

آیروژل و کاربرد آن در کشاورزی

فاطمه سلکی

آیروژل سبک‌ترین جامد موجود می‌باشد که ۵۰ تا ۹۹ درصد حجم آن‌ها از هوا تشکیل شده است که بر اساس مواد اولیه تشکیل دهنده آن‌ها به سه دسته کلی آیروژل‌های معدنی، آلی و طبیعی تقسیم می‌گردند. از ضایعات موجود در کشاورزی مانند کاه و کلش می‌توان برای تهیه آیروژل‌های سلولزی استفاده کرد. آیروژل‌ها در فیبرهای نوری، عایق‌های حرارتی، اپتیک، کاتالیزور، آکوستیک، میکروالکترونیک‌ها، خالص‌سازی مایعات و گازها، تصفیه فاضلاب، جمع‌آوری ضایعات هسته‌ای، سلول‌های خورشیدی، عایق‌های حرارتی در ساختار گلخانه‌ها و به طور کلی در صنایع مختلف از جمله هوا-فضا، هواپیماسازی، داروسازی و کشاورزی کاربرد دارد.



آیروژل‌ها مواد جامد متراکم با ساختاری متخلخل شبیه به لانه زنبور هستند. این مواد خاص نخستین بار توسط کیستلر در دهه ۱۹۳۰ میلادی کشف شدند. آیروژل‌ها بسیار سبک بوده و چگالی آن‌ها در حدود یک‌هزارم چگالی شیشه می‌باشد. سبک‌ترین آن‌ها آیروژل‌هایی هستند که بر اساس سیلیکا ساخته می‌شوند. در حدود ۵۰ الی ۹۹ درصد حجم آیروژل‌ها را هوا تشکیل می‌دهد. آیروژل‌ها به دود یخ‌زده، دود جامد، ابر جامد، دود آبی (به دلیل شفافیت و اشباع نور) معروف است.

آیروژل‌ها به طور کلی به آیروژل‌های معدنی، آلی و طبیعی تقسیم می‌شوند.

آیروژل‌های معدنی: آیروژل سیلیکا، اکسید تیتانیوم و زیرکونیا برخی از انواع آیروژل‌های معدنی هستند. فلزات و اکسیدهای نیمه‌هادی که به ژل قابل تبدیل بوده و آیروژل سنتز می‌کنند، آیروژل‌های معدنی می‌باشند. پایه آیروژل‌های معدنی تیتانیوم، زیرکونیوم، قلع، آلومینوم، وانادیوم، کروم، آهن، تانتالیوم، مولیبدن، نئوبیم می‌باشد که در مقادیر کم سنتز می‌شوند. سیلیکاژل اولین ژل معدنی می‌باشد که در شرایط اسیدی سنتز شده است. آیروژل‌های اکسیدی دوتایی و سه تایی نیز در طبقه‌بندی آیروژل‌های معدنی قرار می‌گیرند که به علت خاصیت سرامیکی، شکننده می‌باشند.

آیروژل‌های آلی: آیروژل‌های کربنی نیز در طبقه‌بندی آلیاژهای آلی قرار می‌گیرند. سنتز پلیمرهای آلی، آیروژل‌های آلی را تشکیل می‌دهد. رزوسینول-فرمالدهید و ملامین-فرمالدهید بیشترین موادی هستند که برای تهیه این آیروژل‌ها استفاده می‌شوند. شکنندگی آیروژل‌های آلی از آیروژل‌های معدنی کمتر می‌باشد. این آیروژل‌ها عایق‌های حرارتی خوبی در شرایط خلاء و محیط می‌باشند ولی شفاف نیستند.

آیروژل‌های آلی با روش گرماکافت در دمای بالاتر از ۵۰۰ درجه به آلیاژهای کربنی تبدیل می‌شوند. همچنین این آیروژل‌ها به شبکه کربنی هادی الکتریسته تبدیل می‌شوند. در روش گرماکافت سطح و خلل و فرج آیروژل حفظ می‌شود و در طی پیرولیز در دمای بیش از ۱۰۰۰ درجه سانتی‌گراد تعداد میکروپورها افزایش می‌یابد و در دما بالاتر از ۲۱۰۰ درجه سانتی‌گراد حجم حفره صفر شده و به حفره بسته تبدیل می‌شوند.

آیروژل‌های طبیعی: آیروژل‌های سلولزی در دسته آیروژل‌های طبیعی قرار می‌گیرند. سلولز یک پلی ساکارید بوده که دارای ویژگی‌هایی از جمله زیست تخریب پذیر، زیست تجدید پذیر و غیر سمی می‌باشد. موادی که دارای سلولز هستند و سلولز آن‌ها قابل جداسازی است، برای سنتز آیروژل مورد استفاده قرار می‌گیرند.

همان طور که ذکر شد آیروژل‌ها مواد سبک، متخلخل و شکننده می‌باشند. آیروژل‌ها از ژلی که مایع آن خارج شده و گاز جایگزین آن می‌شود و سپس به روش‌های مختلف از جمله فوق بحرانی خشک می‌شوند تشکیل می‌گردد. برای تهیه ژل از منابع مختلف استفاده می‌شود که این امر سبب تقسیم‌بندی آیروژل‌ها به انواع مختلف ذکر شده می‌گردد.

از آیروژل‌ها در محیط‌های خاص مانند راکتورهای هسته‌ای و عایق‌های حرارتی در خارج از اتمسفر (خلاء) استفاده می‌شود و علت آن ضعیف بودن پایداری محیطی و شکنندگی آن‌ها می‌باشد. با افزودن پلیمر کراسلینک استحکام آیروژل

در حدود ۳۰۰ برابر افزایش می‌یابد. از این آیروژل‌ها به عنوان عایق‌های الکتریکی، حرارتی، کاتالیست با کارایی بالا و کاربردهای اپتیکی استفاده می‌شود.

آیروژل‌ها از مواد مختلفی به دست می‌آیند. در بخش کشاورزی سالانه مقدار زیادی ضایعات از جمله کاه و کلش گندم، برنج، باگاس نیشکر، برگ و شاخه درختان و ... تولید می‌شود که منبع سلولز می‌باشند و از آن‌ها می‌توان برای تهیه آیروژل‌های سلولزی استفاده کرد. با تولید آیروژل‌ها می‌توان ضایعات ناشی از کشاورزی را مدیریت کرد و در عوض یک ماده پرکاربرد در صنایع مختلف تولید کرد. علاوه بر ضایعات ناشی از کشاورزی از ضایعات کاغذ و همچنین از الیاف‌هایی مانند پنبه نیز آیروژل قابل تولید است.

کاربرد آیروژل‌ها عبارتند از: فیبرهای نوری، عایق‌های حرارتی، اپتیک، کاتالیزور، آکوستیک، میکروالکترونیک‌ها، خالص‌سازی مایعات و گازها، تصفیه فاضلاب، جمع‌آوری ضایعات هسته‌ای و همچنین آیروژل‌ها در صنایع مختلف از جمله هوا - فضا، هواپیماسازی، داروسازی و کشاورزی کاربرد دارد.

از آیروژل‌ها در فیبرهای نوری به دلیل داشتن ضریب شکست پایین استفاده می‌شود. همچنین به دلیل داشتن هدایت گرمایی پایین در سیستم‌های گرمایشی و سرمایشی، باتری‌ها، عایق‌های لوله، مخازن گرما و سرما و لوله آگروز ماشین استفاده می‌شوند.

داشتن هدایت گرمایی پایین از جمله ویژگی‌های مهم آیروژل‌ها در جذب و ذخیره‌سازی گرما می‌باشد و به همین جهت مناسب استفاده در عایق‌ها می‌باشند. از ویژگی ذکر شده در سلول‌های خورشیدی و صنعت کشاورزی به منظور افزایش بازده استفاده می‌شود.

همان طور که ذکر شد، یکی از کاربرد آیروژل‌ها در سلول‌های خورشیدی می‌باشد. از آن جا که آیروژل‌ها شفاف و دارای کمترین مقدار هدایت گرمایی نسبت به سایر عایق‌ها می‌باشند، جهت جذب و ذخیره‌سازی انرژی به صورت پوشش جاذب در سلول‌های خورشیدی به کار می‌روند.

همچنین از آیروژل‌ها به عنوان عایق گرما و سرما در ساختار گلخانه‌ها استفاده می‌شود. عایق‌بندی گلخانه تأثیر بسزایی در کنترل دمای درون گلخانه در فصل زمستان دارد. به منظور حفظ دمای مناسب باید از عایق‌بندی مناسب استفاده شود. استفاده از آیروژل‌ها در کشاورزی نوین به عنوان عایق، به دلیل داشتن هدایت گرمایی پایین در حفظ دمای گلخانه نقش مهمی را دارا می‌باشند. آیروژل‌ها در مقایسه با پوشش‌های پلاستیکی که بر روی سقف گلخانه‌ها کشیده می‌شوند، هدایت گرمایی بسیار پایین‌تری دارند.

استفاده از آیروژل‌ها به منظور حفظ گرمای زمین از دیگر کاربردهای آیروژل در صنعت کشاورزی است. در مقایسه با سقف و دیوارها میزان هدر رفت گرما از زمین ناچیز می‌باشد، ولی به دلیل تأثیر مستقیم این امر در رشد چهارپایان و دام و طیور که بر روی زمین زندگی می‌کنند دارای اهمیت می‌باشد. به همین منظور وجود یک لایه عایق بر روی زمین ضروری است.