



PhD Defense Session

From Standard Model Precision to Beyond: Measurement of the $t\bar{t}Z$ Cross Section, RPC Background Studies in the CMS Experiment, and Collider Studies of Axion-Like Particles

Yasaman Hosseini

Supervisor: Dr. Mojtaba Mohammadi Najafabadi

Abstract:

The first part of this thesis is dedicated to analyzing data collected by the CMS detector from proton-proton collisions at a center-of-mass energy of 13 TeV during Run 2. We search for top quark pair production in association with a Z boson, where the Z boson decays into two neutrinos. Additionally, we focus on the semileptonic decay channel of top quark pairs. As a result, the final topology consists of one lepton, four jets with 2 b-jets and large missing energy.

To enhance the sensitivity to the signal, we optimize the signal region definition and utilize a Boosted Decision Tree to distinguish the signal from backgrounds. The expected significance for this process is found to be 1.12, and the corresponding 95% CL upper limit on the cross section is determined to be 198.22 fb, in agreement with the Standard Model prediction of 60.03 fb. This upper limit is then used to constrain the parameter space of Axion-like particles, specifically their coupling to gluons and top quarks.

The second part of this thesis investigates the backgrounds within the RPC sub-detector of the CMS muon system. This study evaluates the rates of prompt and secondary background contributions across various stations of the RPC detector, covering barrel and endcap regions.

The third part of this thesis focuses on Beyond Standard Model investigations, specifically on Axion-Like Particles (ALPs) and dark photons. For ALPs, we examine the mass range where they remain undecayed within the detector, manifesting as missing energy. We investigate processes in which ALPs are produced in association with top quark pairs, as well as top quark and W boson. The sensitivity of these processes is assessed for the LHC, HL-LHC, and FCC. For dark photons, we explore their kinetic mixing parameter as a function of their mass for both the HL-LHC and a future muon collider.

Date-Time: Wednesday, January 15th, 2025 (Dey 26th, 1403) - 13:30

Location: Seminar room, School of Particles and Accelerators



دفاع از رساله دکتری

از دقت مدل استاندارد تا فراتر از آن: اندازه‌گیری سطح مقطع فرآیند $t\bar{t}Z$ ،
مطالعات پس زمینه آشکارساز صفحه مقاومتی (RPC) در آزمایش CMS و
جستجوی ذرات شبه-اکسیونی در برخورددهنده‌ها

یاسمن حسینی

استاد راهنما: دکتر مجتبی محمدی نجف‌آبادی

چکیده:

بخش اول این پایان‌نامه به تجزیه و تحلیل داده‌های جمع‌آوری شده توسط آشکارساز CMS از برخورد پروتون-پروتون در انرژی مرکز جرم 13 TeV در ران ۲، اختصاص دارد. ما به جستجوی تولید جفت کوارک تاپ همراه با بوزون Z می‌پردازیم، که در آن بوزون Z به دو نوترینو فروپاشی می‌کند. علاوه بر این، ما بر کانال واپاشی نیمه-لپتونی جفت کوارک تاپ تمرکز می‌کنیم. در نتیجه، توپولوژی نهایی شامل یک لپتون، چهار جت با 2 جت b و میزان قابل توجهی انرژی از دست رفته است. برای افزایش حساسیت به سیگنال، تعریف ناحیه سیگنال را بهینه کرده و از BDT برای جدایی سیگنال از فرآیندهای پس زمینه استفاده می‌کنیم. سیگنیفیکنس مورد انتظار برای این فرآیند 1.12 بدست آمده است و حد بالا روی سطح مقطع این پروسه با $95\% \text{ CL}$ برابر 198.22 فمتوبارن (fb) تعیین شده است که با پیش‌بینی مدل استاندارد برابر با 60.03 فمتوبارن سازگار است. سپس این حد بالا برای محدود کردن فضای پارامتری ذرات شبه-اکسیونی به ویژه جفت‌شدگی آنها با گلوئون‌ها و کوارک‌های تاپ استفاده می‌شود.

بخش دوم این پایان‌نامه به بررسی پس‌زمینه‌ها در آشکارساز صفحه مقاومتی (RPC) در سیستم میئون CMS می‌پردازد. این مطالعه نرخ پس‌زمینه‌های لحظه‌ای و ثانویه را در ایستگاه‌های مختلف آشکارساز RPC ارزیابی می‌کند.

بخش سوم این پایان‌نامه بر تحقیقات فراتر از مدل استاندارد، به ویژه ذرات شبه-اکسیونی و فوتون‌های تاریک تمرکز می‌کند. در خصوص ذرات شبه-اکسیونی، محدوده جرمی را بررسی می‌کنیم که این ذرات داخل آشکارساز فروپاشی نکرده و به صورت انرژی از دست رفته ظاهر می‌شوند. همچنین فرآیندهایی را مطالعه می‌کنیم که در آنها ذرات شبه-اکسیونی همراه با جفت کوارک تاپ یا همراه با کوارک تاپ و بوزون W تولید می‌شوند. حساسیت این فرآیندها برای HL-LHC، LHC و FCC ارزیابی می‌شود. برای فوتون‌های تاریک، پارامتر اختلاط جنبشی آنها را به عنوان تابعی از جرم این ذرات برای HL-LHC و برخورد دهنده میثونی آینده بررسی می‌کنیم.

زمان: چهارشنبه ۲۶ دی ماه ۱۴۰۳، ساعت ۱۳:۳۰

مکان: اتاق سمینار پژوهشکده ذرات و شتابگرها