



پایان‌نامه‌ی کارشناسی ارشد: علی اکبر کیوانلو شهرستانکی، ۱۳۹۶

## تهیه نانو کامپوزیت های رزین اپوکسی با استفاده از نانو ذرات $\text{NiFe}_2\text{O}_4$ مغناطیسی با پوشش سیلیکا ژل و گروه های آمین و بررسی سینتیک پخت، خواص فیزیکی و شیمیایی آنها

رزین اپوکسی به‌عنوان یک زنجیر پلیمری شامل بیش از یک گروه اپوکسی قادر است به فرم گرماسخت تبدیل شود. در نتیجه رزین‌های اپوکسی طبقه مهمی از پلیمرهای ترموست هستند که اغلب دارای خواص مکانیکی و شیمیایی عالی، مقاومت در برابر خوردگی، ثبات ابعادی خوب و استحکام کششی بالا هستند که این ویژگی‌ها آن‌ها را مساعد استفاده برای کاربردهای مختلف از جمله به‌عنوان ماتریس برای فیبر کامپوزیت تقویت‌شده قرار می‌دهد. گروه اکسیران در رزین اپوکسی بسیار واکنش‌پذیر است و با عوامل پخت برای به دست آوردن رزین‌های ترموست با کارایی بالا، واکنش می‌دهد. برای پخت رزین‌های اپوکسی، از ترکیبات با اتم‌های دارای هیدروژن فعال استفاده می‌شود. آمین‌ها، فنول‌ها، الکل‌ها، کربوکسیلیک اسیدها و انیدریدها نمونه‌ای از عوامل پخت هستند. واکنش پخت گرمازاست و یک تغییر غیرقابل برگشت است که می‌توان سرعت آن را آهسته، سریع و متوقف کرد اما نمی‌توان آن را معکوس کرد. عمل پخت به‌سادگی با مخلوط کردن رزین و عامل پخت صورت می‌گیرد. برخی از عوامل پخت با رزین در دمای اتاق واکنش نشان می‌دهند و برخی دیگر به حرارت نیاز دارند. رزین‌های اپوکسی به‌طور معمول در دمای اتاق شکننده هستند و یکی از راه‌های کارآمد و مهم به‌منظور بهبود مقاومت در برابر ترک خوردگی و سفت شدن بدون کاهش قابل توجه در خواص مهم ذاتی آن، این است که رزین‌های اپوکسی را اصلاح کنیم، بدین‌صورت که فاز دومی را به ماتریس رزین اپوکسی از طریق ترکیب فیزیکی یا واکنش شیمیایی، اضافه نماییم. از افزودنی‌های مؤثر برای بهبود برخی خواص رزین اپوکسی، تقویت کردن آن‌ها با الیاف مختلف و نیز نانو ذرات هستند.

در این پژوهش، کامپوزیت‌های بر پایه و مقادیر مختلف از نانو ذرات  $\text{NiFe}_2\text{O}_4$  اصلاح‌شده توسط گروه‌های آمینی و پوشش سیلیکاژل تهیه شد و برخی خواص آن‌ها مانند خواص حرارتی و مکانیکی مورد بررسی قرار گرفت و با رزین اپوکسی خالص مقایسه شد. همچنین برای شناسایی نانو ذرات اصلاح‌شده از طیف‌سنجی FT-IR و آنالیز عنصری استفاده شد. مورفولوژی سطح و نحوه پخش‌شدگی نانو ذرات در ماتریس پلیمری نیز با استفاده از روش میکروسکوپی الکترونی بررسی شد.

**کلیدواژه‌ها:** رزین اپوکسی، پخت، کامپوزیت،  $\text{NiFe}_2\text{O}_4$

شماره‌ی پایان‌نامه: ۱۲۷۳۰۳۰۸۹۵۲۰۰۴

تاریخ دفاع: ۱۳۹۶/۰۸/۱۵

رشته‌ی تحصیلی: شیمی - شیمی آلی



دانشکده: علوم پایه

استاد راهنما: دکتر محمد برغم‌دی

استاد مشاور: دکتر سیدهاشم اخلاقی فیض‌آباد

### ***M.A. Thesis:***

## Hye epoxy resin nanocomposites using magnetic nanoparticles coated with silica gel NiFe<sub>2</sub>O<sub>4</sub> and amine groups and curing kinetics of physical and chemical properties of

Epoxy resin as a polymer chain containing more than one epoxy group, is able to become thermostable. That's why Epoxy resins are an important class of thermosetting polymers which often have excellent mechanical and chemical properties, corrosion resistance, good dimensional stability and high tensile strength, which makes them suitable for use in various applications, including as a matrix for reinforced composite fiber. Oxirane group is highly reactive in epoxy resin and reacts with curing agents to obtain high performance thermoset resins. For curing of epoxy resins, compounds with active hydrogen atoms are used. Amines, phenols, alcohols, carboxylic acids and anhydrides are an example of curing agents. Curing is an exothermic and irreversible reaction that it can be slowly, quickly and stopped but can not be reversed. The curing reaction is simply done by mixing the resin and the curing agent. Some curing agents react with the resin at room temperature, while others require heat. Epoxy resins are usually fragil at room temperature and one of the most efficient and important ways to improve of their resistance without significantly reducing of their inherent properties is modifying epoxy resins, so add the second phase to the matrix of epoxy resin through a physical or chemical reaction. Nanoparticles are one of the most effective additives to improve the properties of epoxy resin.

In this study, composites based on different amounts of NiFe<sub>2</sub>O<sub>4</sub> nanoparticles modified by amine groups and silica gel coating were prepared and some of their properties, such as thermal and mechanical properties, were examined and compared with pure epoxy resin. FT-IR spectroscopy was used to identify modified nanoparticles. The surface morphology and the distribution of nanoparticles in the polymer matrix were also investigated using electron microscopy