



# طراحی پردازنده ۳۲ بیتی با معماری RISC-V

نام استاد کارآموزی: دکتر میرزا کوچکی

نام دانشجو: آروین دلاوری

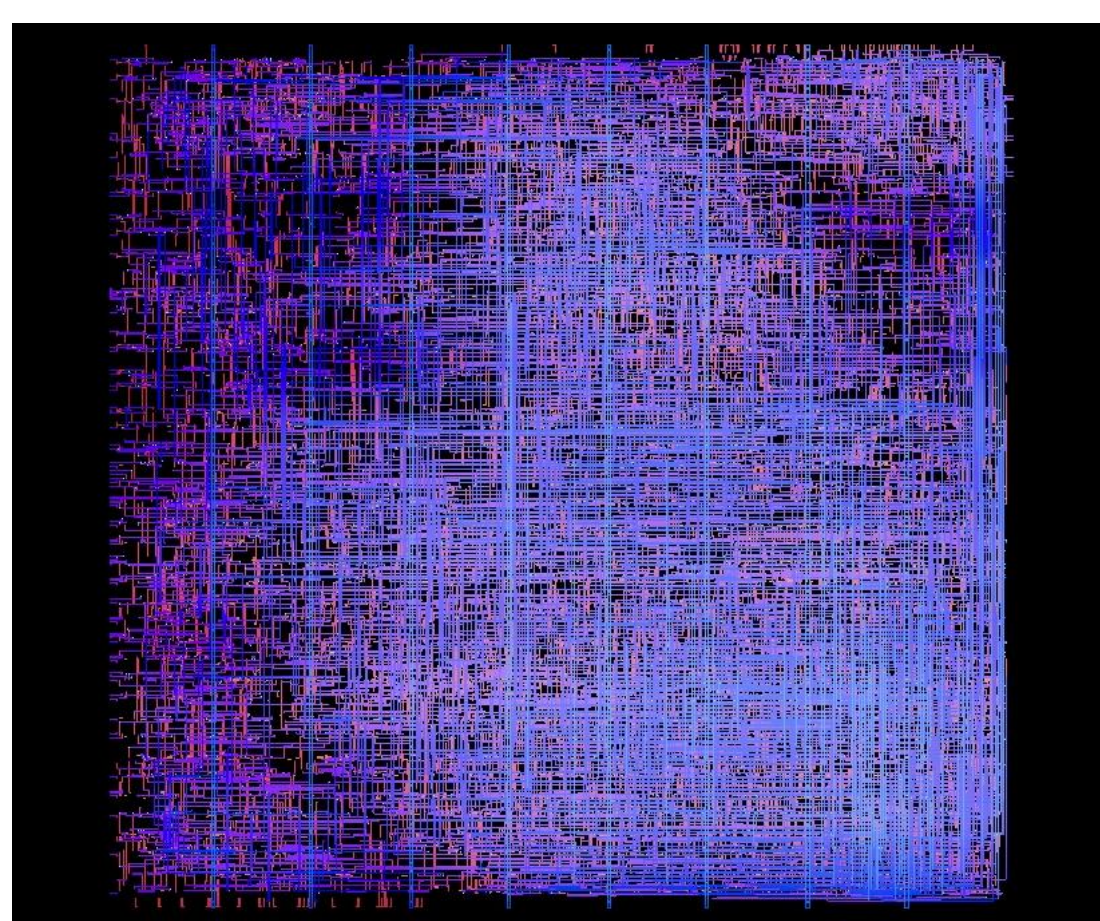


## شرح فعالیت انجام شده و نتایج

- طراحی مدار ضرب کننده تقریبی با خطای قابل کنترل
- بررسی ضرب کننده در الگوریتم پردازش تصویر و مقایسه نتایج با مقالات معتبر
- طراحی و رسم بلوک دیاگرام پردازنده
- طراحی پردازنده کامل به همراه ضرب کننده تقریبی با خطای قابل کنترل با استفاده از زبان توصیف سخت افزار Verilog
- تست و شبیه سازی پردازنده با اجرای برنامه های مختلف به زبان اسمبلی
- تطبیق پردازنده با کامپایلر استاندارد GCC برای اجرای برنامه به زبان C
- طراحی و تولید یک نرم افزار کامل جهت اجرای برنامه کاربر به زبان C و اسمبلی روی پردازنده، منطبق با سیستم هامل های ویندوز و لینوکس
- سنتز، چیدمان و رسم اتصالات نهایی جهت طراحی فیزیکی تراشه ریزپردازنده

## ویژگی ها/مزایای فرآیند تولید

- محاسبات تقریبی، موضوع جدید و مورد بحثی در طراحی دیجیتال می باشد که هدف از بررسی و تحقیق در این زمینه، بهبود سرعت، مساحت و توان مصرفی طرح های دیجیتال مورد استفاده در واحد های پردازشگر می باشد. با جایگزینی واحد های محاسباتی تقریبی با میزان خطای منطقی و قابل قبول، به جای واحد های محاسباتی دقیق ما به مزایای دیگری مانند سرعت و یا توان مصرفی کمتر دست پیدا می کنیم. بعد از مطالعه مقالات متعدد و تحقیقات در رابطه با عملیات های ریاضی تقریبی که این روزه در پردازنده ها و واحد های پردازشگر هوش مصنوعی و پردازش تصویر استفاده می شود، ما اقدام به بهبود یکی از طرح های ارائه شده در مقاله ای بین المللی کردیم و حاصل آن طراحی ضرب کننده جدیدی شد که میزان خطای آن توسط کاربر قابل کنترل می باشد.
- بعد از طراحی ضرب کننده، ما اقدام به طراحی یک پروسسور ۳۲ بیتی با معماری RISC-V کردیم که از مزایای طراحی ماژولار، پایپلاین ۵ مرحله ای و واحد کنترل غیر متمرکز بهره می برد که باعث دسترسی به فرکانس ۲۵۰ مگاهرتزی در پردازنده شد که عدد قابل قبول و مناسبی برای پروسسور های مصرفی در پروژه های میکروکنترلری و سیستم های نهفته می باشد. در نهایت ضرب کننده تقریبی در معماری پردازنده طراحی شده، قرار گرفته شد و مورد استفاده قرار گرفت.



شکل ۱ طرح فیزیکی پردازنده

## خلاصه کارآموزی

- طراحی یک پردازنده ۳۲ بیتی تحت معماری RISC-V قابل برنامه نویسی به زبان C و اسمبلی.
- ویژگی ها: پردازنده دارای عملگر ضرب کننده تقریبی با خطای قابل تنظیم برای عملیات های پردازش تصویر و هوش مصنوعی
- فرکانس کاری ۲۵۰ مگاهرتز و قابل مقایسه با پردازنده های معروف و صنعتی ARM در دسته Cortex M0، M3 و M4.

## معرفی محل کارآموزی

- پژوهشکده الکترونیک دانشگاه علم و صنعت ایران
- آزمایشگاه طراحی مدار مجتمع دیجیتال
- نوع فعالیت: طراحی، شبیه سازی و پیاده سازی مدار های مجتمع دیجیتال با استفاده از زبان های توصیف سخت افزار و برد های FPGA، با استفاده از نرم افزار های برنامه نویسی توصیف سخت افزار و سنتز مدار های دیجیتال

## فرایندهای تولید در محل کارآموزی

- ۱- طراحی پردازنده در سطح معماری و رسم بلوک دیاگرام بعد از انجام مطالعات در زمینه معماری مورد نظر
- ۲- برنامه نویسی RTL و شبیه سازی آن با استفاده از زبان توصیف سخت افزار Verilog
- ۳- سنتز و تبدیل کد پردازنده به طرح فیزیکی تراشه با استفاده از ابزار های موجود برای انجام فرآیند RTL to GDSII

## کاستی ها/ چالش های صنعتی موجود

- ۱- کمبود منابع و مراجع آموزشی کامل و رایگان در زمینه طراحی پردازنده
- ۲- عدم وجود بستر مناسب برای صنعت نیمه هادی و طراحی دیجیتال در کشور، در مرحله ساخت و تولید
- ۳- عدم دسترسی به نرم افزار های تخصصی و صنعتی سنتز و تبدیل به مدار مجتمع فشرده

## دستاوردها/پیشنهادهای رفع چالش ها

- ۱- تهیه نرم افزار های حرفه ای و صنعتی طراحی دیجیتال توسط دانشگاه ها
- ۲- در نظر گرفتن آموزش های منطبق با تکنولوژی روز در زمینه طراحی دیجیتال در مراکز آموزش عالی
- ۳- تهیه برد های FPGA و پردازشی نسل جدید