

## ارزیابی مقایسه‌ای قابلیت‌های غیر کارکردی کارایی و دسترس پذیری در فن‌آوری‌های میان‌افزار CORBA و OPC UA در سیستم‌های SCADA حوزه نفت و گاز

ناظر ایرانی شمیرانی<sup>۱\*</sup>، رامین نصیری، بابک وزیری، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد تهران مرکزی

### چکیده

امروزه سامانه‌های SCADA بطور گسترده‌ای در زمینه‌های مختلف و بمنظور کنترل زیرساخت‌های حیاتی کشورها مورد استفاده قرار گرفته‌اند. با توجه به اهمیت بالای این موضوع که بروز هرگونه اختلال در بخش‌های مذکور می‌تواند اثرات مخرب و جبران‌ناپذیری بر امنیت اقتصادی و توانمندی‌های دفاعی کشور، علاوه بر خطر از دست رفتن اطلاعات انحصاری شرکت‌ها، خطرات جانی و تخریب‌های محیط زیستی آن داشته باشد، اهمیت توسعه و تولید بومی اینگونه نرم‌افزارها بیش از پیش آشکار می‌باشد. با توجه به ماهیت توزیع شده سیستم‌های SCADA و معماری‌های نرم‌افزار مطرح موجود، استفاده از فن‌آوری‌های میان‌افزار در این سامانه‌ها ضروری می‌باشد. از آنجایی که انتخاب فن‌آوری مناسب با توجه به نیازمندی‌های کسب‌وکار می‌تواند نقش بسزایی در تعیین معماری نرم‌افزار مناسب برای این سامانه‌ها داشته باشد، در این تحقیق دو فن‌آوری مطرح میان‌افزار CORBA و OPC UA در این سامانه‌ها ارزیابی و از ابعاد دسترس‌پذیری و کارایی مورد مقایسه قرار داده شده است. بدین منظور ابتدا پارامترهای تأثیرگذار بر هر یک از این صفات کیفی تعیین شده و سپس با استفاده از روش خبرگی دلفی تأثیر استفاده از هر یک از این میان‌افزارها بر دو خصلت دسترس‌پذیری و کارایی در سامانه‌های SCADA مقایسه شده است. نتایج حاصل از تحلیل‌ها نشان می‌دهند که میان‌افزار OPC UA قابلیت‌های دسترس‌پذیری و کارایی را در نسل جدید سامانه‌های SCADA در حوزه نفت و گاز بهتر فراهم نموده است. در نتیجه، نیاز مدیران ارشد سازمان‌ها در حوزه نفت و گاز را در راستای تولید SCADA بومی با هدف دستیابی به کارایی و دسترس‌پذیری بیشتر فراهم می‌سازد.

### اطلاعات مقاله

تاریخ ارسال نویسنده: ۹۶/۱۲/۱۲

تاریخ ارسال به داور: ۹۶/۱۲/۲۲

تاریخ پذیرش داور: ۹۷/۰۴/۲۴

### واژگان کلیدی:

کلیدی: SCADA، میان‌افزار،

CORBA، OPC UA

دسترس‌پذیری، کارایی.

### مقدمه

بمنظور تولید سامانه‌های بومی SCADA<sup>۱</sup> در ابتدا می‌باید با توجه به چشم‌اندازها و نیازمندی‌های کسب و کار، قابلیت‌های عملکردی و غیرعملکردی را مشخص کرده و اولویت‌بندی نمود. در میان صفات کیفی موردنیاز تعیین شده، دستیابی به دو صفت کیفی دسترس‌پذیری و کارایی، در طراحی معماری این سامانه‌ها از اهمیت و اولویت بالایی برخوردار می‌باشند. با توجه به ماهیت توزیع شده سامانه‌های SCADA و لزوم برقراری ارتباط میان سیستم‌های گوناگون در نسل‌های جدید آن بمنظور دستیابی به مدیریت یکپارچه و جامع [۱،۲،۳]، به مقایسه تأثیر استفاده از تکنولوژی‌های مطرح CORBA<sup>۲</sup> و OPC UA<sup>۳</sup> بر صفات کیفی نام برده می‌پردازیم. پس از تعیین پارامترهای تأثیرگذار بر هر یک از صفات کیفی به ارزیابی این پارامترها در هر یک از تکنولوژی‌های مطرح شده پرداخته، سپس با استفاده از روش دلفی نتایج بدست آمده را تحلیل می‌نماییم. ضرورت انجام این تحقیق در تعیین و انتخاب میان‌افزاری مناسب می‌باشد که ذینفعان این سیستم‌ها را در راستای رسیدن به برآیند قابل توجهی از قابلیت‌های غیر کارکردی مطرح شده در این سامانه‌ها در حوزه نفت و گاز یاری می‌رساند.

### ۱- پارامترهای تأثیرگذار بر صفات کیفی

در این بخش پارامترهایی که می‌توانند بر هر یک از صفات کیفی دسترس‌پذیری و کارایی تأثیر داشته باشند مطرح و بررسی می‌شوند.

### ۱-۱- دسترس‌پذیری

دسترس‌پذیری در زمان تعیین شده که همواره به یک بازه زمانی مقید می‌شود، میزان قابلیت سیستم برای پوشاندن خرابی یا تعمیر سیستم و ادامه فعالیت آن را تعیین می‌نماید. خوشه‌بندی، تعادل بار، شکست و دسترس‌پذیری شیء از جمله پارامترهای مؤثر بر قابلیت دسترس‌پذیری می‌باشند [۴]. در ادامه به شرح مختصری از هر کدام از این پارامترها می‌پردازیم.

#### ■ خوشه‌بندی

به عمل مرتبط نمودن تعدادی از پیوندهای<sup>۴</sup> اشیاء به یک نام، خوشه‌بندی گویند. خوشه‌بندی با هدف تعادل بار، ممانعت از شکست و ایجاد پشتیبان انجام می‌شود.

#### ■ تعادل بار

\* نویسنده‌ی عهده‌دار مکاتبات (irani\_sh@hotmail.com)

در سیستم‌های سازمانی که داده‌های ساخت یافته باید به شیوه‌ای تراکنش‌گرا یا رویدادگرا در آنها پردازش شوند، مدیریت کارآمد داده‌های ساخت یافته مهم‌تر از سرعت مطلق انتقال داده‌ها می‌باشد. بدین منظور برای ارزیابی کارایی در برنامه‌های کاربردی صنعتی در سطح سازمانی، بررسی نیازمندی‌هایی از جمله زمان فراخوانی یا ظرفیت ارتباطی برای اداره داده‌ها با ساختار پیچیده، مورد نیاز است. به عبارت دیگر ارزیابی کارایی باید با در نظر گرفتن تمام جنبه‌ها و مکانیزم‌هایی که می‌توانند بر رفتار برنامه‌های صنعتی برای تبادل اطلاعات تأثیر گذارند، صورت پذیرد [۵,۶,۷]. بنابراین باید توجه داشت که برای دستیابی به اندازه‌گیری صحیح کارایی، پارامترهای معنی‌دار باید انتخاب شوند. بدین منظور در ادامه به ارزیابی پارامترهای فراخوانی، مرتب‌سازی<sup>۵</sup>، دریافت، توزیع، پردازش و موازی‌سازی در میان‌افزارها می‌پردازیم.

#### ■ فراخوانی

فراخوانی در سمت سرویس‌گیرنده می‌تواند از طریق یکی از مکانیزم‌های فراخوانی ایستا و یا فراخوانی پویا انجام شود. هر دو روش مذکور بصورت پایه امکان فراخوانی متدهایی از اشیاء تعریف شده را فراهم می‌سازند. همچنین انتقال متغیرهای برنامه بعنوان آرگمان ورودی به متدها و نیز دریافت مقادیر بازگشتی یا آرگمان‌های خروجی از سرویس‌دهنده را برای سرویس‌گیرنده ممکن می‌سازند. بمنظور استفاده از روش فراخوانی ایستا که شیوه آسان‌تر فراخوانی می‌باشد، باید نام متد، نوع و ترتیب تمامی

تعداد بار یا همان توزیع مساوی بار کاری میان نمونه‌های چندگانه منابع سیستم، باعث بهینه‌سازی استفاده از منابع، کاهش زمان پاسخ‌دهی و ممانعت از ایجاد سرشار در منابع و در نتیجه افزایش دسترس‌پذیری علاوه بر افزایش کارایی می‌شود. تعادل بار می‌تواند در سه سطح شبکه، سیستم‌عامل و میان‌افزار انجام شود. در این تحقیق به بررسی نحوه پیاده‌سازی در سطح میان‌افزار پرداخته می‌شود.

#### ■ شکست

در این پارامتر راهکارهای تعبیه شده در میان‌افزارها بمنظور ممانعت از شکست بررسی می‌شوند. بطور مثال قراردادن پشتیبان برای برخی از سرویس‌ها که در صورت بروز خطا سیستم با شکست مواجه نشود.

#### ■ دسترس‌پذیری شیء

بمنظور افزایش تحمل‌پذیری خطا، از یک شیء چندین نمونه پیاده‌سازی می‌شود. در صورتی که یکی از پیاده‌سازی‌ها در دسترس نباشد، پیاده‌سازی دیگری از آن شیء اجرا خواهد شد.

#### ۱-۲- کارایی

در سامانه‌های تعبیه شده که در آنها قطعات کوچکی از داده‌ها باید در فواصل زمانی کوتاه منتقل شوند، سرعت انتقال داده‌ها و حداکثر بار سیستم، مهم‌ترین نیازمندی‌ها برای ارزیابی کارایی می‌باشند. در صورتی که

۱ | آمار توصیفی برای پارامترهای دسترس‌پذیری

مولفه‌ها	پارامترهای موثر	تعداد	حدود امتیاز		پاسخ‌های به تفکیک میان افزار							
			min	max	CORBA				OPCUA			
					مد	میانه	میانگین	انحراف معیار	مد	میانه	میانگین	انحراف معیار
Availability	Cluster	40	2	5	3	3	3.100	.4472	4	4	4.400	6.502
	Load balancing	40	3	5	3	3	3.400	.5026	4	4	3.950	8.604
	Failover	40	3	5	3	3.5	3.500	.5130	4	4	4.100	7.640
	Object availability	40	3	5	3	3	3.550	.36863	5	5	4.550	4.510

۲ | آمار توصیفی برای پارامترهای کارایی

مولفه‌ها	پارامترهای موثر	تعداد	حدود امتیاز		پاسخ‌های به تفکیک میان افزار							
			min	max	CORBA				OPCUA			
					مد	میانه	میانگین	انحراف معیار	مد	میانه	میانگین	انحراف معیار
Availability	Invocation	40	2	5	3	3	3.100	.4472	4	4	4.400	6.502
	Marshalling/UnMarshalling	40	3	5	3	3	3.400	.5026	4	4	3.950	8.604
	Receiving	40	3	5	3	3.5	3.500	.5130	4	4	4.100	7.640
	Dispatching	40	3	5	3	3	3.550	.36863	5	5	4.550	4.510
	Processing	40	2	4	3	3.5	30.500	.51299	4	4	30.550	81.604
	Parallelism	40	2	5	3	3	30.200	.69585	5	5	40.600	24.598

آرگمان‌های ورودی و خروجی و مقادیر بازگشتی پیش از کامپایل در کد برنامه مشخص شده باشند. برخلاف آن در فراخوانی پویا، همه کارها در زمان اجرا انجام می‌شود. در فراخوانی مدت‌زمان ارسال درخواست تا دریافت پاسخ مورد بررسی قرار می‌گیرد.

#### ■ مرتب‌سازی

بمنظور انتقال داده‌ها بین سیستم‌های توزیع شده، فرآیند تبدیل داده‌ها به رشته‌ای از بایت‌ها در سمت فراخوانی کننده انجام می‌شود. به عبارتی به عمل تبدیل پارامترهای ورودی به شکلی قابل ارسال در شبکه، مرتب‌سازی گویند. در سمت فراخوانی شونده عمل عکس آن یعنی تبدیل داده‌های دریافت شده از شبکه به شکل پارامترهای ورودی انجام می‌شود. آنچه در مرتب‌سازی مورد توجه قرار می‌گیرد عبارت است از نوع، اندازه، کپسوله‌سازی و جهت داده‌های ارسالی در فرآیند فراخوانی.

#### ■ دریافت

عملیات فراخوانی با دریافت درخواست در سمت سرویس دهنده ادامه می‌یابد. در این مرحله، امکان ذخیره‌سازی درخواست‌ها بمنظور جلوگیری از حذف شدن آنها فراهم شده است.

#### ■ توزیع

در ادامه سرویس دهنده باید درخواست دریافت شده را به شیء موردنظر ارسال نماید که این عمل را توزیع می‌نامند. از عوامل تاثیرگذار بر توزیع می‌توان تعداد متدهای تعریف شده، طول نام متدها و تعداد اشیاء

سرویس دهنده را نام برد.

#### ■ پردازش

از آنجایی که چگونگی مدیریت درخواست‌های فراخوانی متد رقابتی می‌تواند تأثیر بسزایی بر کارایی داشته باشد، در این معیار به بررسی تأثیر راهکارهای نخ‌کشی<sup>۶</sup> فراهم شده در میان‌افزار پرداخته می‌شود. راهکارهای چندنخی<sup>۷</sup> امکان اجرای همزمان فعالیت‌ها بدون ایجاد ممانعت در روند دیگر فعالیت‌ها را فراهم می‌کند که این امر باعث کاهش تأخیر در سیستم‌های بلادرنگ می‌شود.

#### ■ موازی‌سازی

این معیار به بررسی وابستگی مدت‌زمان فراخوانی به تعداد سرویس‌گیرندگان و نخ‌هایی که درخواست‌هایی را بصورت موازی ارسال یا رسیدگی می‌نمایند، می‌پردازد.

### ۲- مقایسه میان افزارهای CORBA و OPC UA از بعد دسترس پذیری و کارایی

در این تحقیق بمنظور مقایسه میان‌افزارهای CORBA و OPC UA ابتدا این دو میان‌افزار مورد بررسی قرار داده شده و قابلیت‌های تعبیه شده در آنها ارزیابی شدند [۸،۹،۱۰]. سپس از روش دلفی که یکی از پرکاربردترین روش‌های تحقیق کیفی و یک روش آینده‌پژوهی است، استفاده شده است. در این روش به جمع‌آوری نظرات خبرگان بمنظور یافتن توافق جمعی درباره موضوع موردنظر پرداخته می‌شود. زمانی که با مجموعه‌ای از اطلاعات جمع‌آوری شده مواجه هستیم، سازمان‌دهی و خلاصه‌سازی آنها به شیوه‌ای معنادار و مرتبط که قابل درک و ارزیابی باشند، از اهمیت بالایی برخوردار می‌شود. بدین منظور می‌توان از آمار توصیفی استفاده نمود که یکی از پرکاربردترین روش‌های موجود در این زمینه است. در این تحقیق

مورد بررسی	مقایسه بین پارامترها در دو میان‌افزار OPC UA و CORBA	آمار آزمون Wilcoxon	P-Value
Availability	Cluster, CORBA-OPC UA	-3.981	0.000
	Loed Balancing, CORBA-OPC UA	-3.840	0.005
	Failover CORBA-OPC UA	-2.814	0.005
	Ojest Availa bility CORBA-OPC UA	-3.542	0.000
	Invocation CORBA-OPC UA	-3.162	0.002
Performance	Marshalling UnMarshlling CORBA-OPC UA	-3.317	0.001
	Recpatching CORBA-OPC UA	-3.317	0.001
	Dispatching CORBA-OPC UA	-3.576	0.000
	Processing CORBA-OPC UA	-3.258	0.796
	Parallelism Processing	-3.606	0.000

Tests of Normality	یافته‌های آزمون Kolmogorov-Smimov			یافته‌های آزمون Shapiro-Wilk		
	آماره آزمون	دامنه آزادی	P-Value	آماره آزمون	دامنه آزادی	P-Value
Cluster	0.284	40	0.000	0.841	40	0.000
Load balancing	0.284	40	0.000	0.841	40	0.000
Failover	0.301	40	0.000	0.758	40	0.000
Object availability	0.269	40	0.000	0.783	40	0.000
Invocation	0.213	40	0.000	0.806	40	0.000
Marshalling Un-Marshalling	0.320	40	0.000	0.773	40	0.000
Receiving	0.332	40	0.000	0.688	40	0.000
Dispatching	0.244	40	0.000	0.765	40	0.000
Processing	0.354	40	0.000	0.694	40	0.000
Parallelism	0.200	40	0.000	0.857	40	0.000

a. Lilliefors Significance Corretion

Wilcoxon معادل ناپارامتری آزمون تی زوجی می‌باشد و این فرضیه را که میانگین در هر دو گروه دارای مقدار یکسانی می‌باشد، مورد بررسی قرار می‌دهد. جدول-۴ نتایج حاصل از آزمون Wilcoxon را نمایش می‌دهد. بررسی نتایج حاصل از آزمون Wilcoxon نشان می‌دهد که تفاوت میانگین در مؤلفه قابلیت دسترسی با توجه به نتایج آزمون، از نظر آماری معنادار بوده بنابراین می‌توان گفت که میان افزار OPC UA در تمامی چهار پارامتر خوشه‌بندی، تعادل بار، شکست و دسترس پذیری شیء امتیاز بهتری را نسبت به CORBA از خبرگان کسب کرده است.

همچنین نتایج این آزمون برای مؤلفه کارایی نشان می‌دهد که فرض آزمون مبنی بر برابری میانگین امتیازات در پارامترهای فراخوانی، مرتب سازی، دریافت، توزیع و موازی سازی، با احتمال‌های کمتر از ۰,۰۵ رد شده است. بنابراین می‌توان گفت میان افزار OPC UA در پنج پارامتر نام برده از پارامترهای مؤلفه کارایی از نظر خبرگان، نسبت به میان افزار CORBA برتری دارد. از طرفی اختلاف میانگین برای پارامتر پردازش در سطح خطای ۰,۰۵ معنادار نبوده، بنابراین نتیجه می‌گیریم کاربران، هیچ ترجیحی بین میان افزار CORBA و OPC UA از نظر پارامتر پردازش قائل نیستند.

بمنظور نتیجه‌گیری دقیق‌تر و مطمئن‌تر در مورد بررسی و مقایسه دو میان افزار CORBA و OPC UA از لحاظ دو شاخص عمده دسترس پذیری، کارایی لزوم لحاظ نمودن ضریب اهمیت هر یک از پارامترها، مطرح گردید. برای این منظور میانگین نرمال شده امتیازاتی بر مبنای ارزش گذاری طیف لیکرت توسط پاسخ‌دهندگان بعنوان ضریب اهمیت آن پارامتر محاسبه گردید. مقادیر ضرایب اهمیت نرمال شده برای هر یک از پارامترهای صفات کیفی مطرح شده در جدول-۵ نمایش داده شده‌اند.

در مرحله بعد هر شاخص از نظر تفاوت میانگین امتیازات با در نظر گرفتن ضریب اهمیت هر یک از پارامترهای آن مقایسه و تحلیل شد. نتایج حاصل از امتیازات شاخص‌ها با اعمال ضرایب اهمیت هر کدام از پارامترها در جدول-۶ نمایش داده شده است. همانطور که مشاهده شد میانگین امتیازات برای هر یک از چهار شاخص دسترس پذیری، کارایی، امنیت و قابلیت همکاری با در نظر گرفتن ضریب اهمیت هر یک از پارامترهای آنها، در میان افزار OPC UA نسبت به میان افزار CORBA بالاتر است. بنابراین حصول اطمینان بیشتر و افزایش اعتبار نتایج بدست آمده، مجدداً آزمون Wilcoxon را بر روی داده‌های جدید اعمال می‌نماییم. نتایج حاصل از انجام این آزمون در جدول-۷ نمایش داده شده است.

در مجموع نتیجه می‌شود که میان افزار OPC UA در شاخص کارایی از منظر فراخوانی، مرتب سازی، دریافت، توزیع و موازی سازی، در شاخص دسترس پذیری از لحاظ پارامترهای خوشه‌بندی، تعادل بار، شکست و دسترس پذیری شیء وضعیت مناسب‌تری از نظر پاسخ دهندگان نسبت به

برای پیاده‌سازی آمار توصیفی از نرم افزار SPSS استفاده شده است. در ادامه در جدول-۱ آمار توصیفی برای پارامترهای دسترس پذیری و در جدول-۲ آمار توصیفی برای پارامترهای کارایی نمایش داده شده‌اند. با نگاهی به جداول می‌توان گفت میان افزار OPC UA در تمامی موارد، دارای میانگین امتیازات بیشتری نسبت به میان افزار CORBA می‌باشد ولی این فرض که تفاوت میانگین‌ها معنادار هست یا ناشی از خطای تصادفی است بایستی از نظر آماری بررسی و آزموده شود. بمنظور انتخاب آزمون آماری مناسب برای تحلیل داده‌ها، ابتدا باید داده‌ها از لحاظ نرمالیتی بررسی شوند. این مهم از طریق آزمون‌های آماری Shapiro-Wilk و Kolmogorov-Smirnov بدست می‌آید. نتایج حاصل این آزمون‌ها در جدول-۳ نمایش داده شده است.

نتایج حاصل از مقدار احتمال بدست آمده برای تمامی پارامترهای مورد بررسی حکایت از عدم نرمال بودن داده‌ها دارد. بنابراین آزمون آماری Wilcoxon که از آزمون‌های آماری ناپارامتری است و برای ارزیابی همانندی دو نمونه وابسته با مقیاس رتبه‌ای بکار می‌رود، برای مقایسه میانگین امتیازات بین دو گروه اطلاعات، انتخاب مناسبی می‌باشد. آزمون

۵ | مقادیر ضرایب اهمیت نرمال شده برای هر یک از پارامترها

مؤلفه‌های مورد بررسی	پارامترهای مقایسه	ضرایب اهمیت
Availability	Cluster, CORBA-OPC UA	0.446809
	Loed Balancing, CORBA-OPC UA	0.744681
	Failover CORBA-OPC UA	0.893617
	Ojest Availa bility CORBA-OPC UA	0.787234
Performance	Invocation CORBA-OPC UA	0.829787
	Marshalling UnMarshlling CORBA-OPC UA	0.808511
	Recpatching CORBA-OPC UA	0.851064
	Dispatching CORBA-OPC UA	0.638298
	Processing CORBA-OPC UA	0.404255
	Parallelism Processing	0.702128

۶ | میانگین امتیازات شاخص‌ها با اعمال ضرایب اهمیت پارامترها

جدول میانگین امتیازات شاخص‌ها با اعمال ضرایب اهمیت پارامترها					
واریانس	انحراف معیار	میانگین	تعداد	میان افزارهای مورد بررسی	شاخص‌ها
0.573	0.75682	2.4598	4	Availability ofCORBA	
				Availability ofCORBA	
0.615	0.78445	3.0383	4	Performance ofCORBA	
				Performance ofCORBA	

۷ | نتایج حاصل از مرحله دوم آزمون Wilcoxon

	Availability ofCORBA & Availability ofCORBA	Performance ofCORBA & Performance ofCORBA
اماره آزمون	-1.826	-2.201
P-Value	0.048	0.028

میان افزار CORBA دارد.

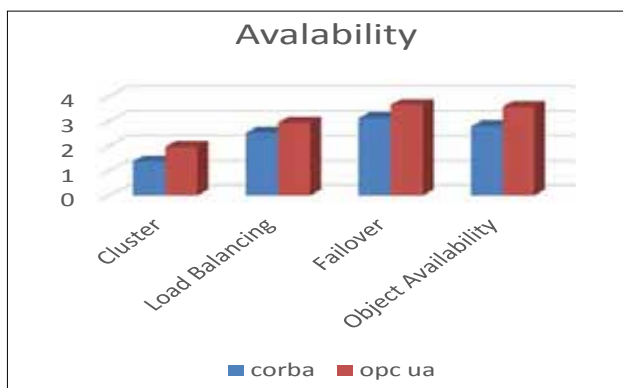
شکل ۱- تفاوت میانگین رتبه برای شاخص های دسترس پذیری و شکل ۲- تفاوت میانگین رتبه برای شاخص های کارایی را با اعمال ضرایب اهمیت پارامترهای آنها نمایش می دهد.

### نتیجه گیری

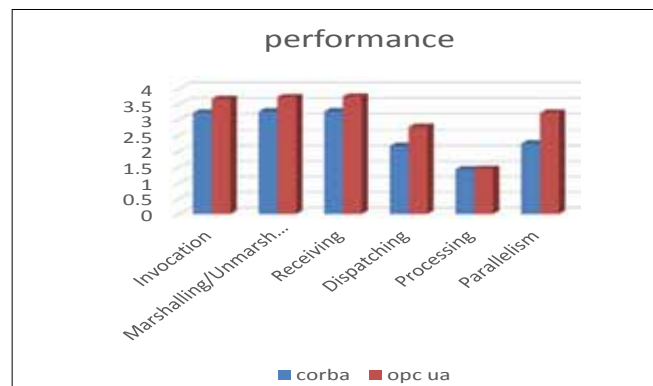
از آنجایی که در هنگام انتخاب معماری نرم افزار مناسب برای طراحی و توسعه برنامه های کاربردی، تعیین فن آوری های کارآمد پارامتر مهم و تاثیر گذاری می باشد، در این تحقیق به مقایسه تاثیر استفاده از هر یک از دو فن آوری میان افزار پر کاربرد OPC UA و CORBA بر صفات کیفی دسترس پذیری و کارایی در سامانه های اسکادا در حوزه نفت و گاز پرداخته شد. برای این منظور پس از تعیین پارامترهای تاثیر گذار بر هر یک از صفات کیفی دسترس پذیری و کارایی، چگونگی دستیابی به آنها در هر

یک از دو فن آوری نام برده مورد بررسی قرار گرفت و در ادامه، نتایج بدست آمده از طریق متد خبرگی دلفی مقایسه و تحلیل گردید. با استفاده از آمار توصیفی، آزمون های Kolmogorov-Smirnov، Shapiro-Wilk و آزمون Wilcoxon مرحله اول تحلیل ها انجام شد و برای حصول اطمینان بیشتر، ضریب اهمیت پارامترهای مربوطه تعیین و مجدداً آزمون ها با اعمال ضریب اهمیت هر یک از پارامترهای تاثیر گذار صورت پذیرفت.

نتایج حاصل از تحلیل ها نشان می دهد که میزان دستیابی به هر یک از دو شاخص کارایی و دسترس پذیری با توجه به ضریب اهمیت پارامترهای مطرح شده برای آنها، توسط میان افزار OPC UA در حد قابل ملاحظه ای بالاتر می باشد. این موضوع خود نشان دهنده صحت فرضیه مطرح شده در این تحقیق می باشد که عبارت است از ارجحیت استفاده از فن آوری میان افزار OPC UA در سیستم های SCADA در حوزه نفت و گاز نسبت به میان افزار CORBA برای رسیدن به قابلیت های کارایی و دسترس پذیری. ■



شکل ۲ | تفاوت میانگین رتبه ها برای شاخص های کارایی



شکل ۱ | تفاوت میانگین رتبه ها برای شاخص های دسترس پذیری

### پانویس ها

- Supervisory Control and Data Acquisition
- Common Object Request Broker Architecture
- Open Platform Communication Unified Architecture
- Binding
- Marshalling
- Threading
- Multi-Threading

### منابع

- Găitan, N.C. & Etal, 2010, 'Middleware Based Model of Heterogeneous Systems for SCADA Distributed Applications', in 10th International Conference on Development and Application Systems, Romania.
- Perez, H. & Utiérrez, J. 2014, 'A Survey on Standards for Real-Time Distribution Middleware', ACM Computing Surveys (CSUR), USA.
- Butta, R. 2015, 'An Overview of Oil Drilling and Production Monitoring System using SCADA Automation in Oil and Natural Gas Corporation Ltd.', in IEEE International Conference of EESCO, India.
- Jensen, M. & Sel, C. & Franke, U. 2010, 'Availability of a SCADA/OMS/DMS System-a Case Study', in IEEE ISGT Europe, Sweden.
- Sagi, 2012, 'High-Performance Distributed SCADA System Architecture', in IEEE MELECON, Tunisia.
- Cavaliere, S. & Cutuli, G. 2010, 'Performance Evaluation of OPC UA', in IEEE ETFA, Spain.
- Harkema, M. & Etal, 2004, 'Performance Comparison of Middleware Threading Strategies', Performance Evaluation of Computer and Communication Systems, Netherland.
- Blanco, P. & Poli, M.A. & Barretto, M. 2003, 'OPC and CORBA in Manufacturing Execution Systems: A Review', in IEEE ETFA, Portugal.
- Pessemier, W. & Etal, 2011, 'Suitability Assessment of OPC UA as the Backbone of Ground-Based Observatory Control Systems', in ICALEPCS.
- Gherasim, S. & Etal, 2010, 'New trend on OPC Middleware', in 10th International Conference on Development and Application Systems, Romania.
- www.omg.org
- https://opcfoundation.org