

کاربرد مجازی سازی در ارتقاء امنیت و قابلیت اطمینان نرم‌افزارهای اسکادا و اتوماسیون شبکه قدرت

محمد رضا گیوه ای

شرکت موج نیرو

تهران، ایران

givehei@modjeniroo.com

سوی دیگر باعث استفاده از فناوری مجازی سازی به شکل گسترده- ای شده است [1] - [2].

یکی از مهمترین مزایا و منافع بهره‌گیری از تکنولوژی مجازی سازی، ارتقاء سطح امنیت و دسترس پذیری سیستمهای نرم‌افزاری می‌باشد. از آنجا که میزان دسترسی، قابلیت اطمینان و امنیت سیستمهای اسکادا و اتوماسیون شبکه قدرت از بالاترین درجه اهمیت برخوردار هستند، لذا استفاده از مجازی‌سازی می‌تواند به عنوان راهکاری اساسی در این زمینه مطرح شود.

در این مقاله مسئله فوق برای اولین بار بصورت کاملاً تحلیلی و به همراه یک مطالعه موردی دقیق و تست شده در محیط آزمایشگاهی مطرح شده و نتایج آن در قالب روشهای عملی و مقایسات فنی ارائه شده است.

در بخش دوم مقاله ابتدا مبانی و مفاهیم تکنولوژی مجازی‌سازی و به همراه ابزارها و نرم‌افزارهای رایج در آن مختصراً معرفی شده است. در بخش سوم نیز به اختصار مفاهیم قابلیت اطمینان و امنیت نرم‌افزارهای اسکادا و اتوماسیون شبکه قدرت مورد بحث قرار گرفته است. در بخش چهارم روشهای عملی بکارگیری مجازی‌سازی و استفاده از ابزارهای آن در پیاده‌سازی سیستمهای نرم‌افزاری اسکادا و اتوماسیون شبکه قدرت ارائه شده و در بخش پنجم نحوه و میزان تاثیر مجازی‌سازی در ارتقاء امنیت و قابلیت اطمینان این سیستمها مورد بررسی قرار گرفته است. در بخش پنجم با معرفی سیستم اتوماسیون پست ABB Micro SCADA در یک مطالعه موردی، روشها و راهکارهای ارائه شده در بخش‌های پیشین اجرا شده و مورد تحلیل واقع شده است.

چکیده — در این مقاله نحوه بهره‌گیری از تکنولوژی مجازی‌سازی و ابزارهای مربوط به آن جهت ارتقاء سطح قابلیت اطمینان و امنیت سیستمهای نرم‌افزاری در حوزه اسکادا و اتوماسیون شبکه قدرت مورد بررسی قرار گرفته است. ارائه روش‌های استفاده از مجازی‌سازی در سیستم‌های اسکادای قدرت و تحلیل نحوه اثرگذاری آن بر امنیت و قابلیت اطمینان نرم‌افزارهای دیسپاچینگ و اتوماسیون پست به همراه مقایسه آن با روش‌های پیشین در این حوزه از جمله بخش‌های مورد بحث در این مقاله می‌باشند. همچنین مفاهیم ارائه شده در قالب مجازی-سازی سیستم ABB Micro SCADA مورد مطالعه قرار گرفته است.

واژه‌های کلیدی — نگارش؛ ویرایش؛ شیوه؛ شیوه‌نامه؛ (شیوه:

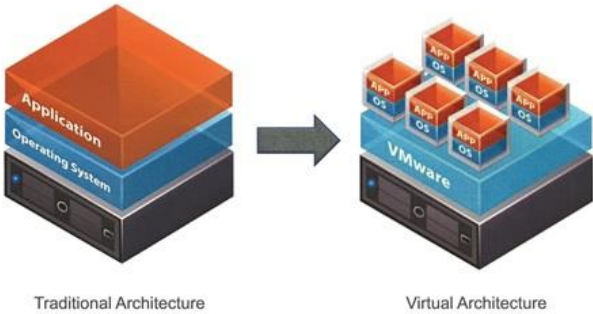
واژه‌های کلیدی)

۱. مقدمه

مجازی‌سازی یک تکنولوژی نسبتاً جدید در دنیای نرم‌افزارها است که بوسیله آن ابزارهای گسترده و متنوعی در اختیار مهندسان سیستمهای کامپیوتری قرار می‌گیرد. فناوری مجازی‌سازی در واقع به معنی استقلال سیستم‌های فناوری اطلاعات از سخت‌افزار جهت بهره‌برداری بیشتر از امکانات سرورها و سخت‌افزارها، ارتقاء امنیت سیستمها و صرفه‌جویی در هزینه‌های نگهداری سرویس‌های اطلاعاتی می‌باشد. در دهه‌های اخیر رشد روزافزون نیاز به ایجاد سرویس‌های جدید IT از یک سو و محدودیت موجود در بهره‌گیری از سرورها و دیتاسترهای فیزیکی از

اصلی‌ترین و عام‌ترین مفهوم مجازی‌سازی در دسته اول خلاصه می‌شود که با توجه به ساختار سیستم‌های اسکادا و اتوماسیون، در این مقاله نیز منظور از مجازی‌سازی به این دسته یعنی مجازی‌سازی سرور اشاره خواهد شد.

همانطور که در شکل زیر نمایش داده شده هدف اصلی این مدل مجازی‌سازی "تجمیع سرورها" یا همان Server Consolidation می‌باشد.



در شکل بالا در سمت چپ معماری سنتی و در سمت راست معماری مدرن و مجازی را ملاحظه می‌کنید.

عمده مواردی که در فن‌آوری مجازی‌سازی مورد انتظار بوده و جزء مزایای آن به شمار می‌رود عبارتند از:

- افزایش دسترس پذیری، قابلیت اطمینان و امنیت سیستم‌ها
- کاهش هزینه‌های خرید سخت افزار
- افزایش بهره‌وری با تخصیص منابع اشتراکی
- افزایش بازدهی و بهینه‌سازی مصرف انرژی
- بهینه‌سازی مدیریت شبکه و افزایش انعطاف پذیری
- افزایش توان عملیاتی، ظرفیت شبکه و حفظ تداوم کار

۲.۲. فوق ناظر^۱

ماشین مجازی یا VM^۲ به سیستمی اطلاق می‌گردد که اجرای سیستم مجازی را بر عهده گرفته است. هر ماشین مجازی می‌تواند شامل سیستم عامل، سخت افزار و نرم افزار اختصاصی خود باشد. در اغلب سیستم‌های مجازی‌سازی، یک لایه جدا کننده به نام فوق ناظر میان سیستم عامل میهمان

۱. Hypervisor

۲. Virtual Machine

در پایان ضمن ارائه نتایج آنالیزها و مطالعات، مقایساتی با کارهای مشابه پیشین و پیشنهادهایی برای کارهای آینده مطرح شده است.

۲. مجازی‌سازی

۲.۱. مبانی مجازی‌سازی

تکنولوژی مجازی‌سازی به معنی استقلال سیستم‌های فناوری اطلاعات از سخت افزار جهت بهره‌برداری بیشتر از امکانات سرورها و سخت افزارها و صرفه جویی در هزینه‌های نگهداری سرویس‌های اطلاعاتی می‌باشد [۱]- [۲]. رشد روز افزون نیاز سیستم‌ها به ایجاد سرویس‌های جدید IT از یک سو و محدودیت خرید و نصب سرورهای فیزیکی از سوی دیگر دلیل اصلی استفاده از فناوری مجازی‌سازی به شکل گسترده شده است.

تکنولوژی‌های مجازی‌سازی را می‌توان به دسته‌های اصلی زیر تقسیم‌بندی نمود:

(۱) مجازی‌سازی سرور (Server Virtualization): تجمیع تعداد زیادی

سرور فیزیکی در تعداد محدودی سرور فیزیکی که در آن نرم افزار مجازی‌سازی سرور مابین سرور فیزیکی و سیستم عامل قرار گرفته و اجازه می‌دهد چندین ماشین مجازی بر روی سرور فیزیکی مشابه اجرا شود.

(۲) مجازی‌سازی دسکتاپ کاربران (Desktop Virtualization):

تکنولوژی راه‌اندازی محیط کاری کاربران بروی ساختار دیتا سنتر که به این مدل از مجازی‌سازی VDI هم اطلاق می‌شود.

(۳) مجازی‌سازی برنامه‌های کاربردی (Application Virtualization):

تکنولوژی اجرای برنامه‌های کاربردی و راه‌اندازی این برنامه‌ها به صورت متمرکز بروی سرورها.

(۴) مجازی‌سازی storage: این روش جهت مجازی‌سازی SAN

storage به کار می‌رود.

(۵) مجازی‌سازی I/O: این روش جهت کاهش تعداد کابل‌های I/O مورد

استفاده قرار می‌گیرد.

(۶) مجازی‌سازی شبکه: جهت ایجاد شبکه‌های مجازی داخل سرور به کار

می‌رود تا سبب به هم پیوستن ماشین‌های مجازی به یکدیگر و

شکل‌گیری Virtual Security Zone شود.

(مجازی) و سخت افزار یا منابع فیزیکی موجود حائل می‌گردد. کار Hypervisor ایجاد یک دید مستقل مجازی از سخت افزار یا منابع است. Hypervisor باعث می‌شود ماشین‌های مجازی از دید یکدیگر پنهان بمانند و هر ماشین مجازی تصور کند تمام سخت افزار یا منابع لازم را در اختیار گرفته است. دو گونه اصلی از Hypervisor وجود دارد:

- بر پایه سخت افزار (Bare-Metal)
- میزبانی شده (Hosted)

نمونه‌هایی از سیستم‌های نرم‌افزاری فوق‌ناظر بر پایه سخت افزار از دو شرکت معتبر عبارتند از:

- VMware ESX and ESXi
- Microsoft Hyper-Vi

نمونه‌هایی از سیستم‌های نرم‌افزاری میزبانی شده (Hosted) بر پایه سیستم عامل به شرح زیرند:

- VMware Server
- Virtual Server 2005 R2
- Virtual PC 2007
- VMware Workstation

مورد آخر از خانواده VMware جزء پرکاربردترین نرم‌افزارها در زمینه مجازی سازی است که اغلب افراد مجازی سازی و VMware را با آن می‌شناسند.

۲.۳. مجازی‌سازی با VMware

VMware اولین و پرکاربردترین برند نرم‌افزاری در زمینه مجازی سازی است که با استانداردهای صنعتی تولید شده است. VMware دو رقیب اصلی Citrix Xen Server و Microsoft Hyper-V را در سطح جهان در کنار خود می‌بیند ولی با وجود ارائه اغلب سرویس‌های مشابه توسط آنها به دلایل متعددی همچنان برتری خود را در این حوزه حفظ نموده است [۱]. به همین دلیل در این مقاله کاربردها و ابزارهای مجازی‌سازی و روشهای ارائه شده در قالب VMware تشریح شده‌اند. این محصول متشکل از دو بخش اساسی است که در ادامه شرح مختصری از آنها بیان شده است.

الف) مجموعه زیرساخت: شامل مجموعه مولفه‌هایی است که به طور کلی منابع یک ماشین سرویس دهنده، حافظه و شبکه آن را جهت بهره‌برداری در محیط مجازی مهیا می‌گرداند و آنها را در یک پیکره بندی، با دقت بسیار

و بر اساس اولویت کاری به برنامه‌ها تخصیص می‌دهد. مهمترین سرویس‌ها و نرم‌افزارهای این مجموعه عبارتند از:

- (۱) VMware vCompute: سرویسی است که منابع سرویس دهنده را به طرز موثری مجازی‌سازی کرده و آنها را در مخازن منطقی گردآوری می‌کند، به طوری که بتوان آنها را به طور دقیق به برنامه‌ها تخصیص داد
- (۲) VMware ESX و VMware ESXi: این دو برنامه در قالب یک سیستم عامل میزبان نقش فوق‌ناظر را ایفا نموده و یک لایه مجازی توانمند و کارآمد را فراهم می‌کنند. به این ترتیب منابع سخت‌افزاری سرور در اختیار سیستم‌ها قرار گرفته و امکان اشتراک آنها را بین چندین ماشین مجازی ایجاد می‌کنند.
- (۳) VMware vStorage: یک سیستم فایل با کارایی بالا است که زمینه اشتراک و دسترسی همزمان به منابع ذخیره‌سازی توسط سرورهای مجازی را فراهم و کنترل می‌کند.
- (۴) VMware vNetwork: خدمات زیرساختی که مدیریت بهینه شبکه را در محیط‌های مجازی ممکن می‌سازد.

ب) مجموعه برنامه‌های کاربردی: شامل مجموعه مولفه‌ها و نرم‌افزارهایی است که صرفنظر از نوع برنامه یا سیستم عامل، یک سطح نظارتی برای تمام برنامه‌هایی که تحت VMware اجرا می‌شوند ایجاد می‌کنند. مهمترین برنامه کاربردی در این مجموعه VMware vSphere می‌باشد که کنترل داخلی روی لایه‌های سرویس برنامه مانند دسترسی پذیری، امنیت و مقیاس پذیری را ممکن می‌سازد. مهمترین سرویس‌ها در این برنامه عبارتند از:

- (۱) VMware VMotion: با انتقال زنده ماشین‌های مجازی درون سرورها، بدون قطع شدن ارتباط کاربران یا متوقف شدن خدمات، نیاز به برنامه ریزی برای زمان از کارافتادگی برنامه‌ها را برآورده می‌سازد.
- (۲) VMware High Availability (HA): در زمان خرابی سیستم عامل یا سخت‌افزار یک سرور، امکان شروع مجدد تمامی برنامه‌ها را به طور خودکار روی سرور دیگر، ظرف مدت چند دقیقه فراهم می‌سازد. به این ترتیب یک سطح اولیه از افزونگی در اختیار کلاستر سرورها قرار می‌گیرد. نکته حائز اهمیت در این سرویس این است که در صورت سوئیچ شدن برنامه‌ها و OSهای فعال روی سرور اول در سرور دوم همه آنها شروع مجدد شده و از نو فعال می‌شوند.
- (۳) VMware Fault Tolerance (FT): در صورت وقوع خرابی سخت‌افزاری و قطع ارتباط یک سرور و بروز اتفاقات تصادفی که منجر به از دست رفتن آن می‌شود، امکان دسترس پذیری پیوسته و بدون از دست

سیستمهای اسکادا و اتوماسیون با هدف کاهش و حتی حذف تعداد خرابی-های عمدی و غیر عمدی که منجر به از دست رفتن اطلاعات می‌گردند در نظر گرفته شده و تمام اقدامات در راستای تقویت آن در قالب حفظ اطلاعات و پیشگیری از عدم دسترسی به زیرساخت اطلاعاتی شبکه می-باشد. از دیدگاه مطالعات قابلیت اطمینان و امنیت سیستمها می‌توان گفت که مسئله امنیت در سیستمهای اسکادا به کاهش زمان بین خرابی‌ها و توقف عملکرد صحیح نرم‌افزار ($MTBF^2$) و کاهش زمان بازگردانی و راه‌اندازی مجدد سیستم ($MTTR^3$) خلاصه می‌گردد.

به علاوه کارشناسان سیستم‌های اسکادا مکانیزمهای دفاعی و ارتقاء امنیت اطلاعات در این سیستم‌ها را در سه راهکار اساسی عنوان کرده‌اند که عبارتند از: (۱) به کارگیری دیواره آتش (firewall) (۲) به کارگیری سیستم کشف و پیشگیری از نفوذ (IDS, IPS) (۳) تفکیک شبکه‌های کنترل و اداری. با توجه به مفاهیم فوق در مجموع می‌توان موارد زیر را به عنوان بخشی از مهمترین پارامترهای ارتقاء امنیت و قابلیت اطمینان سیستمهای اسکادا و اتوماسیون شبکه برق مطرح نمود:

- (۱) عدم نفوذپذیری و پیشگیری از تغییرات عمدی در اطلاعات
- (۲) عدم هنگ نرم‌افزاری و توقف سرویس دهی
- (۳) مقابله با حملات ویروسی و تداخلات نرم‌افزاری
- (۴) ایزوله شدن و ایجاد دیواره آتش مناسب برای سیستم
- (۵) بازگردانی سریع در صورت خرابی و تداخل در عملکرد
- (۶) استحکام و استقامت نرم‌افزار در مقابل تغییرات حاشیه‌ای
- (۷) عدم وابستگی سیستم به سلامت یک عضو
- (۸) قابلیت پشتیبان‌گیری و امنیت مکانیزم ذخیره‌سازی اطلاعات

برای برآورده شدن و تقویت هر یک از موارد فوق، نیاز به صرف هزینه و زمان قابل توجه و فراهم کردن کلیه شرایط نرم‌افزاری وجود خواهد داشت. این در حالی است که تکنولوژی مجازی‌سازی در این حوزه پیشنهادها را بسیار مناسب با کارایی بالا و هزینه‌های مقرون به صرفه ارائه کرده است. در بخش بعد به برخی از آنها اشاره شده است.

رفتن داده یا زمان از کار افتادگی را امکان پذیر می‌سازد. به این ترتیب ظرف حداکثر ۱ ثانیه کلیه برنامه‌های فعال روی سرور اول تحت آخرین شرایط و بدون از دست رفتن اطلاعات روی میزبان بعدی اجرا می‌شوند.

(۴) VMware Data Recovery: امکان تهیه کپی پشتیبان و بازیابی ماشین‌های مجازی را در محیط‌های کوچک‌تر، و به صورت بدون واسطه فراهم می‌کند.

(۵) VMware vShield Zones: با اجرای سیاست‌های امنیتی و دیواره آتش^۱ در محیط مجازی به اشتراک گذاشته شده، امنیت برنامه‌های کاربردی را، ضمن حفظ اعتماد و قطعه سازی شبکه کاربران و داده‌های حساس، تسهیل می‌کند.

(۶) VMware VMsafe: این برنامه با استفاده از محصولات امنیتی و ایجاد لایه ضد نفوذ مجازی، سطوح بالاتر امنیت و جلوگیری از نفوذ را در ماشین‌های مجازی و حتی سرورهای فیزیکی ممکن می‌سازد.

(۷) VMware DRS: به طور پویا تعادل بار را در منابع سرور ایجاد کرده و براساس اولویت کاری منبع مناسب را به برنامه درست اختصاص می‌دهد.

در تصویر زیر !!!!!!!!!!!!!!!

۳. امنیت و قابلیت اطمینان در نرم افزارهای

اسکادا و اتوماسیون شبکه قدرت

میزان دسترس‌پذیری، قابلیت اطمینان و امنیت بدون شک از جمله مهمترین معیارها در طراحی و اجرای سیستمهای مهندسی می‌باشند. اهمیت زیرساخت اطلاعاتی و ارتباط مستقیم آن با پایداری و امنیت شبکه قدرت، مسئله ارتقاء دسترس‌پذیری و امنیت را در این سیستم نیز بسیار حائز اهمیت نموده است.

سیستمهای اسکادا و اتوماسیون شبکه قدرت با وجود تسهیل و سرعت بخشی به عملیات بهره برداری و مدیریت شبکه، به دلیل ماهیت نرم‌افزاری از لحاظ بروز خطا، توقف ناخواسته و نفوذپذیری از حساسیت بالا و ضعف ذاتی برخوردار هستند. برای یافتن راه حل مناسب جهت تقویت معیارهای امنیتی و دسترس‌پذیری این سیستمها ابتدا بایستی معیارها و پارامترهای اصلی امنیت و قابلیت اطمینان در آنها تشریح شود. به طور کلی امنیت

2 . Mean Time Between Failure

3 . Mean Time To Repair

1 .FireWall

۷. نتیجه گیری

۷.۱. انتخاب قالب (عنوان ۲)

ابتدا مطمئن شوید که قالب مناسبی برای نگارش مقاله خود انتخاب کرده‌اید. این قالب در اندازه صفحه A4 تنظیم شده است و برای درج نام یک سازمان مناسب است.

۷.۲. ابزارهای نمایش

برای سهولت در کار هنگام ویرایش، خطکش و نشان‌های بند را فعال کنید. با فعال کردن «Ruler» در بخش «View» می‌توانید تنظیمات ستون‌ها، حاشیه‌ها و فواصل خاص را مشاهده کنید. برای پیدا کردن اجزای نامطلوب بند همچون فواصل بین حروف، فواصل بین سطر، فواصل خاص، فواصل بین صفحات و سرفصل‌ها نشان‌های بند (¶) را در مجموعه ابزارهای «Paragraph» فعال کنید.

۸. آماده‌سازی مقاله برای استفاده از شیوه‌نامه

پیش از شروع ویرایش، برای احتیاط مطالب مقاله خود را در فایل دیگری ذخیره و آن را تا زمان ثبت مقاله در سیستم دبیرخانه، نگهداری کنید. از فواصل خاص استفاده نکنید و در انتهای هر پاراگراف فقط یک فاصله بین سطر قرار دهید. هرگز مطالب مقاله خود را صفحه‌بندی نکنید (استفاده از فواصل صفحه و فواصل سرفصل). عنوان‌ها و زیرعنوان‌ها را شماره‌گذاری نکنید. شیوه‌های عنوان ۱ و عنوان ۲ خود به خود شماره‌گذاری می‌شوند.

در آخر، کار نگارش را پیش از ویرایش به اتمام برسانید. به نکات و اشتباه‌های رایج هنگام نگارش دقت کنید:

۸.۱. مخفف‌ها

اگر مخفف‌های عبارات را در متن مقاله استفاده کرده‌اید، در نخستین استفاده تعریف کنید و عبارت کامل آنها را ذکر کنید. اگر این کار را در چکیده مقاله انجام داده‌اید، بار دیگر در متن مقاله نیز عبارت کامل را ذکر کنید. مخفف‌هایی مثل PSC, IEEE, SI, MKS, CGS, sc, dc, و rms

۴. بکارگیری مجازی سازی در نرم افزارهای

اسکادا و اتوماسیون شبکه قدرت

" نحوه نصب و طرح کلی و مشهود با نمودار و فلوجارت "

۴.۱. انتخاب قالب (عنوان ۲)

ابتدا مطمئن شوید که قالب مناسبی برای نگارش مقاله خود انتخاب کرده‌اید. این قالب در اندازه صفحه A4 تنظیم شده است و برای درج نام یک سازمان مناسب است.

۵. بررسی ارتقاء امنیت و قابلیت اطمینان در روش

پیشنهادی

"بررسی تکنولوژی ها تک تک و جدول و نمودار نهایی و تخمین قابلیت اط"

۵.۱. انتخاب قالب (عنوان ۲)

ابتدا مطمئن شوید که قالب مناسبی برای نگارش مقاله خود انتخاب کرده‌اید. این قالب در اندازه صفحه A4 تنظیم شده است و برای درج نام یک سازمان مناسب است.

۶. مطالعه موردی

" MICRO SCADA و کلیه موارد قبل "

۶.۱. انتخاب قالب (عنوان ۲)

ابتدا مطمئن شوید که قالب مناسبی برای نگارش مقاله خود انتخاب کرده‌اید. این قالب در اندازه صفحه A4 تنظیم شده است و برای درج نام یک سازمان مناسب است.

توجه کنید که معادله با نشان \perp در وسط ستون قرار گرفته است. حروف و سمبل‌هایی که در معادله استفاده کرده‌اید باید از قبل تعریف شده باشند یا بلافاصله پس از درج معادله تعریف شوند. برای ارجاع به معادله فقط شماره آن داخل پرانتز را ذکر کنید. مثلاً (۱) صحیح و «معادله (۱)» یا «Eq. (1)» نادرست است. استثنائاً در ابتدا جمله «معادله (۱) ...» صحیح است.

نیازی به تعریف ندارند. تا حد ممکن مخفف‌ها را در عنوان مقاله یا عنوان‌های متن قرار ندهید.

۱.۲ واحدها

- سیستم واحدهای SI (ترجیحاً) یا CGS را به کار ببرید. واحدهای انگلیسی را به صورت محدود و فقط داخل پرانتز استفاده کنید. واحدهای انگلیسی را استثنائاً در نام کالاهای تجاری همچون «هارد دیسک ۳,۵ اینچی» تغییر ندهید. (فهرست موارد)
- واحدهای SI و CGS را با یکدیگر ترکیب نکنید. مثلاً اگر جریان را به آمپر و میدان مغناطیسی را به اُردستد گزارش کنید، معادلات به هم می‌خورند. اگر سیستم‌های واحدگذاری را با هم ترکیب کرده‌اید، واحد هر پارامتر را در تمام معادلات ذکر کنید.
- مخفف‌ها و عبارت کامل آن‌ها را با یکدیگر ترکیب نکنید. مثلاً «Wb/m2» و «webers per square meter» قابل قبول هستند، اما «webers/m2» قابل قبول نیست. در جملات متن مقاله نام کامل واحدها را ذکر کنید. مثال «کمی Henry» صحیح و «کمی H» نادرست است.
- پیش از اعشار عدد صفر بگذارید: «۰,۲۵» صحیح و «.۲۵» نادرست است. «cm3» صحیح و «cc» نادرست است.

۱.۳ معادلات

در این قالب فقط اصول کلی نگارش معادلات ذکر شده است. شما می‌توانید از قلم Times New Roman یا Symbol برای نگارش معادلات استفاده کنید. بهتر است معادلات پیچیده و طولانی را پس از ویرایش شیوه‌ها وارد مقاله کنید.

معادلات را شماره‌گذاری کنید. شماره معادلات بایستی داخل پرانتز و همانطور که در (۱) مشاهده می‌کنید در سمت راست قرار گیرد. برای این کار از نشان \perp در خطکش استفاده کنید و شماره را با فاصله خاص (Hard tab) به آن برسانید. تا حد ممکن حروف یونانی را برای مقادیر و متغیرها استفاده نکنید. علامت تفریق را با خط فاصله بلند (Long dash) نمایش دهید. پس از معادله‌ای که داخل جمله ذکر کرده‌اید، ویرگول یا نقطه ویرگول قرار دهید.

$$a + b = \alpha \quad (1)$$

۱.۴ اشتباه‌های رایج

- واژه‌های فارسی همچون گزارش و آزمایش را با «ات» جمع ننیدید.
- «نیم‌فاصله» نرم‌افزار خود را فعال کنید. اجزای یک واژه نباید با «فاصله کامل» از هم جدا شوند. مثلاً «نویسنده‌ها» و «می‌دانند» صحیح، «نویسنده ها» و «می دانند» نادرست هستند. (نحوه فعال‌سازی نیم‌فاصله: Symbol در بخش Insert را پیدا کنید و در Character code شماره 200C را وارد کنید. همانطور که می‌بینید، نام این کارکتر «Zero width non-joiner» است و برای درج نیم‌فاصله مناسب است. برای قرار دادن میانبر Shortcut key را انتخاب کنید و پس از تعریف Ctrl+Space با انتخاب Assign کار فعال‌سازی را به اتمام برسانید. به این ترتیب کلیدهای ترکیبی Ctrl+Space در داخل متن نیم‌فاصله درج خواهند کرد.)
- علائم نگارشی فارسی « و »، « ؛ » و « ؛ » را به جای علائم نگارشی انگلیسی " و ، و ؛ » به کار ببرید. کلیدهای ترکیبی « و »، « ؛ » و این علائم در اغلب دستگاه‌ها به ترتیب عبارتند از Shift+K و Shift+L و Shift+T و Shift+Y.
- نقطه، ویرگول، نقطه ویرگول و دو نقطه باید بدون فاصله با واژه قبل درج شوند. مثلاً «ثبت شد.» صحیح و «ثبت شد.» نادرست است.
- حروف ه و ی عربی هستند و نباید به جای ه و ی استفاده شوند. اگر صفحه کلید در سیستم عامل شما به زبان عربی تعریف شده باشد، بایستی پس از اتمام نگارش مقاله با استفاده از ابزار Find و Replace حروف فارسی را جایگزین کنید.
- نشانه کسره اضافه در خط آورده نمی‌شود، مگر برای رفع ابهام در کلماتی که دشواری ایجاد می‌کند. مثال: اسب سواری، اسب سواری
- کلماتی مانند رهرو، پرتو، جلو، در حالت مضاف، گاهی با صامت میانجی «ی» می‌آید، مانند «پرتوی آفتاب» و گاهی بدون آن، مانند

۱) اگر همه نویسندگان عضو یک سازمان باشند (عنوان ۳): برای تغییر پیش‌فرض قالب به روش زیر عمل کنید:

الف. انتخاب (عنوان ۴): تمام سطرهای مربوط به نویسندگان و سازمان‌ها را انتخاب کنید.

ب. تغییر تعداد ستون‌ها: Columns را در بخش Page Layout پیدا کنید و 1 Column را انتخاب کنید.

ج. حذف: سطرهای نویسنده و سازمان را برای سازمان دوم حذف کنید.

۲) اگر نویسندگان عضو سه سازمان متفاوت باشند: برای تغییر پیش‌فرض قالب به روش زیر عمل کنید:

الف. انتخاب: تمام سطرهای مربوط به نویسندگان و سازمان‌ها را انتخاب کنید.

ب. تغییر تعداد ستون‌ها: Columns را در بخش Page Layout پیدا کنید و 1 Column را انتخاب کنید.

ج. کپی: سطرهای نویسنده و سازمان را برای سازمان اول کپی کنید.

د. پیست: در انتهای هر مجموعه نویسنده و سازمان یک سطر فاصله بندازید و در سطر بعد به تعداد لازم، مجموعه‌های نویسنده و سازمان را پیست کنید.

ه. تغییر تعداد ستون‌ها: به تعداد زوج از مجموعه‌های نویسنده و سازمان را انتخاب کنید (مثلاً اگر پنج مجموعه وجود دارد، ۴ تای آن را انتخاب کنید). در بخش Columns گزینه 2 Columns را انتخاب کنید. اگر در مجموع به ۳ یا ۵ مجموعه نویسنده و سازمان داشته باشید، مجموعه آخر بایستی در به صورت یک ستونه و در وسط صفحه قرار گیرد.

۹.۲. شناسایی عنوان‌ها

عنوان‌ها، برای سازماندهی مقاله و راهنمایی خواننده در مقاله ایجاد می‌شوند. دو نوع عنوان در این قالب وجود دارد: عنوان اجزا، عنوان متن.

عنوان‌های اجزا از نظر موضوع به یکدیگر مربوط نیستند. مثال: «قدردانی» و «منابع» که باید با شیوه «عنوان ۵» ویرایش شوند. از شیوه‌های «زیرنویس عکس» و «بالانویس جدول» به ترتیب برای شکل‌ها و جداول استفاده کنید. واژه «چکیده» شیوه‌ای ندارد و باید به صورت دستی ویرایش شود.

عنوان‌های متن، موضوعات را براساس ارتباط و سلسله مراتب سازماندهی می‌کنند. برای مثال عنوان مقاله در سطح اول سلسله مراتب قرار دارد و سایر عنوان‌ها به نوعی به آن مربوط می‌شوند. عنوان‌های متن در

«پرتو آفتاب». آوردن یا نیاوردن صامت میانجی «ی» تابع تلفظ خواهد بود.

• کلمات مختوم به های غیرملفوظ، در حالت مضاف، با علامت «ء» نشان داده می‌شوند: مثال: خانه من، نامه او

برای کسب اطلاعات بیشتر درباره شیوه نگارش فارسی به وبسایت «فرهنگستان زبان و ادب فارسی» مراجعه کنید (persianacademy.ir).

۹. استفاده از قالب

پس از تکمیل موارد نگارشی، مقاله برای قرار گرفتن در قالب آماده خواهد بود. با دستور Save as نسخه دیگری از فایل قالب ایجاد و آن را «paper.doc» نامگذاری کنید. اگر از نسخه‌های ۲۰۰۷، ۲۰۱۰، یا ۲۰۱۳ نرم‌افزار MS Word استفاده می‌کنید، فایل را به صورت «Word 97-2003 Document» ذخیره کنید. در فایل جدید متن را پاک کنید و متن مقاله خود را جایگزین کنید. برای حفظ یکپارچگی در مجموعه مقالات کنفرانس محدودیت تعداد صفحات مقاله (حداکثر ۷ صفحه) قرار داده شده است. ما نمی‌توانیم مقاله‌ای شامل ۸ صفحه یا بیشتر قبول کنیم. شما باید تعداد صفحات مقاله خود را با کوتاه کردن توضیحات و جملات به ۷ یا کمتر برسانید و نباید اندازه قلم، ارتفاع سطرها، فواصل بندها و سایر ویژگی‌های قالب را تغییر دهید.

۹.۱. نویسندگان و سازمان‌ها

این قالب به گونه‌ای طراحی شده است که نام سازمان برای نویسندگانی که همه عضو یک سازمان (یا بخش‌های مختلف یک سازمان) هستند تکرار نشود. اگرچه حفظ ترتیب نویسندگان بر اساس تلاش و دستاوردی که در انجام پژوهش داشته‌اند، در اولویت اول است. برای مثال اگر نویسنده اول و سوم عضو یک سازمان باشند، بایستی در ستون‌های جداگانه قرار گیرند و نام سازمان تکرار شود. در غیر این صورت اگر نامشان در یک سطر قرار گیرد، عملاً جای نویسنده دوم و سوم عوض شده است و امتیاز نویسندگی دوم مقاله به نویسنده سوم می‌رسد. این قالب برای درج نام یک سازمان طراحی شده است. شما می‌توانید به جای انجام مراحل زیر، قالب مناسب برای تعداد سازمان‌های مقاله خود را از وبسایت کنفرانس دریافت کنید.

تذکر مهم: برای حفظ یکپارچگی مجموعه مقالات کنفرانس، سمت نویسندگان (دانشجو، استاد، معاون، مدیرعامل و ...) را ذکر نکنید.

پیشنهاد ما این است که برای افزودن شکل از Text Box استفاده کنید. این روش نسبت به حالتی که عکس را مستقیماً اضافه کنید، پایدارتر است. در صفحه ویرایش Text Box (Format) گزینه‌های No Line و No Fill را برای رنگ پس‌زمینه و مرز انتخاب کنید.

بهتر است کیفیت عکس حدود 300 dpi باشد. اما با توجه به محدودیت حجم فایل (حداکثر ۵ مگابایت)، می‌توانید کیفیت عکس‌ها را با ابزار Compress Picture در صفحه ویرایش عکس به حداقل برسانید.

شکل ۱: نحوه قراردادن عکس در Text Box (زیرنویس شکل)

چهار سطح با نام‌های «عنوان ۱»، «عنوان ۲»، «عنوان ۳» و «عنوان ۴» قابل استفاده هستند. برای مثال در فصل ۴ این دستورات عمل «استفاده از قالب»، تمام سطوح عنوان‌ها استفاده شده‌اند.

۹.۳. شکل‌ها و جدول‌ها

۱) موقعیت شکل‌ها و جدول‌ها: شکل‌ها و جدول‌ها را در ابتدا یا انتهای هر ستون قرار دهید. شکل‌های بزرگ ممکن است فضای هر دو ستون مقاله را اشغال کنند. زیرنویس عکس باید زیر عکس باشد و بالانویس جدول باید بالای جدول باشد. عکس‌ها و جدول‌ها را پس از اینکه در متن به آن‌ها اشاره شد، نمایش دهید. در داخل جملات با عبارات «شکل ۱» و «جدول ۱» ارجاع‌دهی کنید.

۲) متن داخل شکل: از قلم B Lotus اندازه ۸ استفاده کنید. محورهای نمودار را به جای مخفف با عبارت کامل مشخص کنید. برای مثال محور جریان را با «جریان» یا «جریان، I» نشان دهید و «I» را به تنهایی درج نکنید. واحدها را داخل پراتز نمایش دهید، مثلاً «جریان، I (A)».

قدردانی (عنوان ۵)

در این بخش می‌توانید از افرادی که در به ثمر رسیدن پژوهش شما نقش داشتند، تقدیر کنید. قدردانی از حامیان را در زیرنویس صفحه اول مقاله قرار دهید.

قالب فارسی حاضر با ترجمه قالب مقالات کنفرانس‌های تحت پوشش IEEE شکل گرفته است و تعدادی از بخش‌های آن حذف و بخش‌های جدید به آن اضافه شده است. کار ترجمه و گردآوری مطالب در دبیرخانه کنفرانس بین‌المللی برق (PSC) انجام شده است. برای رفع ابهام شما، فهرستی از واژه‌های پُر کاربرد ترجمه شده در جدول ۲ آورده شده است. خواهشمند است برای بهتر شدن دستورات عمل‌های این قالب و ترجمه آن با آدرس ایمیل psc@psc-ir.com تماس بگیرید.

جدول ۱: شیوه‌های داخل جدول

عنوان ستون	عنوان ستون		
	عنوان زیرستون	زیرستون	زیرستون
متن	این جدول را برای ایجاد جداول دیگر کپی کنید. الف	متن داخل جدول	متن داخل جدول

الف. مثالی از زیرنویس جدول (زیرنویس جدول)

جدول ۲: لغتنامه

واژه انگلیسی	معادل فارسی
Select	انتخاب کردن (با ماوس)
Default	پیش‌فرض
Subtitle	زیرعنوان
Column	ستون
Style	شیوه
Style Sheet	شیوه‌نامه
Pagination	صفحه‌بندی
Heading	عنوان
Space	فاصله بین حروف
Section Break	فاصله بین سرفصل
Line Break	فاصله بین سطر
Page Break	فاصله بین صفحه
Hard Tab	فاصله خاص
Bullet List	فهرست موارد
Template	قالب
Font	قلم
Copy and Paste	کپی و پیست
Paragraph Marks	نشان‌های بند
Formating	ویرایش

حتماً با عنوان «چاپ نشده» مشخص کنید [۴]. مقالاتی که برای چاپ پذیرفته شده اما هنوز چاپ نشده‌اند را با عنوان «در دست چاپ» مشخص کنید [۵]. در عنوان مراجع غیر فارسی، فقط حرف اول واژه نخست را با حروف بزرگ بنویسید. (اسامی خاص استثنا هستند).

مقالات ترجمه شده را ابتدا با نام مجله ترجمه شده و پس از آن با نام مجله اصلی مشخص کنید [۶].

بهتر است مراجع را به ترتیب ارجاع‌دهی در متن مقاله، درج کنید.

- [1] G. Eason, B. Noble, and I.N. Sneddon, "On certain integrals of Lipschitz-Hankel type involving products of Bessel functions," Phil. Trans. Roy. Soc. London, vol. A247, pp. 529-551, April 1955. (references)
- [2] J. Clerk Maxwell, A Treatise on Electricity and Magnetism, 3rd ed., vol. 2. Oxford: Clarendon, 1892, pp.68-73.
- [3] I.S. Jacobs and C.P. Bean, "Fine particles, thin films and exchange anisotropy," in Magnetism, vol. III, G.T. Rado and H. Suhl, Eds. New York: Academic, 1963, pp. 271-350.
- [4] K. Elissa, "Title of paper if known," unpublished.
- [5] R. Nicole, "Title of paper with only first word capitalized," J. Name Stand. Abbrev., in press.
- [6] Y. Yorozu, M. Hirano, K. Oka, and Y. Tagawa, "Electron spectroscopy studies on magneto-optical media and plastic substrate interface," IEEE Transl. J. Magn. Japan, vol. 2, pp. 740-741, August 1987 [Digests 9th Annual Conf. Magnetism Japan, p. 301, 1982].
- [7] M. Young, The Technical Writer's Handbook. Mill Valley, CA: University Science, 1989.

منابع

این قالب فهرست منابع را با کروشه/براکت^۱ شماره‌گذاری می‌کند [۱]. هنگام مرجع‌دهی در متن مقاله کافی است فقط شماره مرجع را در جمله ذکر کنید [۲]. مثلاً «نویسندگان [۳] ادعا می‌کنند که ...» صحیح، و «نویسندگان مرجع [۳] ادعا می‌کنند که ...» نادرست است. استثناً در ابتدای جمله باید «مرجع» را بنویسید. مثلاً «مرجع [۴] به این نتیجه می‌رسد که ...» صحیح است.

زیرنویس‌های متن را در همان صفحه و با اعداد نمایش دهید. هرگز زیرنویس‌های متن را در انتهای مقاله قرار ندهید. زیرنویس‌های جدول را با حروف فارسی نمایش دهید (مثال: جدول ۱).

فقط در حالتی که تعداد نویسندگان مقاله ۶ یا بیشتر باشد مجاز هستید که از نام بردن همه آنان صرف نظر کنید و برای مثال «نام نویسنده اول و همکاران» را به کار ببرید. مقالاتی که ثبت شده اما هنوز چاپ نشده‌اند را

^۱ در اکثر صفحه کلیدهای فارسی با کلیدی‌های ترکیبی Shift+O و Shift+I قابل نگارش است.