



دانشگاه صنعتی اصفهان

دانشکده مهندسی مواد

سمینار دفاع از پایان نامه کارشناسی ارشد گرایش جوشکاری  
با عنوان

## شبیه‌سازی تحولات ریزساختاری در حین تبلور مجدد دینامیکی به روش سلولار اتوماتا Simulation of microstructure evolution during dynamic recrystallization using cellular automata method

ارائه کننده: حسین قاری

مکان: آنلاین

زمان: دوشنبه ۲۵ بهمن ساعت ۱۰:۳۰

اعضای کمیته داوری:

اساتید داور: دکتر احمد رضاییان-دکتر مسعود پنجه پور

اساتید راهنما: دکتر ابودر طاهری زاده- دکتر مجید سید صالحی

### چکیده:

تبلور مجدد دینامیکی از مهم‌ترین پدیده‌ها در تغییر شکل فلزات در دمای بالاست که کنترل و پیش بینی آن برای دستیابی به خواص مکانیکی مطلوب از اهمیت بسزایی برخوردار است. روش سلولار اتوماتا با گسسته‌سازی زمان و فضا به گام‌های زمانی و سلول، ابزاری قدرتمند در زمینه شبیه‌سازی تحولات ریزساختاری است که قادر به پیش بینی مورفولوژی، توزیع دانسیته نابجایی در دانه‌ها و نمودار سیلان ماده است. در این پژوهش با معادلات حاکم بر تبلور مجدد دینامیکی کد کامپیوتری (محاسباتی) سلولار اتوماتا به منظور شبیه‌سازی ریزساختار در پدیده تبلور مجدد دینامیکی با الگوریتم‌های ایجاد ریزساختار اولیه، جوانه‌زنی، رشد دانه و تغییر توپولوژی توسعه داده شد. با تغییر مورفولوژی جوانه‌ها با انحنا و دانسیته نابجایی متفاوت نتایج نشان داد که برای هر چند ضلعی و شکل هندسی جوانه، روابط به کار گرفته شده صادق است و فشار ناشی از اختلاف دانسیته نابجایی بر روی مرز دانه در مقیاس ۱ تا چند مگاپاسکال است در حالی که فشار ناشی از انحنا چند ده برابر کمتر از این میزان است که برای جوانه‌های کوچک چند میکرونی به دلیل انحنای زیاد در حین تبلور مجدد دینامیکی اهمیت دارد. فشار انحنا در رئوس جوانه‌ها با مورفولوژی‌های متفاوت به سمت مرکز جوانه و در مرزهای انحنا دار به سمت مرکز تعقر است که برابند آن‌ها شکل جوانه را تعیین می‌کند. در همه مورفولوژی‌ها تمایل به داشتن مرز محدب و دایره‌ای شکل شدن جوانه وجود دارد که این تمایل در جوانه سه ضلعی بیشتر است. به دلیل کارسختی و بازیابی فشار وارد بر مرز دانه و سرعت مرز در حین تبلور مجدد ثابت نخواهد بود و نرخ رشد تابعی از ماده و شرایط تغییر شکل است. به منظور بررسی کارایی و صحت مدل سلولار اتوماتا، شبیه‌سازی تبلور مجدد دینامیکی ناپیوسته نمونه تست فشار داغ آلیاژ منیزیم AZ61 با دو مکانیزم مهاجرت مرز دانه متأثر از کرنش با کسر ۰/۹۵ و مکانیزم جوانه زنی متأثر از ذرات با کسر ۰/۰۵ در داخل دانه انجام شدند و با نتایج تجربی به منظور اعتبار سنجی مقایسه گردید. به منظور تطابق مورفولوژی شبیه‌سازی و حالت تجربی از همسایگی هفت سلولی به دلیل ماهیت احتمالی و تعداد سلول کافی استفاده شد که رشد هم محور جوانه‌ها نسبت به سایر انواع همسایگی را موجب گردید. نتایج حاصل، تطابق میان ریزساختار، توزیع اندازه دانه، کسر تبلور مجدد و میانگین قطر دانه را نشان دادند. قطر میانگین دانه‌ها در دمای ۴۰۰°C و نرخ کرنش  $0.1 s^{-1}$  در حالت تجربی در دو نقطه متفاوت نمونه تست فشار داغ به ترتیب ۷/۵۱ و ۵/۱۶ میکرون بودند که در شبیه‌سازی سلولار اتوماتا به ترتیب مقدار ۷/۰۸ و ۵/۸۲ میکرون بدست آمدند. به منظور افزایش وضوح و حجم محاسبات قابل قبول، اندازه آستانه هر سلول ۱ میکرون انتخاب گردید و تغییر ثوابت مویلیتی و نرخ جوانه زنی تطابق منحنی سیلان شبیه‌سازی با حالت تجربی را موجب شد.

کلمات کلیدی: تبلور مجدد دینامیکی، شبیه‌سازی ریزساختار، سلولار اتوماتا، تحولات ریزساختاری