**تأثیر پوشش نانوذرات نقره بر کربونیل­آهن در پایداری سیال مغناطیسی­رئولوژیکی پلی­­آلفااولفین**

**سیده سمانه قاسمی1، نادره گلشن ابراهیمی\*1**

1گروه مهندسی پلیمر، دانشکده مهندسی شیمی، دانشگاه تربیت مدرس، تهران

\*ebrahimn@modares.ac.ir

**چکیده**

سیال مغناطیسی­رئولوژیکی[[1]](#footnote-1) سیالی هوشمند است که به­شدت تحت تأثیر میدان مغناطیسی خارجی قرار می­گیرد. ذرات کربونیل آهن[[2]](#footnote-2) به­دلیل خاصیت مغناطیسی بالا و دسترسی آسان، یکی از ذرات مغناطیسی پرکاربرد در این­گونه سیالات هستند. البته اشکالاتی مانند چگالی زیاد این ذرات باعث ته‌نشینی و سایش در داخل تجهیزات می‌شود. یکی از روش­های برطرف کردن این مشکل، استفاده از افزودنی­ها است. در مطالعه جاری اثر ذرات کربونیل­آهن با پوشش نانوذرات نقره (CI-Ag)، با ذرات بدون پوشش (CI) مقایسه شده­است. نرخ ته­نشینی CI-Ag در مقایسه با ذرات کربونیل­آهن، در روغن پلی آلفااولفین کاهش محسوسی نموده است.

**کلید واژگان**: سیال مغناطیسی­رئولوژیکی، نرخ ته­نشینی، ذرات مغناطیسی، پایداری

**1- مقدمه**

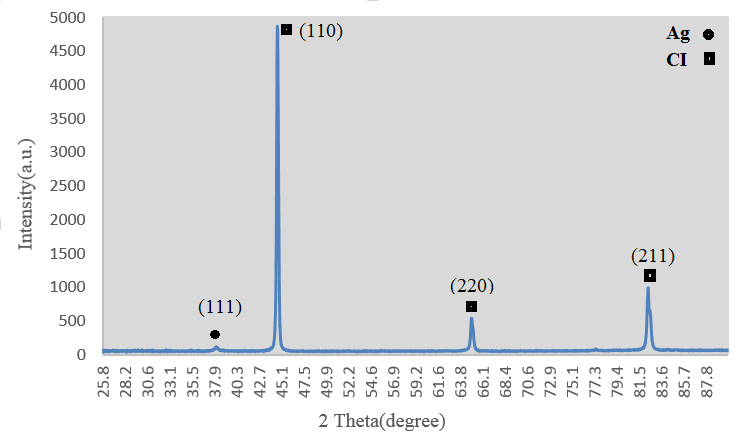
سیال مغناطیسی­رئولوژیکی، سیالی هوشمند است که خواص آن می­تواند توسط ذرات مغناطیسی و میدان مغناطیسی کنترل شود [1]. این سیالات محلول­های تعلیقی از ذرات مغناطیسی با اندازه میکرونی هستند که در سیال حامل پراکنده ‌شده‌اند [2]. از کاربردهای این سیالات می­توان به استفاده از آن­ها در ضربه­گیرها، کاهش ارتعاش لرزه­ای در عمران، ترمز وسایل نقلیه، ماهیچه­های مصنوعی و کلاچ­ها اشاره کرد. برای استفاده صحیح از این فناوری باید از ذراتی که به­راحتی مغناطیسی می­شوند، مانند ذرات فلزی که در حدود 7-1 میکرون هستند، استفاده کرد. یکی از این ذرات فلزی کربونیل­آهن است که ذرات آهن آن به­دلیل توانایی بالای ایجاد زنجیر مغناطیسی، دارای اشباعیت مغناطیس زیادی هستند [1]. البته این ذرات نقاط ضعفی مانند سایش سطوح داخلی تجهیزات، اکسید شدن ذرات آهن و ته­نشینی ذرات CI (به­دلیل چگالی بالاتر آنها در مقایسه با سیال حامل) دارند. در این مقاله برای دست­یابی به ذرات با نرخ ته­نشینی کمتر، روش پوشش­دهی ذرات CI با نانوذرات Ag بررسی می­شود.

**2- بخش تجربی**

به منظور پوشش دادن ذرات آهن کربونیل با نقره، 32/35 گرم ذرات میکرونی آهن کربونیل در 200 میلی لیتر آب مقطر در حضور 85/1 گرم نانوذرات AgNO3 حل شد. 24 گرم عسل به محلول اضافه شد و به‌مدت 8 دقیقه همگن شد. سپس 5 میلی لیتر سدیم هیدروکسید به‌عنوان عامل کاهنده برای کنترل PH در 10 و در دمای 29 درجه سانتی‌گراد برای مدت ده دقیقه قرار گرفت. درنهایت محلول شسته ‌شد و در آون خلا با دمای 40 درجه سانتی‌گراد خشک شد [3]. برای شناسایی فاز و مکانیسم پوشش ذرات CI با نانوذرات Ag از آزمون­های پراش پرتو ایکس[[3]](#footnote-3) و U-Visible استفاده شد. بررسی و مقایسه پایداری ذرات CI و CI-Ag در سیال مغناطیسی­رئولوژیکی با سیال پایه پلی­آلفااولفین، توسط آزمون ته­نشینی انجام شد.

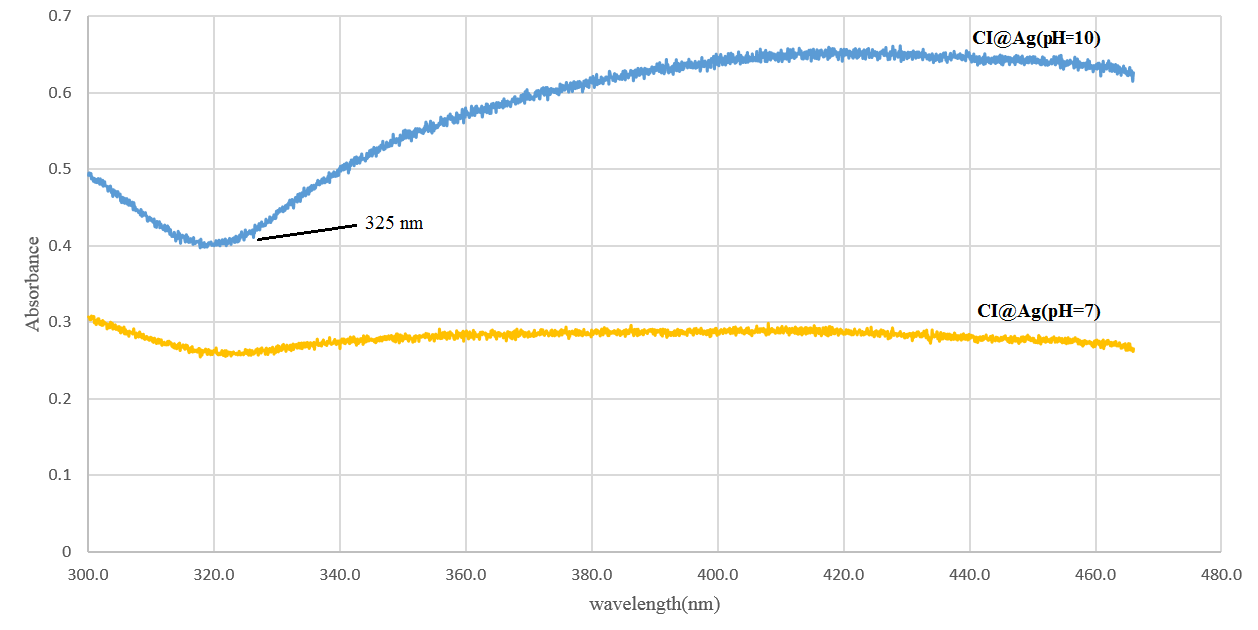
**3- نتايج و بحث**

پوشش­دهی ذرات کربونیل­آهن با نانوذرات نقره، با دستگاه XRD با تیوب کبالت مدل XPert MPD ساخت کشور هلند با تیوب کبالت با طول موج Å 78897/1 λ: در محدوده °90-°25 θ=2 درجه بررسی شد. سه پیک اصلی در5/82 و 1/65 ,7/44 θ=2 که به­ترتیب مرتبط با 110، 220، 211 است و یک پیک کوچک در 4/38 θ=2 که مربوط به نقره است، مشاهده می­شود. پهن­شدگی و شیفت مختصر پیک­های اصلی و ایجاد پیک Ag در مقایسه با XRD نمونه پوشش داده نشده، بیانگر پوشش یافتن ذرات CI با Ag است (شکل 1).

****

شکل1: نمودار پراش اشعه ایکس ذرات CI-Ag

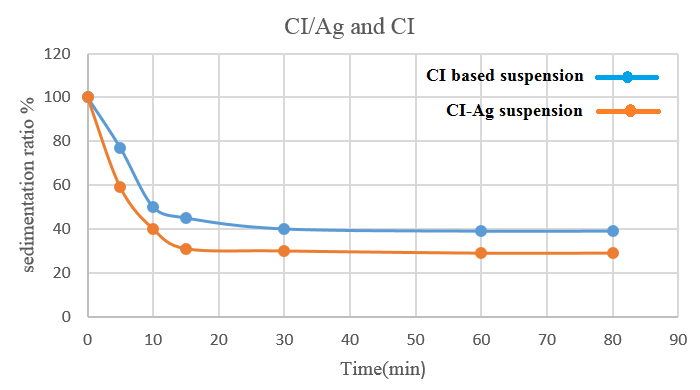
همچنین آزمون U-Visible برای بررسی سنتز ذراتCI-Ag انجام شد. دو محلول غلیظ(pH=10) و دیگری رقیق) (pH=7 از ذرات CI-Ag پراکنده شده در آب مقطر تهیه شد. همانطور که در شکل 3 مشاهده می­شود در محلول غلیظ­تر باند جذب در nm 325 مشاهده شده است(شکل 2).

****

شکل2: نمودار طیف­سنجی U-Visible ذرات CI-Ag

در ادامه سیالات مغناطیسی­رئولوژیکی بر مبنای 5/6 درصد حجمی از اسید اولئیک(OA)، 5/63 درصد حجمی از روغن پلی آلفااولفین(PAO) و 30 درصد حجمی کربونیل­آهن بدون پوشش(CI) و پوشش داده شده (CI/Ag) تهیه شدند.

سپس سیالات به مدت 7 دقیقه به­صورت مکانیکی همزده شد تا همگن شود. پس از آن برای بررسی پایداری آن­ها، دو سیال در ظروف مشابه و شرایط یکسان قرار داده شد و نرخ ته­نشینی در برابر زمان اندازه گیری و نمودار آن­ها رسم شد(شکل 3). همانطور که مشاهده می­شود نرخ ته­نشینی در محلول تعلیقی MR بر پایه CI-Ag نسبت به محلول تعلیقی بر پایه CI کندتر است که بیانگر پایداری بهتر آن است.

ج

شکل 3: نمودار نرخ ته نشینی در برابر زمان

**4- نتيجه‌گيری**

ابتدا ذرات CI با پوشش Ag تهیه شد. سپس دو سیال مغناطیسی­رئولوژیکی با ذرات CI-Ag و CI به­طور جداگانه تهیه شدند. پوشش ذرات CI با نانوذرات Ag، باعث بهبود پایداری و کاهش نرخ ته­نشینی ذرات در سیال مغناطیسی­رئولوژیکی شد.

**مراجع**

[1] Baranwal D, Deshmukh T.S. (2012). MR-Fluid Technology and Its Application: A Review. *International Journal of Emerging Technology and Advanced Engineering, 2*, 563-569.

[2] Hajalilou A, Mazlan S.A, Shila S.T, (2016) Magnetic carbonyl iron suspension with Ni-Zn ferrite additive and its magnetorheological properties: *Materials Letters, 181,*196–199.

[3] Hajalilou A, Kianvash A, Shameli K, and Lavvafi H, (2017) Carbonyl iron based magnetorheological effects with silver nanoparticles via greenassisted coating, *Applied Physics Letters, 110*, 261902-1-261902-4.

1. 1Magneto-Rheological (MR) [↑](#footnote-ref-1)
2. Carbonyl Iron (CI) [↑](#footnote-ref-2)
3. 3 X-ray Diffraction [↑](#footnote-ref-3)