

ارائه چارچوب جامع پیاده‌سازی اینترنت اشیاء صنعتی در صنایع پالایشگاهی - مورد مطالعه: پالایشگاه تهران

حسین جنگروی^۱، محمد فتحیان*^۲ و محمدرضا رسولی^۳

^۱ کارشناسی ارشد، دانشکده مهندسی پیشرفت، دانشگاه علم و صنعت ایران

Jangravi2008@gmail.com

^۲ استاد، دانشکده مهندسی صنایع، دانشگاه علم و صنعت ایران*

Fathain@iust.ac.ir

^۳ استادیار، دانشکده مهندسی صنایع، دانشگاه علم و صنعت ایران

Rasouli@iust.ac.ir

چکیده

پارادایم جدیدی در صنعت با عنوان نسل چهارم صنعت در حال شکل‌گیری است. پیاده‌سازی این تکنولوژی در صنایع، موجب توسعه‌ی فرصت‌های گسترده‌ای در صنعت خواهد شد. با این حال بهره‌برداری کردن از فرصت‌های مفروض در این تکنولوژی، مستلزم اجرای هدفمند اینترنت اشیاء صنعتی به عنوان یکی از اجزای نسل چهارم صنعت است. هدف این مقاله، طرح درک عمیق‌تر از نیازمندی‌ها و ابعاد مورد توجه پیاده‌سازی اینترنت اشیاء صنعتی است. چارچوب‌هایی که تا کنون ارائه شده است، عمدتاً بصورت موردی برای یک لایه خاص از پیاده‌سازی یا یک بخش خاص از تکنولوژی است یا دیدگاه‌های مدیریتی و کسب‌وکار در نظر گرفته نشده است. هدف این مقاله، پرتو افکنی بر فرایند پیچیده‌ی پیاده‌سازی اینترنت اشیاء صنعتی به منظور بهره‌برداری از پتانسیل‌های بالقوه این تکنولوژی است. در این مقاله، با استفاده از مرور ادبیات روشمند چارچوب اولیه‌ای ارائه و طی طرح آن در پنل خبرگان و مصاحبه‌های اختصاصی، چارچوب اولیه اصلاح گردید. جامعه خبرگان از مدیران و متخصصان پالایشگاه تهران انتخاب گردید. همچنین به منظور بالا بردن اعتماد و امنیت این چارچوب، از تکنولوژی بلاکچین استفاده شده است. سپس به منظور تأیید اعتبار چارچوب، از مصاحبه‌های ساخت‌یافته با استفاده از پرسشنامه تدوین شده حول نه معیار منتخب استفاده شد. این چارچوب در دوازده بخش که شامل لایه استراتژی، کسب‌وکار، کاربرد، عملکرد، پیاده‌سازی، مشتریان، تأمین‌کنندگان، شرکای کلیدی، بلاکچین، منابع کلیدی، مهارت‌ها و ابتکار عمل است در مقاله معرفی شده است. نوآوری این چارچوب پرداختن به جنبه‌های فنی، مدیریتی و کسب‌وکار پیاده‌سازی اینترنت اشیاء صنعتی بوده و همچنین کاربردهای عملی نیز برای بلاکچین در نظر گرفته شده است.

واژه‌های کلیدی: اینترنت اشیاء صنعتی، بلاکچین، سیستم‌های کنترل صنعتی، چارچوب، نسل چهارم صنعت

۱. مقدمه

صنعت نسل چهارم نامی است که برای مسیر فعلی، اتوماسیون و تبادل اطلاعات در تکنولوژی‌های ساخت، استفاده می‌شود. به کمک صنعت نسل چهارم می‌توان محصولات فردی و سفارشی با همان هزینه تولید انبوه (هنگامی که از

این فناوری استفاده نمی‌گردد) با استفاده از کارخانه‌های هوشمند همراه با اتوماسیون و بهره‌وری بالا تولید نمود (Wang 2016). واژه «Industry 4.0» در سال ۲۰۱۱ به پروژه‌ای در دولت آلمان که برای توسعه و کامپیوتری کردن تولیدات کارخانه‌ها اطلاق داده شد. اعضای این پروژه چهار اصل برای صنعت نسل چهارم تعریف تعریف نمودند (Hermann, Pentek et al. 2016). این چهار اصل شامل قابلیت همکاری^۲، شفافیت اطلاعات^۳، کمک‌های فنی^۴ و تصمیمات غیرمتمرکز^۵ بود.

تغییر زیرساخت‌ها از سنتی به دیجیتال و پیاده سازی نسل چهارم صنعت، متوجه هزینه‌های زیادی است. از طرفی پیاده سازی این تکنولوژی در سطح کارخانه، مزایای شایان ذکری را بهمراه دارد. در (Rojko 2017) مزایایی نظیر کاهش ۱۰ الی ۳۰ درصدی هزینه‌های تولید محصول، کاهش ۱۰ الی ۳۰ درصدی هزینه‌های تامین و تدارکات، کاهش ۱۰ الی ۳۰ درصدی هزینه‌های مدیریت کیفیت و ... بیان شده است. صنعت نسل چهارم از بخش‌هایی نظیر سیستم‌های سایبر-فیزیکی، اینترنت اشیا^۶، رایانش ابری^۷ و خدمات اینترنتی^۸ تشکیل می‌گردد. در ادامه با تمرکز بر اینترنت اشیا، به تفصیل این بخش در حوزه صنعت خواهیم پرداخت (Wang 2016).

کوین اشتون^۹ جهت تعریف یک سیستم از دستگاه‌های متصل به هم اصطلاح "اینترنت اشیا" را پیشنهاد داد (u (Farooq, Waseem et al. 2015). اینترنت اشیا شبکه‌ای باز و جامع از اشیا هوشمند که توانایی سازماندهی خودکار، به اشتراک گذاری اطلاعات، داده‌ها و منابع، واکنش و اقدام در برابر شرایط و تغییرات در محیط را دارند می‌باشد (Madakam, Ramaswamy et al. 2015). کاربران نهایی اینترنت اشیا را می‌توان به دو دسته کلی (۱) مصرف‌کننده (۲) صنعتی، دسته‌بندی کرد (Hassanzadeh, Modi et al. 2015).

اینترنت اشیا صنعتی^{۱۰} مفهومی بر اساس همان قاعده اینترنت اشیا است اما برای اتصال ماشین‌ها است (Gierej 2017). اکوسیستم اینترنت اشیا صنعتی شامل چندین لایه سخت افزاری و نرم افزاری می‌باشد. لایه‌های آن شامل سنسورها، ارتباطات و درگاه، پلتفرم و زیرساخت و برنامه‌های کاربردی است (Gierej 2017). اینترنت اشیا صنعتی بر روی بهبود راندمان، امنیت و بهینه بودن تولید با نگاهی بر بازگشت سرمایه متمرکز است (Hassanzadeh, Modi et al. 2015). این فناوری در صنایعی نظیر نفت، گاز، پتروشیمی، پالایشگاه، تولید، حمل و نقل، مراقبت‌های بهداشتی و سیستم‌های قدرت مورد استفاده قرار می‌گیرد (Gilchrist 2016).

هدف از این مقاله، پرتوافکنی بر فرایند پیچیده‌ی پیاده‌سازی اینترنت اشیا صنعتی به‌منظور بهره‌برداری تام از پتانسیل‌های بالقوه این فناوری است. در بین منابع و مقالات منتشر شده، کمتر به جنبه پیاده‌سازی اینترنت اشیا صنعتی پرداخته نشده است. در مدل‌ها و چارچوب‌های ارائه شده در ادبیات نیز توجهی به جنبه‌های مدیریتی و کسب‌وکار نشده است. همچنین خلا توجه به امنیت به عنوان یک مقوله‌ی کلیدی مشهود است. در این مقاله در نظر داریم تا چارچوب جامعی که بتواند اولویت‌های صنعت پالایشگاهی را برآورده کند، ارائه دهیم. در مسیر توسعه این چارچوب از نظرات خبرگان پالایشگاه تهران (به عنوان مورد مطالعه) به صورت مصاحبه و پل تخصصی استفاده شده است.

در بخش بعدی به بیان مرور و تبیین شکاف در ادبیات خواهیم پرداخت. در ادامه چارچوب پیشنهادی ارائه شده و در بخش بعدی آن، مورد بحث قرار می‌گیرد. در انتها اقدامات آتی، محدودیت‌ها و جمع بندی ارائه خواهد شد.

۲. سابقه شکاف مرور ادبیات

اینترنت اشیاء صنعتی سیستم‌های حساس مأموریتی مهم را کنترل خواهد کرد. بنابراین قابلیت اطمینان چالش بزرگی است. پیامدهای نفوذ امنیتی برای یک شبکه قدرت بسیار بیشتر از ترموستات خانه است. سیستم‌های صنعتی موجود در حال حاضر به صورت شبکه‌ای هستند و ارتباط با این طرح‌های از پیش تعریف شده یک مانع اصلی است. برخلاف تجهیزات مصرف‌کننده که اغلب در شبکه‌های کوچکی متصل به هم هستند، پلنت‌های صنعتی، سیستم‌های الکتریکی و شبکه‌های حمل و نقل هزاران یا میلیون‌ها نقاط اتصال را شامل می‌شوند (Geng 2017).

در (Serpanos and Wolf 2017) رابطه‌ی بین نسل چهارم صنعت، اینترنت اشیا و اینترنت اشیا صنعتی به تصویر کشیده شده است.



شکل ۱. رابطه‌ی اینترنت اشیا، اینترنت اشیا صنعتی و نسل چهارم صنعت (Serpanos and Wolf 2017)

در (Li, Hou et al. 2012) به طور کلی، معماری اینترنت اشیا صنعتی از شامل پنج لایه ارتباطات، تبدیل، سایر، شناخت و پیکربندی است.

همچنین در (Rong, Hu et al. 2015) چارچوب 6C ارائه شده است که در مورد استفاده در اینترنت اشیا است. این چارچوب شامل بخش‌های متن^{۱۱}، همکاری^{۱۲}، ساخت^{۱۳}، پیکربندی^{۱۴}، توانایی^{۱۵} و تغییر^{۱۶} است.

در (Qin, Liu et al. 2016) چارچوب دسته بندی تولید در صنعت نسل چهارم ارائه شده است. در این مقاله، صرفاً به دسته بندی تولید، تجهیزات و کارخانه و میزان هوشمندی آن پرداخته است و صحبتی از اولویت‌ها، مراحل پیاده سازی و تکنولوژی‌های سخت افزاری صحبتی به میان نیامده است.

در (Wan, Tang et al. 2016) مدلی برای اینترنت اشیا صنعتی در حوزه نرم افزار بیان شده است. در این مقاله به ارتباطات نرم افزاری در سه لایه فیزیکی، کنترل و کاربرد را به تصویر کشیده است. در این چارچوب نیز مباحث سخت افزاری و شبکه‌ای بحث نشده است.

برخی از مقالات و منابع نیز به ارائه معماری‌های امنیتی پرداخته‌اند. در (Hassanzadeh, Modi et al. 2015) معماری امنیتی از استاندارد ISA-62443 ارائه شده است.

در میان مقالات و منابع مختلف، چارچوب‌های متنوعی در راستای تجزیه و تحلیل، شناسایی عوامل، موانع و بخش‌های مختلف اینترنت اشیا صنعتی بررسی شده است. یک چارچوب سطح کلان جهت ارائه یک ساختار برای تجزیه و تحلیل، و شناسایی عوامل و موانع اینترنت اشیا صنعتی همراه با فرصت‌ها و تهدیدهای کلیدی توسعه داده شده است که اجزای آن به صورت زیر است (Benioff 2015):

- توانمندی‌های اصلی که شامل فضای ابری، ارتباط و اتصال در تمام نقاط، تحلیل‌های زمان واقعی و سرمایه گذاری توسط شرکت‌های بزرگ فناوری اطلاعات است.
- موانع اصلی که شامل امنیت، سازگاری زیرساخت‌های موجود در استراتژی‌های اینترنت اشیا صنعتی^{۱۷}، قابلیت همکاری^{۱۸}، حریم خصوصی^{۱۹} و سرمایه گذاری جدید است.
- فرصت‌ها و تهدیدها که شامل محصولات و خدمات جدید، تغییر در طبیعت نقاط کنترلی، بازتعریف ارزش فرآیندها، داده‌ها و زیرساخت و تبدیل کار است.

مرجع (Boyes, Hallaq et al. 2018) یک چارچوب آنالیزی برای اینترنت اشیا صنعتی توسعه داده است که می‌تواند برای ارزیابی دستگاه‌های اینترنت اشیا صنعتی در زمان مطالعه معماری سیستم و تحلیل تهدیدات امنیتی و آسیب پذیری‌ها مورد استفاده قرار گیرد. در این رویکرد، دستگاه‌ها مبتنی بر شش دسته و هر دسته دارای تعدادی زیر مجموعه دسته‌بندی می‌شوند که شامل بخش‌های صنعت، موقعیت تجهیز، اتصال، مشخصات دستگاه، فناوری دستگاه و نوع کاربر است. همچنین دسته‌بندی‌های ذیل نیز تا کنون مورد بررسی قرار گرفته است که در برگیرنده‌ی مفاهیم اینترنت اشیا است. این دسته بندی‌ها به شرح ذیل است.

- دسته بندی بر محور دستگاه: در این دسته‌بندی ویژگی‌های مفیدی در سطح دستگاه تهیه می‌شود (نظیر انرژی، ارتباط، ویژگی‌های کاربردی، رابط محلی و منابع سخت‌افزاری و نرم‌افزاری). اطلاعات در مورد نقش دستگاه و موقعیت فیزیکی و معماری و زیر ساخت آن می‌باشد (Boyes, Hallaq et al. 2018).
- دسته بندی با محوریت اینترنت اشیا: ویژگی‌هایی نظیر سرویس، داده و تعامل در این دسته‌بندی بیان شده است (Püschel, Röglinger et al. 2016).
- دسته‌بندی سنسور اینترنت اشیا: ویژگی‌هایی نظیر حرکت، موقعیت، محیط و بیوسنسور که در این دسته‌بندی آمده است زیرمجموعه‌ای از دستگاه‌های اینترنت اشیا صنعتی است که حسگر دارند (Rozsa, Denisczicz et al. 2016).

- دسته‌بندی بر اساس محیط هوشمند بر اساس اینترنت اشیا: کاربرد محدودی از دید امنیتی است که تمرکز آن بر روی دسته‌بندی عناصر شبکه نظیر فعال‌کننده ارتباط، نوع شبکه، تکنولوژی‌ها و استانداردهای وایرلس محلی است (Ahmed, Yaqoob et al. 2016).

- دسته‌بندی بر اساس معماری اینترنت اشیا: ترکیبی از ویژگی‌های معماری تجاری و عملیاتی است نظیر کاربردها، تکنولوژی‌های فعال، اهداف کسب‌وکار، نیازهای معماری و توپولوژی‌های شبکه (Yaqoob, Ahmed et al. 2017)

- دسته‌بندی اینترنت اشیا صنعتی: این دسته بندی شاخص های نظیر قابلیت اطمینان، بلادرنگ، مقیاس داده‌ها، مقیاس ماژول‌ها، یکپارچگی زمان اجرا و تمرکز بر توزیع در نظر گرفته شده است (Boyes, Hallaq et al. 2018)

بررسی‌ها نشان می‌دهد که چارچوب‌هایی که تا کنون در منابع علمی ارائه شده است، یا صرفاً قابل استفاده در اینترنت اشیا بوده و یا هر کدام صرفاً به یکی از بخش‌های اینترنت اشیا صنعتی پرداخته و تا کنون به مقوله پیاده‌سازی اینترنت اشیا صنعتی پرداخته نشده است.

با توجه به بکارگیری اینترنت اشیا در صنعت، مسائلی از جمله نیاز به قابلیت همکاری بین اجزا، اعتماد و درستی اجزا به یکدیگر، کنترل بر توزیع منابع و تولیدات نهایی به وجود می‌آید. با ظهور فناوری بلاکچین روش ساده‌تری برای حل مسائل مطرح شده ارائه گردید. بلاکچین در ابتدا به عنوان دفتر کل توزیع شده تراکنش برای نگهداری رکوردها با رمزارزها در نظر گرفته شد ولی می‌تواند برای اهداف دیگر نیز لحاظ شود (Teslya and Ryabchikov 2017).

فناوری بلاکچین توسط ساتوشی ناکاموتو در (Nakamoto 2008) به عنوان پلتفرمی برای رمزارز بیت‌کوین معرفی شد. بلاکچین یک پایگاه داده توزیع شده برای ذخیره لیستی از تراکنش‌ها می‌باشد که بلوک نامیده می‌شوند (Pulkkis, Karlsson et al. 2018). دستگاه‌های اینترنت اشیا مقادیر زیادی داده تولید می‌کنند که باید ذخیره و پردازش شوند. هر عملیات $CRUD^{20}$ (تولید، خواندن، به‌روزرسانی کردن یا حذف کردن) بر روی داده اینترنت اشیا می‌تواند به عنوان رکورد تراکنش در بلوک بلاکچین ثبت شود.

با توجه به مدل‌ها، چارچوب‌ها و معماری‌هایی که در ادبیات مطرح گردید، در این تحقیق سعی شده به سوالات ذیل پاسخ داده شود.

(۱) چارچوب جامع برای تحقق/پیاده سازی اینترنت اشیا صنعتی در صنایع پالایشگاهی از چه مختصات و برخوردار است؟

(۲) چگونه می‌توان الزامات امنیتی را به عنوان مولفه‌ای کلیدی در ارائه چارچوب جامع پیاده سازی اینترنت اشیا صنعتی، اعمال کرد؟

۳) از تکنولوژی بلاکچین در چه بخش‌هایی از چارچوب پیاده سازی اینترنت اشیا صنعتی و با چه کارایی می‌توان در چارچوب استفاده نمود؟

۳. روش تحقیق

روش تحقیق توسعه‌ای-کاربردی است. در این تحقیق، در گام اول، چارچوب مستخرج از مرور ادبیات روشمند در یک پنل خبرگان که متشکل از هفت نفر بود ارائه شده و نظرات خبرگان دریافت گردید. افرادی که در پنل خبرگان حضور داشتند، از مدیران و کارشناسان امر بودند.

جدول ۱. مشخصات خبرگان شرکت کننده در پنل

خبره	تخصص	معاونت/بخش	سابقه‌ی کار عنوان شغلی (سال)
P1	مدیریت فرایند- برنامه‌ریزی	پژوهش و فناوری	کارشناس ارشد ۱۵
P2	مهندسی فناوری اطلاعات	فناوری اطلاعات	مهندس ۱۱
P3	مهندسی برق	حراست	مهندس ۱۰
P4	مهندسی نرم‌افزار- برنامه‌نویسی	فناوری اطلاعات	مهندس ۹
P5	عملیات- کنترل	عملیات	مدیر عملیاتی ۲۰
P6	بازاریابی و فروش	بازاریابی و فروش	کارشناس ارشد ۱۵
P7	مهندسی برق- امنیت شبکه	عملیات	مهندس ۷

در ادامه به منظور تأیید اعتبار چارچوب، از هشت نفر از مدیران خبره در صنعت پالایشگاهی و اینترنت اشیا صنعتی مصاحبه به عمل آمد. خبرگان برگزیده شده جهت مصاحبه، از مدیران در پالایشگاه و افراد مرتبط با پیاده سازی این فناوری بوده اند.

جدول ۲. مشخصات خبرگان مصاحبه شونده

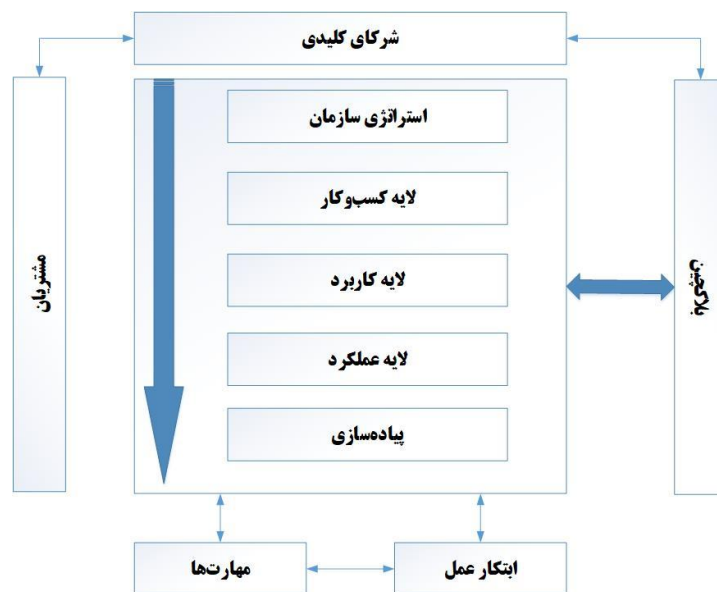
خبره	تخصص	معاونت/بخش	سابقه‌ی کار عنوان شغلی (سال)	مدیر
P1	مهندسی شیمی - عملیات - فرآیند	پژوهش و فناوری	۲۵	مدیر
P2	مهندسی نرم افزار - برنامه نویسی	فناوری اطلاعات	۹	مهندس
P3	مهندسی برق	حراست	۱۰	مهندس
P4	مهندسی برق - امنیت شبکه	فناوری اطلاعات	۱۸	مدیر
P5	ابزار دقیق - تجهیزات کنترل صنعتی	نگهداری و تعمیرات	۲۰	مدیر فنی - عملیاتی
P6	عملیات - برنامه ریزی - بازاریابی و فروش	بازاریابی و فروش	۲۳ و	مدیر
P7	اینترنت اشیا صنعتی -	مهندسی	۱۷	مهندس

مصاحبه‌های صورت گرفته بین ۳۳ تا ۶۸ دقیقه به طول انجامید. مصاحبه‌های صورت گرفته ابتدا به صورت متن پیاده‌سازی شده و در نرم‌افزار NVIVO 12 وارد شده و مورد تحلیل واقع شد (Hilal and Alabri 2013).

مصاحبه‌های صورت گرفته بر اساس ادبیات توسعه و صورت گرفته است (Yin 2009). همچنین در همین راستا، اصول باز بودن و انعطاف‌پذیری به منظور در نظر گرفته شدن موضوعات در نظر گرفته نشده، لحاظ شده است (Ananthram and Chan 2013). سؤالات مطرح‌شده در مصاحبه‌ها نیز بر اساس ماهیت اکتشافی تحقیق در نظر گرفته شده است (Maxwell 2012). در ادامه به منظور تأیید اعتبار چارچوب ارائه‌شده، در یک مصاحبه ساخت‌یافته، نه خصوصیت چارچوب که در (Whittemore, Chase et al. 2001) آمده است، به همراه یک پرسشنامه مورد اعتبارسنجی قرار گرفت.

۴. چارچوب اولیه پیشنهاد شده

طبق بررسی ادبیات و خلاءهای تحقیقاتی در زمینه پیاده سازی اینترنت اشیا صنعتی، چارچوب ذیل به عنوان چارچوب اولیه به منظور ارائه در پنل خبرگان ارائه گردید.



شکل ۲. چارچوب اولیه پیشنهادی پیاده سازی اینترنت اشیا صنعتی

در پنل خبرگان مباحث کلانی در مورد اهداف تحقیق، ارتباطاتی بین اجزای این چارچوب وجود دارد و همچنین چگونگی تامین امنیت این فناوری بحث شد. سپس به منظور کسب نقطه نظرات دقیق خبرگان، مصاحبه‌های

ساخت‌نیافته‌ای به صورت اختصاصی با جمعی دیگری از خبرگان صورت پذیرفت. سرفصل‌ها و نکاتی که پیرامون چارچوب اولیه توسط خبرگان مطرح گردید، به قرار ذیل است.

- استراتژی:

از استراتژی‌های پالایشگاه که توسط خبرگان مطرح می‌گردید، می‌توان به توسعه پایدار، کاهش مصرف انرژی و پیاده‌سازی فناوری‌های جدید در پالایشگاه اشاره کرد. از طرفی امنیت یکی از مقولاتی است که در پالایشگاه به‌عنوان اولویت استراتژی‌ها است. همین مقوله‌ی امنیت ایجاب می‌کند تا در برخی از زمینه‌های اساسی نظیر پروتکل‌های ارتباطی، به خودکفایی رسید.

- امنیت:

هک نشدن و پالایشگاه بی حادثه از کلیدواژه‌هایی بود که عمدتاً خبرگان بر آن تأکید داشتند. برای این منظور پیشنهاد می‌شد که سطح دسترسی کاملاً قابل‌تعریف و قابل‌تفکیک باشند. همچنین این انتظار وجود داشت که پیاده‌سازی اینترنت اشیا صنعتی چه کمکی می‌توانند به امنیت کند. عدم خروج داده و اتصال به مشتریان خارج از پالایشگاه نیز از مواردی است که ذیل امنیت قرار می‌گیرد. مواردی چون ایمنی^{۲۱} و حریم خصوصی^{۲۲} نیز از جمله دغدغه‌هایی بود که مدنظر خبرگان بود.

- اولویت‌های پالایشگاه:

مدیران باسابقه‌ی پالایشگاه توسعه‌ی پایدار، کاهش مصرف انرژی، مکانیزه کردن فرایندهای پالایشگاه به‌منظور سرعت دسترسی به اطلاعات و بالا بودن سطح امنیت در پالایشگاه را به‌عنوان اولویت پالایشگاه مطرح کردند. نکت در گزارش‌ها که منجر به فرایند تصمیم‌گیری می‌شود، به‌عنوان یکی اولویت‌های مدیران بود. شاید از مهم‌ترین اولویت‌هایی که خبرگان مطرح کردند، نگه‌داشتن سطح تولید پالایشگاه و ارتقای تولید در وضع مطلوب را مطرح کردند؛ اینکه نقاط ضعف را شناسایی و نقاط قوت را حفظ و تقویت کنند.

- بهبود چارچوب:

خبرگان نظراتی جهت بهبود چارچوب داشتند. عمده‌ی فرمایشات ایشان، ضمن تأیید اینکه چارچوب از مطلوبیت قابل‌قبولی برخوردار است، اذعان داشتند که روشگان پیاده‌سازی این چارچوب برایشان مفیدتر است. در همین راستا نکاتی نیز مطرح شد.

خبرگان ابتدا تأکید داشتند که این چارچوب می‌بایست در گام نخست در یک محیط آزمایشگاهی پیاده‌سازی شده و اینکه سخت‌افزارها و نرم‌افزارهای مورد‌استفاده در این فناوری، می‌بایست به‌راحتی بتوانند با سایر تجهیزات به‌کاررفته در پالایشگاه همساز باشند. عدم وابستگی به زمان و مکان بودن این فناوری نیز برای خبرگان حائز اهمیت بود.

مدیران تأکید داشتند که بتوانند از یک هوش تجاری^{۲۳} استفاده کنند. در همین راستا و به منظور استخراج دانش از داده‌های اکتساب شده، داده‌کاوی از الزامات بود که بتواند داده‌های پیش‌گویانه نیز ارائه دهد؛ به عنوان مثال اینکه سامانه بتواند زمان تعمیرات اساسی^{۲۴} را از قبل اعلام کند.

با عنایت به اینکه بستر پیاده‌سازی استانداردها در پالایشگاه موجود است، تأکید مؤکد همه‌ی خبرگان بر در نظر گرفتن استانداردهای موردنظر در بخش‌های مختلف سازمان بود.

با عنایت به اینکه امنیت از اهمیت بالایی در پالایشگاه برخوردار است، مازولی به نام امنیت لحاظ گردد.

- تمهیدات پیاده‌سازی اینترنت اشیا صنعتی در پالایشگاه:

به منظور ایجاد زیرساخت شبکه‌ی ارتباطات در پالایشگاه، بهتر است از فیبر نوری استفاده شود؛ به گفته‌ی قاطبه‌ی خبرگان، بهتر است برای پیاده‌سازی این فناوری، از اینترنت استفاده شود. توسعه یک پروتکل ارتباطی امن بومی، کمک شایانی به کارایی و امنیت می‌کند.

- چالش‌های پیاده‌سازی اینترنت اشیا صنعتی در پالایشگاه:

سامانه‌ها و زیرساخت‌های پالایشگاه تهران عمدتاً دستی و پنوماتیکی است. این موضوع چالش‌های متعددی را در پی دارد که ذیلاً به آن‌ها اشاره می‌شود.

- هماهنگ‌سازی بین سامانه‌های مختلفی که در پالایشگاه است
- سامانه‌های دستی می‌بایست به سامانه‌های دیجیتال تغییر کند
- چالش اصلی اتصال به اینترنت است
- محدودیت استفاده از سنسورهای وایرلس
- سطح دسترسی به اطلاعات و داده‌ها
- تبادل اطلاعات بین سامانه‌ها (برخی اطلاعات به صورت دستی وارد سامانه‌ها می‌شود)
- خودکفایی در برخی مسائل حساس؛ به عنوان مثال خودکفایی در توسعه پروتکل یا سیستم عامل اختصاصی
- آپدیت پچ‌های امنیتی ابزار دقیق و تجهیزات کنترلی

- سامانه‌های یکپارچه:

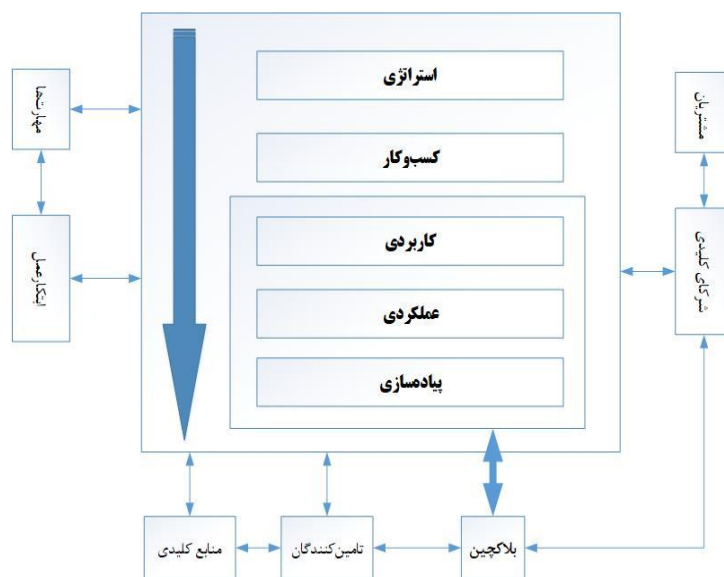
سامانه‌های یکپارچه‌ای نظیر سامانه نیرو انسانی، سامانه IMS و ... در پالایشگاه در حال کار است که می‌بایست بتواند با سامانه‌های اینترنت اشیا صنعتی هماهنگ باشد. از طرفی در بخش فنی پالایشگاه، سامانه‌های کنترل توزیع یافته‌ای^{۲۵} در پالایشگاه در حال کار است که می‌بایست با سامانه‌های جدید اینترنت اشیا صنعتی بتواند هماهنگ کار کند.

- فرهنگ سازمانی:

مدیران باتجربه پالایشگاهی اذعان داشتند که پیاده‌سازی فناوری‌های جدید رد سازمان، مقاومت کارکنان را در پی خواهد داشت. برای حل این مسئله پیشنهاد می‌گردد که در کنار آموزش کارکنان، از افراد جوان در این رویه استفاده شود.

۴.۱. چارچوب اصلاح شده

پس از دریافت و اعمال نظرات خبرگان، چارچوب نهایی به صورت ذیل تغییر یافت.



شکل ۳. چارچوب نهایی پیاده‌سازی اینترنت اشیا صنعتی

۴.۲. بحث درباره چارچوب

چارچوب ارائه شده از دوازده بخش کلی تشکیل شده است که تلاش شده ارتباطات آنها نیز که مستخرج از مرور ادبیات روشمند است، ارائه شود. در ادامه به تشریح اجزا و زیرمجموعه‌های هر بخش پرداخته خواهد شد.

۴.۲.۱. استراتژی

چهار استراتژی کلان برای صنایع زیرساختی کلان شامل پیشرو در بازار، پیشرو در فناوری، پیشرو در فناوری و جذب نیرو در فناوری در (Li, Hou et al. 2012, Li, Yu et al. 2017, Pulkkis, Karlsson et al. 2018) ارائه شده است.

۴.۲.۲. کسب‌وکار کلان سازمان

موارد مربوط به کسب و کار مانند ارزش کسب و کار، بازده سرمایه‌گذاری، هزینه تعمیر و نگهداری و قابلیت اطمینان محصول در هنگام در نظر گرفتن سیستم اینترنت اشیا صنعتی، به عنوان راه حلی برای مسائل کسب و کار، ارزیابی می‌شوند. برای شناسایی، ارزیابی و رفع این موارد تجاری، مفاهیمی زیر بیان می‌شود (Lin, Miller et al. 2017).

دیدگاه کاربردی به این موضوع می‌پردازد که یک سیستم اینترنت اشیا صنعتی چگونه توانایی‌های کلیدی شناسایی شده در دیدگاه تجاری را تحقق می‌بخشد. دیدگاه کاربری، فعالیت‌هایی را نشان می‌دهد که واحدهای مختلف کار بر اجزای سیستم‌های مختلف را هماهنگ می‌کند. این فعالیت‌ها -توصیف نحوه استفاده از سیستم- به عنوان یک ورودی برای الزامات سیستم خدمت می‌کنند و عملیات و تکامل سیستم اینترنت اشیا صنعتی را طراحی، پیاده سازی، مستقر و هدایت می‌کنند (Lin, Miller et al. 2017).

سیستم‌های کنترل صنعتی^{۲۶} به طور گسترده‌ای برای اتوماسیون صنعتی به کار گرفته شده‌اند. کنترل در اینجا فرایند بررسی اثرات ورودی‌های حسی بر سیستم‌های فیزیکی و محیط‌زیست است. یک سیستم اینترنت اشیا صنعتی معمول به پنج دامنه عملیاتی تقسیم می‌شود. این دامنه‌ها شامل دامنه کنترل، عملیات، اطلاعات، عملکرد و کسب و کار است (Lin, Miller et al. 2017).

دامنه کنترل مجموعه‌ای از عملکردها را نشان می‌دهد که توسط سیستم‌های کنترل صنعتی انجام می‌شوند.

دامنه عملیاتی نشان دهنده جمع آوری توابع مسئول تهیه، مدیریت، نظارت و بهینه سازی سیستم‌ها در حوزه کنترل است. سیستم‌های کنترل صنعتی در حال حاضر بیشتر بر روی بهینه سازی دارایی‌ها در یک کارخانه فیزیکی تمرکز دارند.

دامنه اطلاعات نشان دهنده مجموعه‌ای از توابع برای جمع آوری داده‌ها از حوزه‌های مختلف است؛ همچنین تبدیل، ماندگاری و مدل‌سازی یا تجزیه و تحلیل این داده‌ها برای به دست آوردن اطلاعات سطح بالا در مورد سیستم کلی را نشان می‌دهد. توابع جمع آوری داده‌ها و تجزیه و تحلیل در این حوزه مکمل توابعی هستند که در حوزه کنترل اجرا می‌شوند.

دامنه کاربرد نشان دهنده مجموعه‌ای از توابع اجرای منطق برنامه است که ویژگی‌های خاص کسب و کار را درک می‌کند. توابع در این دامنه، منطق برنامه، قوانین و مدل‌ها را در یک سطح کلی، برای بهینه سازی در دامنه جهانی اعمال می‌کنند تجزیه و تحلیل دامنه کاربرد در شکل ۴ نشان داده شده است. منطق و قوانین (قوانین، مدل‌ها، موتورها، جریان‌های فعالیت، و غیره) شامل اجرای ویژگی‌های خاصی است که مورد نیاز است. انتظار می‌رود که هم در محتوا و هم در ساختار این توابع تنوع زیادی وجود داشته باشد. رابط برنامه نویسی کاربردی‌ها^{۲۷} و رابط کاربری^{۲۸} نشان

دهنده مجموعه‌ای از توابع است که یک برنامه کاربردی آن را به عنوان API مصرفی کاربردهای دیگر و یا برای مصرف انسان ارائه می‌دهند.

۴.۲.۹. دامنه اطلاعات کسب‌وکار

دامنه اطلاعات کسب‌وکار، عملیات پایان به پایان سیستم اینترنت اشیا صنعتی را با تلفیق آنها با انواع سیستم‌های تجاری سنتی یا سیستم‌های تجاری خاص از قبیل پشتیبانی از فرآیندهای کسب‌وکار و فعالیت‌های رویه‌ای انجام می‌دهد. نمونه‌هایی از این تابع کسب و کار عبارتند از برنامه ریزی منابع سازمانی^{۲۹}، مدیریت ارتباط با مشتری^{۳۰}، محصولات چرخه مدیریت^{۳۱}، ساخت سیستم اجرای^{۳۲}، مدیریت منابع انسانی^{۳۳}، مدیریت دارایی^{۳۴}، خدمات مدیریت چرخه عمر، صدور صورت حساب و پرداخت، برنامه ریزی کار و سیستم‌های برنامه ریزی است.



شکل ۴. تجزیه دامنه اطلاعات، کاربرد و اطلاعات کسب و کار (Lin, Miller et al. 2017)

۴.۲.۱۰. پیاده‌سازی

دیدگاه اجرا مربوط است به نمایندگی فنی سیستم اینترنت اشیا صنعتی و فن‌آوری‌ها و مؤلفه‌های سیستم مورد نیاز برای اجرای فعالیت‌ها و دیدگاه‌های عملکردی است. در بخش پیاده‌سازی، معماری عمومی سیستم اینترنت اشیا صنعتی مورد بحث قرار می‌گیرد؛ ساختار آن و توزیع اجزا و توپولوژی پیوند دهنده اجزا. توضیحات فنی در مورد اجزا، از جمله رابطه‌ها، پروتکل‌ها، رفتارها و سایر خصوصیات. طراحی نقشه اجرای فعالیت‌های مشخص شده در دیدگاه موارد استفاده، به مؤلفه‌های عملکردی و از مؤلفه‌های موارد استفاده به مؤلفه‌های پیاده‌سازی و نقشه پیاده‌سازی برای ویژگی‌های کلیدی سیستم است.

۴.۲.۱۱. مهارت‌ها

سرعت سریع فرایندهای نوآوری دیجیتال نشان می‌دهد که اشکال فعلی سازماندهی کار نوآوری نیاز به تغییر دارد. همانطور که (Christensen 2013) خاطرنشان کرد، صلاحیت‌های اصلی شرکت‌های موقت می‌توانند هنگام ورود به بازارهای جدید در راه نوآوری بایستند. این موضوع چالشی در نوآوری دیجیتال است، اما از آنجا که تولید محصولات با کیفیت و محتوا مهم باقی مانده است، نوآوری دیجیتالی بدون اینکه همه مهارت‌های موجود را منسوخ

کند، نیاز به مهارت‌های جدید دارد. نوآوری دیجیتالی شامل یادگیری مداوم است که به موجب آن فناوری‌های جدید دیجیتال به منظور ایجاد درک از خصوصیات منحصر به فرد آنها کاوش می‌شوند. این می‌تواند شامل ایجاد شرایط برای آموزش مجدد و ایجاد انگیزه برای کارکنان موجود برای دستیابی به مهارت‌های دیجیتالی باشد. برای این منظور، به رسمیت شناختن ابتکارات دیجیتال خود به خودی اعضای سازمان در کل شرکت بسیار مهم است (Nylén and Holmström 2015).

۴.۲.۱۲. ابتکار عمل

در عصر صنعتی توسعه محصول روندی آهسته و پرهزینه بود. اعضای سازمان آموزش دیده منحصرراً در نقش‌های رسمی مهندس و طراح این فعالیت را انجام دادند. در مقابل، فناوری‌های دیجیتال در شرکت‌های معاصر همه گیر هستند. ما استدلال می‌کنیم که با ارتقاء ابتکار عمل در کل سازمان به جای تلاش برای تحمیل کنترل مرکزی بر کلیه فرآیندهای نوآوری دیجیتال، بنگاه‌های معاصر می‌توانند از طریق نوآوری ترکیبی پیچیدگی را مهار کنند. تحقیقات مربوط به بداهه‌های سازمانی (Weick 1998) مفاهیم مربوط به ساختار و تنظیمات در موسیقی جاز را مورد بررسی قرار داده است که از طریق آن بداهه نوازی شامل آهنگسازی و اجرای همزمان است. در این زمینه، بداهه نوازی به عنوان "برداشت از عمل در حال آشکار شدن" تعریف می‌شود. اگرچه این شیوه غالباً به دلیل نتیجه عدم اجرای برنامه‌های رسمی ظاهر می‌شود، مدیران می‌توانند به صورت عمدی بداهه نوازی را به عنوان یک استراتژی آگاهانه به کار گیرند (Pavlou and El Sawy 2010). در قلمرو دیجیتال، بداهه نوازی اغلب عملی برای پیکربندی مجدد است. برای این منظور، قابلیت انعطاف‌پذیری فناوری‌های دیجیتال درجه بالاتری از بداهه نوازی را نسبت به همتایان آنالوگ خود فراهم می‌کند. بداهه نوازی شامل ریسک‌پذیری است و در زمینه نوآوری دیجیتال، کم هزینه بودن فناوری دیجیتال نیز به معنای هزینه پایین‌تر از خرابی است. بنابراین، مدیران باید اطمینان حاصل کنند که آنها فضای سازمانی بداهه‌ای را در اختیار اعضای سازمان قرار می‌دهند که در آن ساختار و انعطاف‌پذیری متعادل باشد به گونه‌ای که محدودیت‌ها باعث افزایش خلاقیت در هنگام برانگیختن تولید شوند. تخصیص زمان برای بداهه کلیدی است. نوآوری دیجیتال نیاز به یک فرهنگ سازمانی دارد که بداهه‌نوازی را امکان‌پذیر می‌سازد. بداهه‌نوازی آخرین منطقه کلیدی است که توسط شرکت‌ها ارزیابی می‌شود (Nylén and Holmström 2015).

۴.۲.۱۳. شرکا و منابع کلیدی

بر اساس مدل بوم کسب و کار اینترنت اشیا صنعتی، بخش‌هایی که با این صنعت هم‌خوانی دارد به شرح ذیل است:

- منابع کلیدی: اجرای اینترنت اشیا به منابع مناسب، به ویژه در زیرساخت‌ها و نرم افزارها نیاز دارد
- شرکای کلیدی: همکاری با شرکتهای IT به منظور توسعه ارزش جذاب برای مشتری با غنی سازی محصول سنتی برای خدمات دیجیتالی (Gierej 2017)

۴.۲.۱۴. تکنولوژی بلاکچین

ویژگی‌های غیرمتمرکز و مستقل بلاک‌چین، آن را تقریباً ایده آل در راه حل‌های امنیتی اینترنت اشیا صنعتی می‌کند. کنترل تنظیمات پیکربندی و حالت‌های عملیاتی مبتنی بر بلاک‌چین می‌تواند از دسترسی‌های غیر مجاز جلوگیری کند و همچنین حفاظت در مقابل حملات منع سرویس را فراهم کند. در (Huh, Cho et al. 2017)، برنامه نویسان، کنترل و پیکربندی دستگاه‌های اینترنت اشیا را با استفاده از اتریوم^{۲۰} به عنوان یک پلت‌فرم بلاک‌چین پیشنهاد کردند.

یک شناسه هویت مبتنی بر بلاک‌چین، شناسایی دستگاه، سازنده آن، لیست‌های به‌روز رسانی سفت‌افزار موجود، و مسائل امنیتی شناخته شده در (Teslya and Ryabchikov 2017) پیشنهاد شده است.

برای تکنولوژی بلاک‌چین، کاربردهای متعدد دیگری نیز در (Yaqoob, Ahmed et al. 2017) با عنوان معماری امن مبتنی بر بلاک‌چین در دستگاه‌های اینترنت اشیا مطرح گردیده است. با توجه به شباهت معماری کلی پیاده سازی اینترنت اشیا و اینترنت اشیا صنعتی، قابلیت بسط این مفاهیم نیز وجود دارد.

۴.۲.۱۵. تامین‌کنندگان

انتخاب تأمین‌کنندگان یکی از مهم‌ترین تصمیماتی است که یک سازمان می‌تواند اتخاذ کند. روش رایج سازمان‌ها در انتخاب تأمین‌کنندگان طبق چارچوبی است که بر اساس یک سری معیارهای اولویت‌دار صورت می‌گیرد که این انتخاب شامل روندهایی است (Weber, Current et al. 1991, De Boer, Labro et al. 2001, Ng 2008).

در پیاده‌سازی اینترنت اشیا صنعتی به منابع سخت‌افزاری، نرم‌افزاری و تجهیزات شبکه‌ای نیاز است که در بخش منابع کلیدی مطرح گردیده است. در این میان، نیازمندی‌هایی نظیر تأمین مواد اولیه موردنیاز پالایشگاه که شامل نفت خام و ... است نیز توسط وزارت نفت تأمین و توسط پالایشگاه خریداری می‌شود. همچنین تأمین اقلامی نظیر کاتالیست‌ها نیز در این زمره در نظر گرفته شده است.

۴.۲.۱۶. مشتریان

این بخش بر تعامل بین هفت بخش در پالایشگاه تأکید دارد. این بخش‌ها شامل بازاریابی، فروش، حراست، مدیریت مالی، ایمنی، باسکول و بارگیری است. این هفت بخش از طریق نرم‌افزاری تبادلاتی دارند که نهایتاً منتج به فروش محصول و اعطای خدمات به مشتریان پالایشگاه می‌شود.

۴.۳. اعتبارسنجی چارچوب

به منظور اعتبار سنجی چارچوب ارائه شده، پرسشنامه‌ای بر اساس نه معیار ذیل تدوین و بین خبرگان توزیع گردید.

- Q1: میزان انعکاس نظرات خبرگان در چارچوب
- Q2: جامعیت چارچوب
- Q3: لحاظ کردن بخش‌های حیاتی پالایشگاه در چارچوب
- Q4: یکپارچگی چارچوب
- Q5: شفافیت چارچوب

- Q6: سادگی و قابل فهم بودن چارچوب
- Q7: دقیق و قانع کننده بودن چارچوب
- Q8: میزان تجانس بین اجزای چارچوب
- Q9: بومی سازی چارچوب بر اساس نیازمندی های پالایشگاه

پس از تحلیل پاسخ های خبرگان، درصد رضایت آنها از معیارها، در جدول ذیل آمده است.

جدول ۳. درصد رضایت خبرگان از چارچوب نهایی

Q1	Q2	Q3	Q4	Q5	Q6	Q7	Q8	Q9
%۹۱	%۹۱	%۸۳	%۹۰	%۸۷	%۸۵	%۸۵	%۸۷	%۸۳

۵. جمع بندی و نتیجه گیری

در این مقاله چارچوبی متشکل از دوازده بخش که شامل لایه استراتژی، کسب و کار، کاربرد، عملکرد، پیاده سازی، مشتریان، تأمین کنندگان، شرکای کلیدی، بلاکچین، منابع کلیدی، مهارت ها و ابتکار عمل است ارائه شده است که مستخرج از مرور ادبیات روشمند، پنل و مصاحبه های اختصاصی با خبرگان پالایشگاه تهران بوده است. همچنین به منظور اعتبارسنجی چارچوب، بر اساس نه معیار پرسشنامه ای تهیه شده و بین خبرگان توزیع گردید و درصد رضایت خبرگان از معیارها نیز ارائه گردید.

در این چارچوب علاوه بر پرداختن دقیق به جنبه های فنی پیاده سازی اینترنت اشیا صنعتی، به جنبه های مدیریتی و کسب و کار این مقوله نیز پرداخته شده و سعی شده تا با بکارگیری فناوری بلاکچین، علاوه بر بالا بردن امنیت ارتباطات، کارایی را نیز ارتقا یابد.

در طی تهیه این مقاله، محدودیت هایی نظیر دسترسی به داده های صنایع زیرساختی حساس وجود دارد که احتمال دارد در زمان پیاده سازی این چارچوب نیاز باشد. بنابراین پیشنهاد می گردد این چارچوب متناسب با هر زیرساختی، سفارشی سازی^{۳۶} شود.

پیشنهاد می گردد امکان پیاده سازی این چارچوب در صنایع دیگر نیز بررسی شده تا به چارچوبی برای استفاده در همه ی صنایع منتج شود. همچنین توصیه می شود در کنار این چارچوب، روشگان^{۳۷} پیاده سازی آن نیز ارائه شود. همچنین مطالعه چالش های تحقق و اولویت بندی آنها نیز به نظر می رسد موضوع خوبی برای تحقیقات آتی در نظر گرفته شود. از طرفی بررسی رویکردهای اقتصادی از منظر هزینه- فایده نیز یک موضوع مورد نیاز صنعت پالایشگاهی است که بهتر است در تحقیقات آتی به آن پرداخته شود. تقویت جنبه های کلان این چارچوب از منظر پرداختن به نقشه راه پیاده سازی فناوری اینترنت اشیا صنعتی به عنوان موضوع قابل بسط است.

۶. تقدیر و تشکر

این پژوهش در قالب طرح تحقیقاتی مصوب و با حمایت واحد پژوهش و فناوری پالایشگاه تهران انجام گردیده است. بنابراین بدینوسیله از حمایت پالایشگاه تهران، معاونت‌ها، مدیران و متخصصانی که ما را در این امر یاری کردند کمال تشکر و قدردانی را داریم.

۷. منابع

- Ahmed, E., I. Yaqoob, A. Gani, M. Imran and M. Guizani (2016). "Internet-of-things-based smart environments: state of the art, taxonomy, and open research challenges." IEEE Wireless Communications **23**(5): 10-16.
- Ananthram, S. and C. Chan (2013). "Challenges and strategies for global human resource executives: Perspectives from Canada and the United States." European Management Journal **31**(3): 223-233.
- Benioff, M. (2015). Industrial Internet of Things: Unleashing the Potential of Connected Products and Services, January.
- Boyes, H., B. Hallaq, J. Cunningham and T. Watson (2018). "The industrial internet of things (IIoT): An analysis framework." Computers in Industry **101**: 1-12.
- Christensen, C. M. (2013). The innovator's dilemma: when new technologies cause great firms to fail, Harvard Business Review Press.
- De Boer, L., E. Labro and P. Morlacchi (2001). "A review of methods supporting supplier selection." European journal of purchasing & supply management **7**(2): 75-89.
- Geng, H. (2017). "Internet of Things and Data Analytics in the Cloud with Innovation and Sustainability." The Internet of Things & Data Analytics Handbook: 3-28.
- Giarej, S. (2017). "The framework of business model in the context of Industrial Internet of Things." Procedia Engineering **182**: 206-212.
- Gilchrist, A. (2016). Designing industrial internet systems. Industry 4.0, Springer: 87-118.
- Hassanzadeh, A., S. Modi and S. Mulchandani (2015). Towards effective security control assignment in the Industrial Internet of Things. 2015 IEEE 2nd World Forum on Internet of Things (WF-IoT), IEEE.
- Hermann, M., T. Pentek and B. Otto (2016). Design principles for industrie 4.0 scenarios. 2016 49th Hawaii international conference on system sciences (HICSS), IEEE.
- Hilal, A. H. and S. S. Alabri (2013). "Using NVivo for data analysis in qualitative research." International interdisciplinary journal of education **2**(2): 181-186.
- Huh, S., S. Cho and S. Kim (2017). Managing IoT devices using blockchain platform. 2017 19th international conference on advanced communication technology (ICACT), IEEE.
- Li, J.-Q., F. R. Yu, G. Deng, C. Luo, Z. Ming and Q. Yan (2017). "Industrial internet: A survey on the enabling technologies, applications, and challenges." IEEE Communications Surveys & Tutorials **19**(3): 1504-1526.
- Li, Y., M. Hou, H. Liu and Y. Liu (2012). "Towards a theoretical framework of strategic decision, supporting capability and information sharing under the context of Internet of Things." Information Technology and Management **13**(4): 205-216.
- Lin, S., B. Miller, J. Durand, G. Bleakley, A. Chigani, R. Martin, B. Murphy and M. Crawford (2017). "The industrial internet of things volume G1: reference architecture." Industrial Internet Consortium: 10-46.
- Madakam, S., R. Ramaswamy and S. Tripathi (2015). "Internet of Things (IoT): A literature review." Journal of Computer and Communications **3**(05): 164.
- Maxwell, J. A. (2012). Qualitative research design: An interactive approach, Sage publications.
- Nakamoto, S. (2008). "Bitcoin: A peer-to-peer electronic cash system," <http://bitcoin.org/bitcoin.pdf>.
- Ng, W. L. (2008). "An efficient and simple model for multiple criteria supplier selection problem." European journal of operational research **186**(3): 1059-1067.

Nylén, D. and J. Holmström (2015). "Digital innovation strategy: A framework for diagnosing and improving digital product and service innovation." Business Horizons **58**(1): 57-67.

Pavlou, P. A. and O. A. El Sawy (2010). "The "third hand": IT-enabled competitive advantage in turbulence through improvisational capabilities ".Information systems research **21**(3): 443-471.

Pulkkis, G., J. Karlsson, M. Westerlund and Q. Hassan (2018). "Blockchain-based security solutions for iot systems." Internet of Things A to Z: Technologies and Applications **20180501**.

Püschel, L., M. Röglinger and H. Schlott (2016). "What's in a smart thing? Development of a multi-layer taxonomy".

Qin, J., Y. Liu and R. Grosvenor (2016). "A categorical framework of manufacturing for industry 4.0 and beyond." Procedia Cirp **52**: 173-178.

Rojko, A. (2017). "Industry 4.0 concept: background and overview." International Journal of Interactive Mobile Technologies (IJIM) **11**(5): 77-90.

Rong, K., G. Hu, Y. Lin, Y. Shi and L. Guo (2015). "Understanding business ecosystem using a 6C framework in Internet-of-Things-based sectors." International Journal of Production Economics **159**: 41-55.

Rozsa, V., M. Denisczwicz, M. L. Dutra, P. Ghodous, C. F. da Silva, N. Moayeri, F. Biennier and N. Figay (2016). An Application Domain-Based Taxonomy for IoT Sensors. ISPE TE.

Serpanos, D .and M. Wolf (2017). Internet-of-things (IoT) systems: architectures, algorithms, methodologies, Springer.

Teslya, N. and I. Ryabchikov (2017). Blockchain-based platform architecture for industrial IoT. 2017 21st Conference of Open Innovations Association) FRUCT), IEEE.

u Farooq, M., M. Waseem, S. Mazhar, A. Khairi and T. Kamal (2015). "A Review on Internet of Things (IoT)." International Journal of Computer Applications **113**(1): 1-7.

Wan, J., S. Tang, Z. Shu, D. Li, S. Wang, M. Imran and A. V. Vasilakos" .(٢٠١٦) Software-defined industrial internet of things in the context of industry 4.0." IEEE Sensors Journal **16**(20): 7373-7380.

Wang, K. (2016). "Intelligent predictive maintenance (IPdM) system—Industry 4.0 scenario." WIT Transactions on Engineering Sciences **113**: 259-268.

Weber, C. A., J. R. Current and W. Benton (1991). "Vendor selection criteria and methods." European journal of operational research **50**(1): 2-18.

Weick, K. E. (1998). "Introductory essay—Improvisation as a mindset for organizational analysis." Organization science **9**(5): 543-555.

Whittemore, R., S. K. Chase and C. L. Mandle (2001). "Validity in qualitative research." Qualitative health research **11**(4): 522-537.

Yaqoob, I., E. Ahmed, I. A. T. Hashem, A. I. A. Ahmed, A. Gani, M. Imran and M .Guizani (2017). "Internet of things architecture: Recent advances, taxonomy, requirements, and open challenges." IEEE wireless communications **24**(3): 10-16.

Yin, R. (2009). Case Study Research: Design and Methods. Essential guide to qualitative methods in organizational research (Vol. 24.)

A Comprehensive Framework of Industrial Internet of Things Implementation in Petroleum Industry: Tehran Petroleum

Abstract

The new manufacturing paradigm Industry 4.0 or Industrial Internet of Things refers to digitized and connected industrial value creation. This development is assumed to yield extensive industry-spanning opportunities. However, using these opportunities needs a targeted implementation of the IIoT. The goal of this study is to generate a deeper understanding of relevant implementation actions that need to be taken in IIoT. The frameworks that have been presented so far, have been mainly designed for a specific section of IIoT and management or business viewpoints have not been considered in them. So, the goal of this article is to shed light on complicated process of IIoT implementation to obtain the complete potential opportunity. At the first step, a beta version of practical implementation framework of IIoT is presented by means of systematic literature review. Then it presented in an expert panel which led to general recommendations. Besides, semi-structured in-depth interviews have been done as primary source comments on the first version of framework. After reforming the framework according to the recommendations, to validate it, the framework was presented to another expert population via a questionnaire in structured interviews. All interviews are transcribed and serve as text material to be examined according to the qualitative content analysis. This article develops a comprehensive framework providing necessary and effective actions to be taken when implementing digital and connected future industrial value creation. The framework included twelve sections which are strategy, business, usage, function, implementation, customers, suppliers, key partners, key resources, blockchain, skills and improvisation. For future work, the framework can be customized practically in an industrial plant or site.

Keywords: Industrial Internet of Things, Blockchain, Industrial Control System, Framework, Industry 4.0

۸. پی نوشت

^۱ ایران، تهران، رسالت، خیابان هنگام، خیابان دانشگاه، دانشگاه علم و صنعت ایران

کد پستی: ۱۳۱۱۴-۱۶۸۴۶

تلفن تماس: ۰۲۱-۷۷۴۵۱۵۰۰-۹

موبایل: ۰۹۱۲۱۹۰۹۴۳۷

- 2 interoperability
- 3 information transparency
- 4 technical assistance
- 5 decentralized decision
- 6 internet of things
- 7 cloud computing

8 internet of services
9 Kevin Ashton
10 industrial internet of things
11 context
12 cooperation
13 construct
14 configuration
15 capability
16 change
17 legacy OT & infrastructure
18 interoperability
19 privacy
20 create, read, update, or delete
21 safety
22 privacy
23 business intelligence (BI)
24 overhaul
25 distributed control system (DCS)
26 industrial control system
27 application programming interface (API)
28 user interface (UI)
29 enterprise resource planning (ERP)
30 customer relationship management (CRM)
31 product lifecycle management (PLM)
32 manufacturing execution system (MES)
33 human resource management (HRM)
34 asset management
35 Ethereum
36 customize
37 Methodology