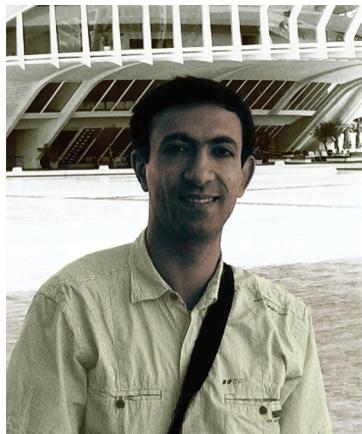


تجربه کار علمی در یک همکاری آزمایشگاهی بین المللی.

مجتبی محمدی نجف‌آبادی*



مجتبی محمدی نجف‌آبادی

به چاپ می‌رسانند. ولی در همکاری بزرگ بین المللی سی ام اس هر مقاله برای رسیدن به مرحله انتشار در یک مجله فرایند طولانی و پیچیده‌ای را طی می‌کند که به طور متوسط دو سال کار علمی مداوم لازم دارد و در نهایت اسامی تمامی اعضای آزمایش روی مقاله قرار می‌گیرد.

تولد یک مقاله

فرایند تهیه یک مقاله سی ام اس با شروع داده‌گیری برخورده‌هندۀ هادرونی بزرگ و جمع‌آوری داده‌های حاصل از برخورد پروتون‌ها توسط آشکارساز سی ام اس شروع می‌شود. در یک همکاری بزرگ آزمایشگاهی مانند سی ام اس با توجه به تنوع موضوعات فیزیکی مورد داده، گروه‌های کاری فیزیکی زیادی مانند گروه هیگز، گروه کوارک تاپ، گروه ابرتقارن و غیره وجود دارند. هر کدام از این گروه‌ها مسئولان و یا هماهنگ‌کنندگانی (conveners) دارند که موضوعات فیزیکی موردنظر را با اعضای آن گروه در قالب سمتینارهای منظم به طور دقیق دنبال می‌کنند.

فیزیکدان‌هایی که علاقه‌مند به انجام مطالعه‌ای خاص، مثلاً اندازه‌گیری

در آزمایش‌های بزرگ فیزیک ذرات، مانند آزمایش‌هایی که در سرن (CERN) و آزمایشگاه فرمی (Fermilab) انجام می‌شود، صدها فیزیکدان و مهندس برای به دست آوردن نتایجی که تاکنون در دنیای فیزیک ذرات دیده نشده است دورهم جمع می‌شوند. امروزه شرکت در چنین همکاری‌های بین المللی از ملزمات توسعه علمی در بخش فیزیک (و مهندسی) در کشورهاست. این مشارکت در هزینه و امکانات آزمایشگاهی منجر به برداری علمی دسته جمعی برای همه اعضاء می‌شود و همچنین می‌تواند ضعف‌های هر گروه را در طی این همکاری جبران کند.

آزمایش سی ام اس (CMS، مخفف Compact Muon Solenoid)، اولین آزمایش بین المللی در فیزیک انرژی‌های بالا در سرن در ژنو است که کشور ما با تلاش و همت پژوهشگاه دانش‌های بنیادی در آن عضو شده و با آن همکاری دارد. این همکاری در حدود سال ۲۰۰۱ آغاز شد و تا به امروز ادامه یافته است. در حال حاضر پژوهشکده ذرات و شتابگرها با ۷ عضو با مدرک دکتری و ۵ دانشجوی دکتری در طرح‌های مختلف در آزمایش سی ام اس همکاری دارد.

در همکاری بین المللی آزمایش سی ام اس، ۱۸۰ دانشگاه و مؤسسه تحقیقاتی از ۴۳ کشور دنیا مشارکت دارند و مجموعاً ۲۴۰۰ فیزیکدان و ۹۵۰ مهندس و تکنیسین در قسمت‌های مختلف اعم از ساخت، ارتقاء، و حفظ و تحلیل داده‌ها برای استخراج نتایج فیزیکی موردنظر مشغول به کارند. شکل ۱ مکان مراکز تحقیقاتی و دانشگاه‌های همکاری‌کننده با آزمایش سی ام اس در سرن را روی نقشه جغرافیایی نشان می‌دهد.

موضوع این نوشتۀ، چگونگی انتشار نتایج فیزیکی حاصل از چنین همکاری‌گستره‌د برای جامعه فیزیک می‌باشد. اصولاً نتایج حاصل از چنین گروه علمی پرجمعیتی در همان مجلات استاندارد و معتربر بین المللی انتشار می‌یابد که نتایج گروه‌های علمی کوچک و حتی مطالعات علمی یک‌نفره را

* متن یکی از سخنرانی‌های ایجاده شده در گردهمایی سالانه پژوهشگاه.

* پژوهشکده ذرات و شتابگرها



شکل ۱. مکان جغرافیایی مؤسسه‌های تحقیقاتی همکار با آزمایش سی ام اس در سرت



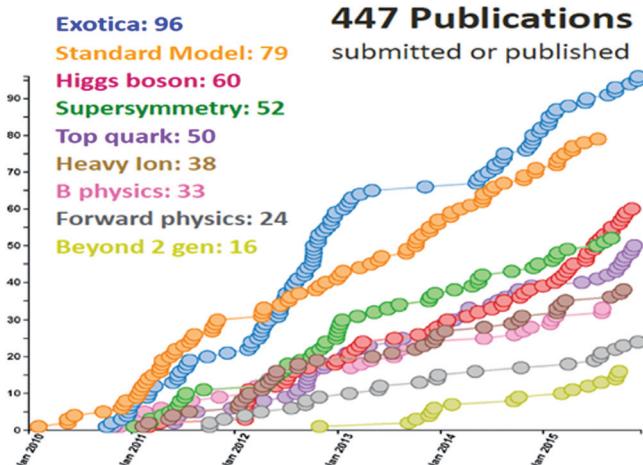
شکل ۲. مراحل متوالی تهیه مقاله، از تولد مقاله در آزمایش سی ام اس تا مرحله پیش‌پذیرش

و با جزئیات موشکافی می‌کنند. این کمیته اصطلاحاً کمیته بررسی تحلیل (Analysis Review Committee) نام دارد. انتخاب اعضای این کمیته با توجه به توانایی‌ها و مهارت‌های اشخاص صورت می‌گیرد. نمودار شکل ۲ مسیر فوق الذکر برای رسیدن به مرحله پیش‌پذیرش را به طور خلاصه نشان می‌دهد.

ویژگی‌های بوزن هیگز و یا جستجو برای کشف ابرتقارن و غیره، هستند ابتدا پیشنهاد علمی خود را از طریق یک سخنرانی در سمینار گروه مربوطه مطرح می‌کنند. سپس مسئولان گروه مربوطه تصمیم می‌گیرند که موضوع پیشنهادی، ارزش علمی کافی برای ادامه مطالعه و تبدیل شدن به یک مقاله در آزمایش سی ام اس دارد یا نه. در صورت پذیرش، موضوع پیشنهادی به بانک اطلاعاتی سی ام اس اضافه شده و پیشنهادهندگان شروع به انجام مطالعه می‌کنند.

پیش‌پذیرش (Pre-approval)

نویسندهان به طور منظم نتایج مطالعه خود را در سمینارهای کارگروه موردنظر ارائه می‌کنند تا جایی که مسئولان گروه تشخیص بدند که نتایج کامل و دارای کیفیت لازم است. در این مرحله، مسئولان گروه یک سمینار پیش‌پذیرش برگزار می‌کنند که در آن یکی از مؤلفان مقاله تمام نتایج را با جزئیات کامل به اطلاع همه اعضای آزمایش می‌رساند. عواملاً در این سمینار سوالات بسیار زیادی درباره جنبه‌های تجربی و نظری مطرح می‌شود که نویسندهان باید برای تمامی آنها توضیحات منطقی و قابل قبول ارائه کنند. در برخی موارد، سوالات و درخواست‌های متعددی از سوی اعضاء مطرح می‌شود که ماه‌ها کار برای پاسخگویی به همه آنها لازم است. به طور همزمان رئیس کمیته انتشار مقاله آزمایش سی ام اس، کمیته‌ای مشکل از ۴ عضو منصب می‌کند که تحلیل و نتایج آن را که در مقاله منعکس شده است به طور دقیق



شکل ۴. تعداد مقالات چاپ شده توسط همکاری آزمایشگاهی سی ام اس در سرن در موضعهای مختلف بر حسب سال

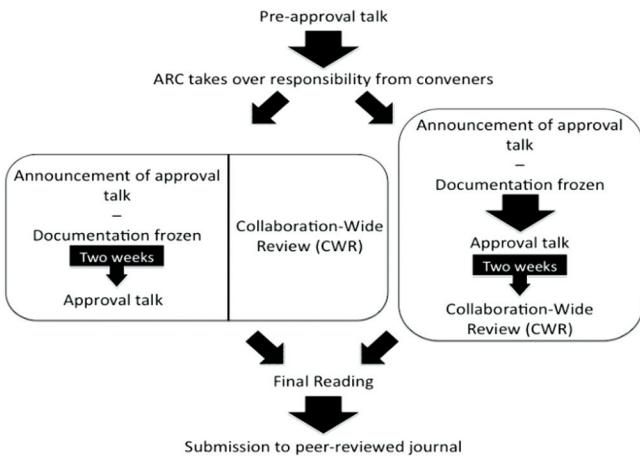
این مرحله، گروه انتشار مقاله آزمایش سی ام اس، مقاله را بعد از همه اصلاحات مرور می‌کند و در صورت سازگار بودن همه چیز با استانداردهای موردنظر برای یک مجله ارسال می‌کند. تمام مراحل فوق در شکل ۳ نمایش داده شده است.

خلاصه و جمع‌بندی

از سال ۲۰۱۰ که آزمایش سی ام اس شروع به ضبط داده‌های ناشی از برخورد پرتوونها کرده است تا آخر دسامبر سال ۲۰۱۵ تعداد ۴۴۷ مقاله چاپ و یا برای مجلات فرستاده شده است. نمودار تعداد مقالات در زمینه‌های مختلف بر حسب سال در شکل ۴ قابل مشاهده است. نکته قابل توجه اینکه، تعداد متوسط مقاله‌های منتشر شده به ازای هر نفر در پنج سال حدود ۱۸٪ مقاله است. شایان ذکر است که میزان قابل توجهی از وقت اعضای آزمایش صرف حفظ، تست، داده‌گیری، نگهداری آشکارساز و غیره می‌شود که منجر به چاپ مقاله با فرایند مذکور نمی‌شود. در نهایت با توجه به فرایند بسیار پیچیده و طولانی که انتشار یک مقاله در برنامه همکاری بین‌المللی آزمایشگاهی سی ام اس دارد، قضاؤت و ارزیابی کار اعضا آن امری متفاوت و پیچیده است.

توضیح: مطلب فوق برگرفته از قوانین مصوب آزمایش سی ام اس در سرن می‌باشد که در وبگاه زیر قابل دسترسی است:

cms.web.cern.ch



شکل ۳. مرحله لازم برای آماده شدن یک مقاله بعد از پیش‌پذیرش تا ارسال به یک مجله

پذیرش

بعد از اینکه نویسنده‌گان به تمام سوالات مطرح شده در جلسه پیش‌پذیرش و کمیته بررسی تحلیل پاسخ قانع‌کننده دادند، مقاله باید مرحله‌ای به نام پذیرش (approval) را طی کند که طی یک سخنرانی به نام سخنرانی پذیرش انجام می‌گیرد. دوهفته قبل از برگزاری این سخنرانی، مقاله موردنظر برای همه اعضا آزمایش سی ام اس ارسال می‌شود تا همه وقت کافی برای مطالعه مقاله را داشته باشند. اصولاً همه فیزیکدانان عضو آزمایش که به داده‌های ضبط شده دسترسی دارند باید می‌توانند نتایج مذکور در مقاله را بازولید کنند. البته اعضای آزمایش این کار را نمی‌کنند ولی هر مقاله معمولاً طوری موشکافی می‌شود که وقتی برای چاپ به مجله‌ای ارسال می‌شود مورد پذیرش قرار می‌گیرد. در صورت پذیرفته شدن مقاله در جلسه پذیرش و آماده نبودن کار در چارچوب قابل قبول برای یک مجله، نتایج موقتاً به صورت یک خلاصه تحلیل فیزیکی (Analysis Review Summary) پذیرفته می‌شود که در دسترس همگان قرار می‌گیرد و در کنفرانس‌ها قابل ارائه است.

برای ارسال مقاله به یک مجله مرحله‌ای دیگر در همکاری سی ام اس وجود دارد که به آن مرور سراسری همکاری (Collaboration Wide Review) می‌گویند. در این مرحله، مقاله برای تمامی اعضا می‌شود و از همگان در خواست نظر می‌شود. بعد از اتمام دوره نظرخواهی و پاسخگویی نویسنده‌گان به تمام نظرات، مقاله وارد مرحله خوانش نهایی (Final Reading) می‌شود. در