

# مدل سازی ریاضی و بررسی تجربی رفتار رئولوژیکی سیالات غیر نیوتنی پر شده با الیاف کوتاه غیر منعطف

احمد رضانی سعادت آبادی

دانشگاه صنعتی شریف، دانشکده مهندسی شیمی و نفت، تهران، ایران

[RAMAZANI@sharif.edu](mailto:RAMAZANI@sharif.edu)

## چکیده

رفتار رئولوژیکی سه نمونه سیال پلیمری که یکی از آنها دارای رفتار ویسکوالاستیک و دو تای دیگر دارای رفتار الاستیک بوده است با درصد های مختلف الیاف شیشه با نسبت طول به قطر متفاوت مورد مطالعه قرار گرفته شده اند و بدین ترتیب سعی شده است که پدیده های مربوط به خواص ویسکوز و الاستیک از هم جدا شوند. بدینوسیله بعضی از پدیده هایی که تا کنون مشاهده نشده بوده است مشاهده و با ذکر دلایل بطور خلاصه گزارش شوند... همچنین مدلی ریاضی بر مبنای استفاده از مفهوم  $extra\ stress\ tensor$  توسعه داده شده است. در مدل ارائه شده تنسور مربوط به تنش ایجاد شده در ماتریس با استفاده از مدل توسعه داده شده برای سیالات ویسکوالاستیک با استفاده از روش Poisson Bracket بدست می آید و تنش ایجاد شده بر اثر وجود الیاف با مدل اصلاح شده Folgar-Tucker بدست می آید. مدل به طور کیفی رفتار تمام فانکشن های سیال پر شده را در جریان دائمی برشی و نیز جریان گذرا و بطور کمی برای اغلب آنها در جریان های ذکر شده بخوبی پیش بینی می کند.

به چرخش الیاف در سوسپانسیون های رقیق ارائه شده است. بر اساس این مدل الیاف با دوره تناوبی  $T$  چرخش می کنند که لزوماً چنین رفتاری بصورت تجربی در سیالات پلیمری پر شده با الیاف کوتاه دیده نمی شود. کارهای تجربی انجام گرفته نشان می دهد در سیستم های سیالات پر شده با الیاف کوتاه نیمه غلیظ و غلیظ الیاف بسته به غلظت الیاف و خصوصیات سیال به یک آرایش تعادلی می رسند. بعضی از نتایج منتشر شده وابستگی آرایش تعادلی به سرعت برش را نیز نشان می دهند [12]. لازم به ذکر است که هنوز جایگاه مربوط به داده های کامل که بیانگر نقش متغیرهای مختلف سیستم چون رفتار ویسکوالاستیک سیال بر خصوصیات ویسکوز و الاستیک سیال پر شده و آرایش یافتگی الیاف باشد وجود ندارد. در تلاش جهت ارائه مدلی که بتواند رفتار تجربی سیالات پر شده با الیاف کوتاه را پیش بینی کند در سه ده اخیر تلاشهای متعددی انجام گرفته است اما

## مقدمه

پروژه های شکل دهی کامپوزیت های پلیمری در شکل سوسپانسیون های الیاف کوتاه سیالات پلیمری طیف وسیعی از فرایندهای شکل دهی می باشند که شامل عملیات متفاوتی چون اختلاط الیاف با سیال و یا مذاب پلیمری و انتقال آنها تحت فشار در ژومتری های پیچیده می باشند. مدل سازی پروژه های مذکور مسلماً نیاز به معادلات قانونمندی دارد که بتواند نیروها و پدیده های موجود در سیال را که می تواند تعیین کننده مورفولوژی و خصوصیات نهایی کامپوزیت شکل یافته باشد را پیش بینی کند. در سالهای اخیر کارهای تجربی و مدلسازیهای مختلفی به سوسپانسیون های الیاف کوتاه در سیالات نیوتنی و غیر نیوتنی اختصاص یافته است [1-13]. اولین کارهای مربوط به مدل سازی رفتار سیالات پر شده با الیاف کوتاه مربوط به کارهای جفری [14] می باشد که در آن معادلات مربوط