسب NIST PQC برای محافظت از سیستم های رایانه ای شما است [۱۲]. به همین جهت سازمان ها بایستی برنامه ریزی مهاجرت خود را اکنون آغاز کنند.

آینده محاسبات کوانتومی در ایمنی صنعتی

آینده محاسبات کوانتومی در ایمنی صنعتی امیدوارکننده است، اما احتمالاً مدتی طول می کشد تا پتانسیل کامل آن محقق شود. در کوتاه‌مدت تا میان‌مدت، می‌توان انتظار داشت که محاسبات کوانتومی در پروژه‌های آزمایشی و در کنار روش‌های محاسباتی کلاسیک استفاده شود. همانطور که این فناوری بالغ می شود، احتمالاً به یک ابزار استاندارد برای متخصصان ایمنی تبدیل خواهد شد و سطح بی سابقه ای از بینش را در مورد فرآیندها و خطرات صنعتی در اختیار آنها قرار می دهد. این امر راه را برای مدیریت پیشگیرانه ایمنی با توانایی پیش بینی و پیشگیری از حوادث قبل از وقوع هموار می کند. با این حال، همانطور که ما به سمت این آینده حرکت می کنیم، پرداختن به چالش های مرتبط، از توسعه مهارت ها و تخصص مناسب، تا مدیریت خطرات امنیت سایبری، ضروری خواهد بود. با این حال، با برنامه‌ریزی دقیق و سرمایه‌گذاری، انقلاب خاموش محاسبات کوانتومی در ایمنی صنعتی می‌تواند نحوه مدیریت و کاهش خطرات را تغییر دهد و عصر جدیدی از مدیریت ایمنی را آغاز کند[۳].

نتیجه گیری

همانطور که ما در این عصر دیجیتال حرکت می کنیم، محاسبات کوانتومی به عنوان یک ابزار فوق العاده قوی برای افزایش ایمنی صنعتی در حال ظهور است. در حالی که این فناوری در مراحل اولیه خود قرار دارد، پتانسیل ذاتی این فناوری برای متحول کردن تجزیه و تحلیل ریسک، اقدامات ایمنی پیش‌بینی‌کننده و پردازش داده‌ها نویدبخش است. صنایع مختلف از نفت و گاز گرفته تا انرژی هسته ای و هوانوردی شروع به کشف قابلیت های محاسبات کوانتومی با نتایج امیدوارکننده کرده اند. با این حال، مانند تمام فناوری‌های جدید، مسیر پیاده‌سازی کامل محاسبات کوانتومی در مدیریت ایمنی صنعتی مملو از چالش‌هایی است. در این میان، وضعیت فعلی توسعه فناوری، نیاز به مهارت‌های تخصصی و نگرانی‌های امنیت سایبری کلیدی است. پرداختن به این مسائل مستلزم سرمایه گذاری قابل توجهی در تحقیقات، آموزش و اقدامات امنیتی است. در تحلیل نهایی، آینده محاسبات کوانتومی در ایمنی صنعتی روشن است. با سرمایه گذاری دقیق و در نظر گرفته شده، می تواند به یک ابزار استاندارد در جعبه ابزار حرفه ای ایمنی تبدیل شود. با فعال کردن مدیریت ایمنی پیشگیرانه، محاسبات کوانتومی نه تنها پاسخ ما به مسائل ایمنی را بهبود می بخشد، بلکه آنها را پیش بینی و از آنها جلوگیری می کند. همانطور که به آینده می نگریم، واضح است که انقلاب خاموش محاسبات کوانتومی در ایمنی صنعتی این پتانسیل را دارد که عصر جدیدی از مدیریت ریسک را آغاز کند.

مراجع

1. Lu, Yang, et al. "Quantum computing and industrial information integration: A review." Journal of Industrial Information Integration (2023): 100511.
2. Bayerstadler, Andreas, et al. "Industry quantum computing applications." EPJ Quantum Technology 8.1 (2021): 25.
3. Brijwani, Geeta N., Prafulla E. Ajmire, and Pragati V. Thawani. "Future of quantum computing in cyber security." Handbook of Research on Quantum

Computing for Smart Environments. IGI Global, 2023. 267-298.
4. Knight, Peter, and Ian Walmsley. "UK national quantum technology programme." Quantum Science and Technology 4.4 (2019): 040502.
5. Bova, Francesco, Avi Goldfarb, and Roger G. Melko. "Commercial applications of quantum computing." EPJ quantum technology 8.1 (2021): 2.
6. Kop, Mauritz, et al. "Towards responsible quantum technology: Safeguarding, engaging and advancing quantum R&D." UC L. Sci. & Tech. J. 15 (2024): 63.
7. Girasa, Rosario, and Gino J. Scalabrini. Regulation of innovative technologies: blockchain, artificial intelligence and quantum computing. Springer Nature, 2022.
8. Sigov, Alexander, et al. "Emerging enabling technologies for industry 4.0 and beyond." Information Systems Frontiers (2022): 1-11.
9. Awan, Usama, et al. "Quantum computing challenges in the software industry. A fuzzy AHP-based approach." Information and Software Technology 147 (2022): 106896.
10. Coccia, Mario. "Technological trajectories in quantum computing to design a quantum ecosystem for industrial change." Technology Analysis & Strategic Management 36.8 (2024): 1733-1748.
11. Paul, Sebastian, and Melanie Niethammer. "On the importance of cryptographic agility for industrial automation: Preparing industrial systems for the quantum computing era." at-Automatisierungstechnik 67.5 (2019): 402-416.
12. Bavdekar, Ritik, et al. "Post quantum cryptography: A review of techniques, challenges and standardizations." 2023 International Conference on Information Networking (ICOIN). IEEE, 2023.

Journal of Research in safety, health and environment/ 2024/ Vol.2/ No.3/ 57-61

Journal of Research in safety, health and environment

Next generation safety: The role of quantum computing in industrial protection

Ali Nakhai Amroudi[1], Hamed Pourheidari[2*]

[1] Member of the Faculty and Research Institute of Computer, Network and Communication, Imam Hossein University , Tehran, Iran.
[2] Researcher of the Faculty and Research Institute of Non-Active Defense of Imam Hossein University, Tehran, Iran.

A R T I C L E I N F O

Article history:
Article Type: Research paper
Received: 2024-11-30
Received in revised form: 2024-12-14
Accepted: 2024-12-15
Available online: 2024-12-15

*Correspondence:
kpnakhaei@ihu.ac.ir

Keywords
Quantum computing
quantum computer
safety
yndustri
alindustri
safety

A B S T R A C T

Today, industrial safety is faced with the issue of quantum computing as a powerful tool that is increasingly gaining momentum. Over the years, technology has played a transformative role in enhancing safety protocols, streamlining processes and minimizing risks in industrial environments. Now, the world is on the verge of the next important leap with quantum computing, which promises a revolution in the way we approach security. Quantum computing is not just a trend but represents a completely new way of processing information. One of the unique features of quantum physics to solve complex problems at impossible speeds It is used by the most powerful supercomputers today. The potential applications of this technology in industrial safety are vast and largely untapped, and represent a new frontier in the quest for safer workplaces. . This paper addresses the role of the complexities of quantum computing in industrial safety and shows how this next-generation technology can contribute to advanced data analysis, predictive safety measures and improved risk management. In addition, the real-world applications of quantum computing, its implementation challenges and its future in industrial safety will be discussed.