ساخت و ارزیابی افشانک مخروطی توخالی با استفاده از نانوکامپوزیت‌های سرامیکی

فرید امیرشقاقی[1*]، هومن شریف نسب[2]

۱- مربی پژوهشی، بخش تحقیقات فنی و مهندسی، مرکز تحقیقات کشاورزی آذربایجان غربی.
farid.amirshaghaghi@gmail.com
۲- استادیار پژوهشی، بخش تحقیقات مهندسی ماشینها و مکانیزاسیون کشاورزی، موسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی

چکیده

افشانک‌ها مهم‌ترین و انتهایی‌ترین قسمت یک سمپاش هستند، که برای پخش مایع سم به صورت یکنواخت در یک دبی مشخص به کار می‌روند. این تحقیق به منظور ارتقاء کیفیت افشانک‌ها با افزودن نانو مواد در مقیاس میکرونی و نانوئی به سرامیک انجام شد. برای ساخت افشانک مخروطی توخالی از ماده سرامیکی آلومینا که با مواد شیمیایی خورنده کمترین واکنش را داشته و از نظر اقتصادی مقرون به صرفه است، استفاده شد و برای بهبود مقاومت در برابر شکنندگی و افزایش میزان چقرمگی آن، زیرکونیای پایدار شده با ایتریم اضافه گردید. برای تولید افشانک از روش پرس تک محور استفاده شد و در نهایت برای تولید قطعه نهایی، عمل تف‌جوشی در دمای ۱۶۵۰ درجه سلسیوس به مدت یک ساعت انجام پذیرفت. افشانک ساخته شده به قطر اصلی ۱۵ میلی‌متر و قطر روزنه ۲ میلی‌متر بود. نتایج آزمون افزایش میزان دبی خروجی نسبت به زمان نشان داد میزان افزایش دبی در افشانک کامپوزیت آلومینا، ایتریم و زیرکونیا در مقایسه با افشانک سرامیکی مرسوم پس از ۵۰ ساعت آزمون تحت شرایط استاتیکی، به میزان ۳۵-۳۰ درصد کاهش یافته بود.

واژه‌های کلیدی: افشانک، سرامیک، مخروطی توخالی، نانو کامپوزیت

مقدمه

افشانک[1] وسیله‌ای است که محلول مورد پاشش را به صورت ذرات ریز با الگوی معین پخش می‌نماید. نوک افشانک در بدنه افشانک قرار می‌گیرد و بسته به نوع سمپاش و ابعاد مختلف افشانک‌ها، نوک‌ها با هم متفاوت می‌باشند. عوامل اصلی در انتخاب نوک عبارتند از: جنس مواد، الگوی پخش، زاویه پاشش و میزان محلول‌دهی. نوک افشانک ممکن است از آلومینیوم، برنج، نایلون، فولاد ضدزنگ یا از مواد دیگری ساخته شود. انتخاب نوع مواد به قیمت، میزان سایش و نوع سم بستگی دارد. در حالت کلی افشانک‌ها از نظر الگوی پاشش دو نوع بادبزنی و مخروطی می‌باشند. افشانک بادبزنی دارای یک شکاف خطی است که محلول تحت فشار با الگوی پاشش به شکل صفحه تخت بادبزنی از آن خارج و اثر آن روی هدف خطی می‌باشد. در افشانک مخروطی الگوی پاشش به شکل مخروطی (توپر، توخالی) می‌باشد (بی‌نام، ۱۳۸۳).

1- Nozzle

در جهت بهبود روش کاربرد آفت‌کش‌ها و مصرف بهینه سموم و جلوگیری از آلودگی محیط زیست، دستاندرکاران و اندیشمندان، دو روند اساسی را مدنظر قرار داده‌اند:

۱- اصلاح ادوات: در این بخش اهمیت بیشتری به اصلاح طراحی قطعات سمپاش داده می‌شود که عمدتاً دربرگیرنده کنترل کننده‌های مهندسی برای کاهش آلودگی، طراحی و ساخت افشانک‌های مناسب می‌باشد. در این حالت بهینه‌سازی مصرف سم با حداقل هزینه صورت می‌گیرد.

۲- بهبود فناوری: کاربرد روش‌هایی که استفاده موثر از مقادیر کم مواد شیمیائی را عملی ساخته و اثر منفی بقایای سموم را کاهش می‌دهند که با توسل به روش‌ها و ادوات جدید میسر می‌گردد و معمولاً نیاز به هزینه و سرمایه‌گذاری دارد (Ozkan, 1997).

نگاهی به نحوه خرد شدن و اصابت مواد شیمیائی به هدف مورد نظر، نشان می‌دهد که قطرات سم در اثر بادبردگی، تبخیر، کاربرد نامناسب، انعکاس و بازگشت از هدف مورد نظر به علت بزرگ بودن اندازه قطرات نه تنها در مقابله با آفات و بیماری‌های گیاهی موثر واقع نمی‌شوند، بلکه باعث تکرار عملیات سمپاشی، افزایش هزینه عملیات داشت و آلودگی محیط زیست می‌گردد. افشانک‌ها مهم‌ترین و انتهائی‌ترین قسمت یک سمپاش هستند که برای پخش محلول سم به صورت یکنواخت در روی هدف مورد نظر به کار می‌روند. انتخاب صحیح و کاربرد افشانک در درجه اول اهمیت برای کاربرد دقیق هر آفت‌کش می‌باشد. کلیه فناوری‌های ساخت در یک سمپاش بکار گرفته می‌شود تا در محل خروجی سمی با ذرات یکنواخت و قطر مناسب به تعداد لازم خارج گردد. نتایج یک تحقیق نشان داد که در افشانکهای ایرانی، الگوهای پخش نامنظم بوده و تشابهی به یک توزیع مثلثی نداشت که این امر به دلیل عدم تقارن و ظرافت لازم در طراحی و ساخت اجزاء افشانکها به خصوص در قسمت روزنه بود. با توجه به نتایج حاصل، افشانکهای ایرانی مورد آزمون برای استفاده در سمپاشهای پشت تراکتوری، به علت غیر یکنواختی زیاد توصیه نمی‌گردد (امیرشقاقی، ۱۳۷۷) .

نتایج حاصل از یک طرح تحقیقاتی نشان داد که میزان مصرف سم در روش مرسوم در باغات سیب در حجم بالا قرار داشت که علت این امر مستهلک شدن قطعات به خصوص افشانک‌ها و استفاده از لانس‌های غیراستاندارد بود که باعث شده بود میزان مصرف محلول سم به نحو غیرقابل قبولی افزایش یابد (امیرشقاقی، ۱۳۸۷). نتایج بررسی شش نوع افشانک بادبزنی (۱۱۰۰۴، ۸۰۰۳ و ۱۱۰۰۲) پشت تراکتوری ساخت داخل از نظر یکنواختی و الگوی پاشش، دبی، همپوشانی و زاویه پاشش نشان داد که بین تیمارهای نوع افشانک، یکنواختی در الگوی پاشش و همپوشانی وجود ندارد. در هر گروه اختلاف تیمارها در سطح ۱٪ بسیار معنی دار بود و نشان داد که این نازل‌ها فاقد کارایی مناسب می‌باشند (شیروانی فیل آبادی، ۱۳۷۸). طی بررسی که در کشور سوئد انجام شد، مشخص گردید که از ۴۲۲ سمپاش مورد بررسی، ۵۲ درصد افشانک‌ها خراب و علاوه بر این در ۲۶ درصد پمپ سمپاش‌ها اشکال فنی داشت. بی‌توجهی به تنظیم سمپاش‌ها، کیفیت پایین افشانک ها و سایر متعلقات آن به طور معنی‌داری تلفات محلول سم را افزایش داده است (عاقل، ۱۳۷۹).

در تحقیقی که برای انواع جنس‌های مختلف افشانک‌های سمپاش بوم‌دار صورت گرفت، بررسی کنندگان میزان سایش افشانک‌ها را در مدت زمان۴۰ ساعت ارائه کردند. نتایج نشان داد که سرامیک و فولاد سخت ضد زنگ مقاومت بیشتری در برابر سایش دارند اما گران‌تر نیز هستند، نوک‌های فولادی ضد زنگ مقاومت عالی در برابر سایش مواد خورنده و ساینده دارند. نوک‌های پلاستیکی در برابر خوردگی و سایش مقاوم هستند و از نظر اقتصادی مقرون به صرفه‌اند. نوک‌های برنجی بسیار مرسوم هستند اما توصیه نمی‌شوند زیرا زمانی که با یک ماده ساینده، مانند پودر خیس شونده یا کودهای مایع به کار برده می‌شوند به سرعت ساییده می‌شوند (Wolf *et al*., 2002).

فناوری نانو، به توانایی کار کردن در تراز اتمی، مولکولی و فرا مولکولی در ابعاد بین ۱ تا ۱۰۰ نانومتر با هدف ساخت و دخل و تصرف در چگونگی آرایش اتم‌ها و مولکول‌ها اطلاق می‌شود (Wilson, 2002). کامپوزیت‌ها[1] یا مواد مرکب، از جمله مواد مهندسی و ساختمانی جدیدی هستند که در توسعه و کاربرد آنها متخصصین فراوانی از رشته‌های مختلف مانند متالوژی، سرامیک، پلیمر و غیره سهم به سزایی دارند. کامپوزیت از ترکیب و اختلاط چند ماده حاصل می‌شود و منظور از ترکیب و اختلاط، فیزیکی است نه شیمیایی، به طوری که اجزای تشکیل دهنده ماهیت شیمیایی و طبیعی خود را کاملاً حفظ می‌کنند. با توجه به اینکه کامپوزیت‌ها ترکیب دو یا چند ماده در همدیگر هستند، می‌توان گفت که یکی از این فازها باید در برگیرنده فازهای دیگر باشد، به چنین فازی که درصد حجمی و وزنی آن از دیگر فازها بیشتر است و به صورت پیوسته می‌باشد زمینه یا ماتریس گفته می‌شود. این زمینه‌ها در مواد مرکب صرف‌نظر از اینکه توسط الیاف تقویت می‌شوند، خود نیز نقش چسباندن الیاف به یکدیگر جهت انتقال تنش‌های وارد به فاز الیاف، محافظت از الیاف در برابر عوامل مکانیکی و جوی همچون رطوبت را نیز به عهده دارند. فلزات، سرامیک‌ها و پلیمرها به ویژه پلاستیک‌ها از جمله پرمصرف‌ترین مصالح موجودند و به این جهت این مواد مورد استفاده در کامپوزیت‌ها را تشکیل می‌دهند (بی‌نام، ۱۳۸۴). نانوکامپوزیت‌ها مواد مرکبی هستند که لااقل یکی از اجزای تشکیل دهنده آن‌ها دارای ابعادی در محدوده نانومتری، بین ۱ تا ۱۰۰ نانومتر باشد. این مواد به عنوان جایگزین مناسب برای غلبه بر محدودیت‌هایی که میکروکامپوزیت‌ها و مواد یکپارچه دارند، استفاده می‌شوند. (Camargo and Satyanarayan, 2009).

سرامیک‌ها از مقاومت و پایداری گرمایی و شیمیایی مناسب برخوردار هستند اما به دلیل پیوندهای از نوع اشتراکی و یونی و در نتیجه محدودیت تغییر شکل پلاستیک ترد می‌باشند (Niihara, 1991)، در این شرایط استحکام خمشی کم سرامیک‌ها مشکل اساسی در استفاده وسیع آن‌ها در صنایع است. به منظور غلبه بر این محدودیت توجه زیادی بر روی نانوکامپوزیت‌های سرامیکی شده است که به طور عمده افزایش بارز خواص مکانیکی مد نظر بوده است (Niihara, 1999; Manocha *et a* ., 2006). سرامیک‌های آلومینا به علت داشتن مقاومت حرارتی، خوردگی، شیمیایی، سایش و غیره از مهم‌ترین سرامیک‌های ساختاری هستند. اما مشکل اصلی در استفاده از آن‌ها داشتن خاصیت ترد و شکنندگی است. به‌کارگیری فناوری نانو و افزودن مواد به زمینه آن باعث

1- Composite

بهبود استحکام شکست آن‌ها شده است. چقرمه کردن ناشی از دگرگونی فاز، روشی برای حصول سفتی (چقرمگی)[1] و استحکام بالا در سرامیک‌ها است (Richerson, 2005).

ماده سرامیکی یا افزودنی کلیدی در این موارد زیرکونیا[2] است. زیرکونیا از ساختار بلوری چهار وجهی توسط یک دگرگونی فازی مارتنزیتی به ساختار بلوری منوکلینک در هنگام سرد کردن از دمای تقریبی ۱۱۵۰ درجه سلسیوس تبدیل می‌شود. با کنترل ترکیب شیمیایی، اندازه ذرات، چرخه عملیات حرارتی، زیرکونیا می‌تواند در دمای بالا چگال شود و به گونه‌ای خنک گردد که فاز چهار وجهی به صورت دانه‌های منفرد یا به صورت رسوب‌هایی در دمای محیط باقی بماند. فاز چهار وجهی فازی تعادلی در دمای محیط نیست و معمولاً به صورت خود به خود به فاز منوکلینک پایدار، تبدیل می‌شود. این چنین تحولی مستلزم افزایش حجم است. زمانی‌که تنشی به زیرکونیا اعمال شود و ترک سعی به گسترش داشته باشد، دانه‌های زیرکونیاهای چهار وجهی نیمه پایدار در مجاورت نوک ترک، می‌توانند منبسط و به شکل بلورهای منوکلینک پایدار، تبدیل شوند (Erdem, 2006). در میان شکل‌های مختلف زیرکونیای پایدار شده، زیرکونیای پایدار شده با ایتریا بیشترین کاربرد را در دماهای بالا دارد (Ghosh *et al*., 2006). زیرکونیای پایدار شده با ایتریا[3] به خاطر داشتن خواصی مانند هدایت یونی، پایداری حرارتی بالا، استحکام مکانیکی بالا، چقرمگی و مقاومت در برابر سایش، کاربردهای فراوانی در حسگرهای اکسیژن، پیل‌های سوختی، مواد لیزری و شیشه‌های مادون قرمز دارد (Prabhakaran *et al*., 2007). برای افزایش چقرمگی و استحکام سرامیک‌های بر پایه آلومینا، افزودن حدود ۲۰-۱۰ درصد حجمی از فاز چهار وجهی زیرکونیا مناسب است (Biamino, 2006; De Azaa *et al*., 2002).

هدف از این مطالعه بهینه‌سازی و نوآوری در ساخت افشانک‌ها بود که متاسفانه در داخل کشور به صورت غیر استاندارد و با مواد بی‌کیفیت ساخته می‌شوند. افزودن نانو مواد به آن به عنوان یک راه حل جدید در این تحقیق اجرا شد.

مواد و روش‌ها

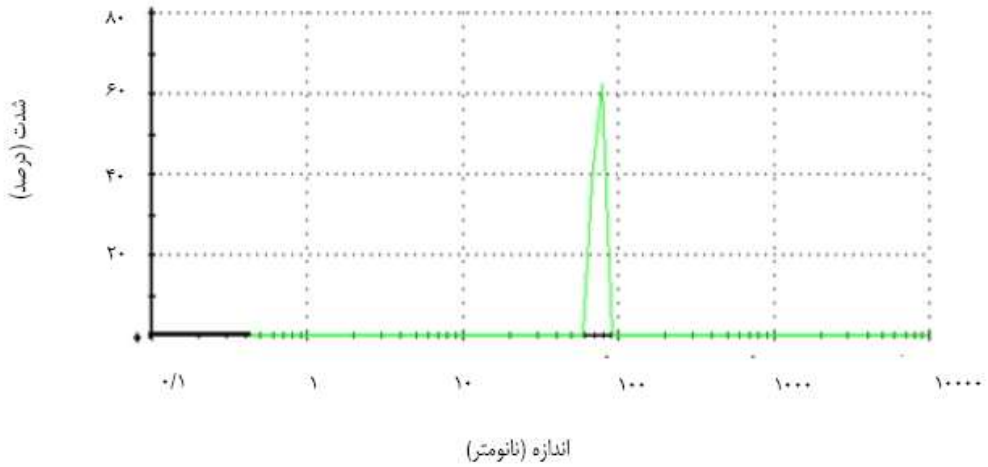
مراحل تهیه مواد وساخت افشانک مخروطی توخالی به ترتیب شامل تهیه مواد اولیه شامل پودر آلومینا و پودر زیرکونیای پایدار شده با ایتریم، طراحی و ساخت قالب‌ها، تهیه نمونه‌های مربوطه با عملیات پرس‌کاری، تف‌جوشی[4] نمونه‌ها برای رسیدن به چگالی بالا و انجام آزمون‌های مربوطه برای تعیین کیفیت محصولات بود. خصوصیات مواد مورد استفاده در این تحقیق در جدول۱ خلاصه شده است.

1- Toughness
2- Zirconia
3- Zirconia reinforced with yttria
4- Sintering

جدول ۱. خصوصیات مواد مورد استفاده در تولید و شکل‌دهی نانو کامپوزیت‌ها

ماده شیمیایی	نقش	فرمول شیمیایی	خصوصیات
آلفا– آلومینا	پودر سرامیک	α-Al_2O_3	اندازه متوسط قطر ذرات ۱ میکرون
زیرکونیای پایدار شده با ایتریا	پودر سرامیک	ZrO_2-Y_2O_3	پودر سفید با متوسط اندازه ۹۰ نانومتر

تصاویر حاصل از میکروسکوپ الکترونی روبشی[1] (نوع XL30، ساخت شرکت فیلیپس) از پودرهای تهیه شده نشان داد ذرات آلومینا در اندازه‌های میکرونی و ذرات زیرکونیای پایدار با ایتریا در اندازه‌های نانومتری بود. دستگاه اندازه‌گیری توزیع اندازه ذرات[2] نیز تأییدکننده اندازه نانومتری ذرات بود (شکل۱).



شکل۱. توزیع اندازه ذرات نانو پودر زیرکونیای پایدار شده با ایتریا

برای تهیه مخلوط پودر نانو کامپوزیت آلومینای چقرمه شده با زیرکونیای پایدار شده، به نسبت ۱۰/۹۰ درصد حجمی از این پودرها در درون دستگاه آسیاب ماهواره‌ای[3] ریخته شد و به مدت سه ساعت هم زده شد. با توجه با اینکه نمونه‌های سرامیکی بعد از فرآیند تف‌جوشی دچار جمع‌شدگی می‌شوند ابتدا نمونه ساده‌ای از آن ساخته شد و سپس بعد از محاسبه میزان جمع‌شدگی آن، قالبی استوانه‌ای شکل از جنس فولاد ضد زنگ تهیه گردید.

1- Scanning Electron Microscope (SEM)
2- Dynamic Light Microscopy (DLS)
3- Ball mill

پرس‌کاری با قرار دادن پودر درون یک قالب و اعمال فشار برای رسیدن به تراکم مطلوب انجام می‌شود. پرس‌کاری مانند تمام فرآیندهای شکل‌دهی سرامیک‌ها شامل یک سلسله مراحلی است که باید با دقت کنترل شود تا به یک محصول قابل قبولی دست یافت. در این تحقیق از پرس تک محوری دستی ۳۰ تنی استفاده شد. برای انجام عملیات پرس‌کاری ابتدا مخلوط پودر نمونه تهیه شده به مقدار یک گرم در داخل نیمه استوانه توخالی کوچک ریخته و پس از قرار دادن نیمه دوم استوانه در روی آن و قرار دادن استوانه کامل (سمبه) در داخل ماتریس، پس از ساخت چند نمونه و تعیین فشار و زمان پرس‌کاری مطلوب به صورت عملی، نمونه‌ها تحت فشار ۹۰ کیلوگرم بر سانتیمترمربع (۹×۱۰^{۶} پاسکال) به مدت ۲۰ ثانیه قرار داده و پس از اتمام عملیات نمونه افشانک از داخل قالب درآورده و عملیات ساخت نمونه‌های بعدی مطابق نمونه اول انجام شد.

به منظور بهبود چگالی نمونه‌های افشانک، عملیات تف‌جوشی با استفاده از یک کوره دما بالای مدل F3L-1720 انجام شد. نمونه‌ها پس از مرحله ساخت با قالب تحت پرس تک محور در داخل کوره قرار داده شد دمای کوره با نرخ ۱۰ درجه بر دقیقه تا دمای ۱۶۵۰ درجه سلسیوس افزایش داده شد و سپس در دمای ۱۶۵۰ درجه سلسیوس به مدت یک ساعت قرار گرفتند تا عملیات حرارتی در تمام بدنه افشانک به طور یکنواخت اعمال گردد. در شکل ۱۴ نمونه افشانک‌ها پس از عملیات حرارتی تف‌جوشی نشان داده شده است.

شکل۲. نمونه نهایی افشانک‌ها پس از عملیات حرارتی تف‌جوشی

تجهیزات و آزمون‌های مورد استفاده در این تحقیق به شرح زیر است:

۱- آزمون پراش اشعه ایکس[1] :

پراش اشعه ایکس یک روش غیرمخرب است که اطلاعات جامعی درباره ترکیبات شیمیایی و ساختار کریستالی مواد طبیعی و صنعتی ارائه می‌دهد. هر ساختار کریستالی، الگوی اشعه X منحصر به فرد خود را داراست که برای انگشت‌نگاری و تعیین هویت از آن استفاده می‌شود. دستگاه XRD امکان تهیه الگوی پراش مواد را فراهم می‌نماید. در این روش از پراش اشعه X جهت بررسی ویژگی‌های نمونه استفاده می‌شود، منظور از پراش همان رفتار اشعه ایکس می‌باشد. دستگاه پراش اشعه X مورد استفاده مدل XPERT ، ساخت هلند بود.

۲- میکروسکوپ الکترونی روبشی: این میکروسکوپ، یکی از روش‌های تولید تصاویر به وسیله روبش یک پرتو الکترونی روی سطح نمونه است. در SEM نمونه با پرتو الکترونی باریکی به قطر ۱۰۰ آنگستروم بمباران می‌شود. در اثر برخورد پرتوهای الکترونی با نمونه، الکترون‌های ماده برانگیخته می‌شوند و در هنگام بازگشت به مدار اصلی خود به شکل پرتو الکترونی از سطح نمونه منتشر شده و توسط یک آشکارساز جمع‌آوری و آنالیز می‌شوند. با استفاده از این میکروسکوپ، نحوه قرارگیری، اندازه و خواص سطحی مواد در مقیاس نانومتری مورد بررسی قرار گرفت و همچنین از حالت SEM-Mapping برای اندازه‌گیری میزان پخش عناصر در داخل قطعات استفاده شد.

۳- آزمون تغییرات میزان دبی خروجی نسبت به زمان:

آزمون‌های تحقیق با توجه به استاندارد ملی ایران به شماره ۵۸۸۶ انجام شد. از هر نوع افشانک به تعداد پنج عدد انتخاب و در فشار ۲ بار در بازه زمانی ۵۰-۰ ساعت در زمان‌های ۱ ، ۲ ، ۳ ، ۴ ، ۵ ، ۸ ، ۱۰ ، ۱۵ ، ۲۰ ، ۲۵ ، ۳۰ ، ۴۰ و ۵۰ ساعت میزان دبی خروجی اندازه‌گیری شد. مایع آزمون آب کشاورزی و زمان اندازه‌گیری در هر داده‌برداری، ۶۰ ثانیه بود. در نهایت میانگین میزان خروجی پنج افشانک به دست آمد و تغییرات میزان خروجی را به عنوان تابعی از زمان ترسیم گردید.

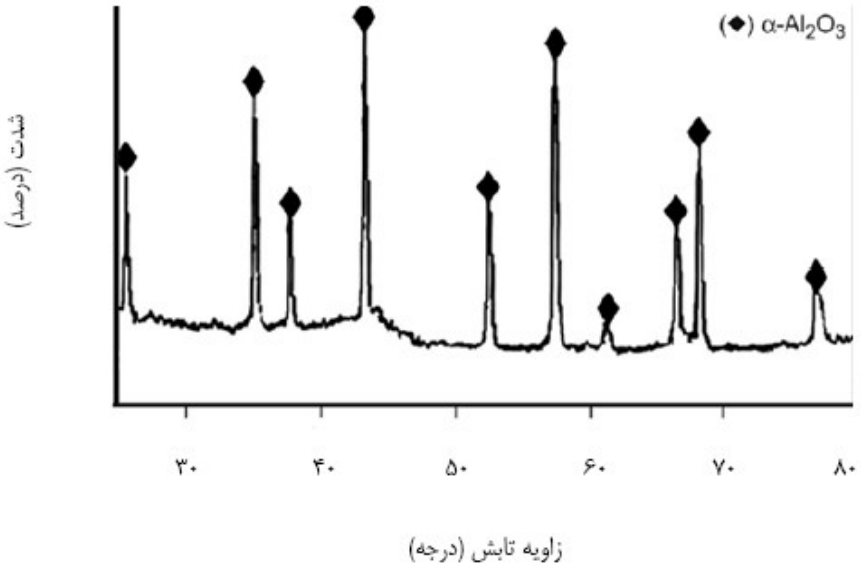
نتایج و بحث

نتایج تحلیل آزمون XRD در سه نوع ترکیب ماده در ساخت افشانک‌ها

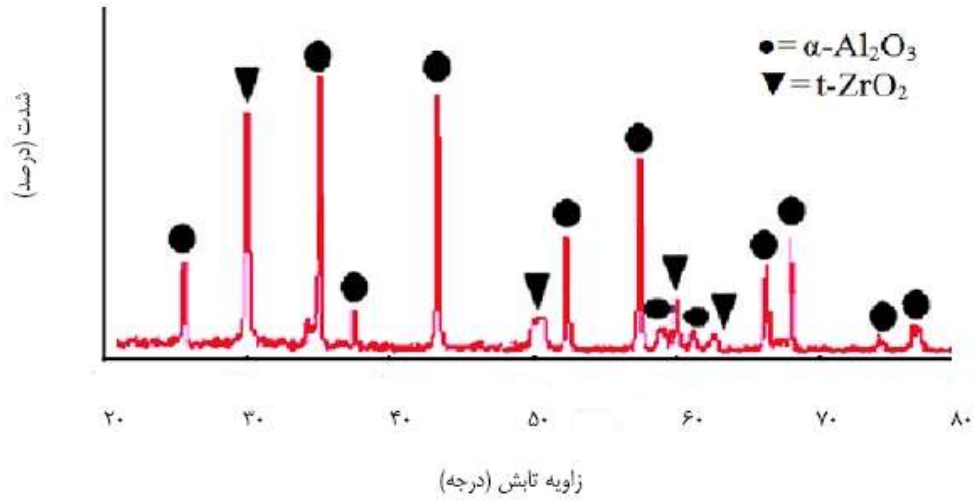
تحلیل XRD نمونه‌های نانو کامپوزیت آلومینای چقرمه شده با زیرکونیا در حضور پایدار کننده ایتریا (Al_2O_3-ZrO_2-Y_2O_3)، زیرکونیای پایدار شده با ایتریا (ZrO_2-Y_2O_3) و آلومینا نشان‌دهنده وجود فازهای مربوطه است (شکل‌های ۳، ۴ و ۵). شکل۳ نشان می‌دهد که افشانک ساخته شده از پودر آلومینا در فاز آلفا آلومینا است و تغییری در فاز آن ایجاد نشده است که با توجه به پایداری فاز آلفا الومینا قابل پیش بینی نیز بود. شکل۴ نشان دهنده فازهای موجود در قطعه سرامیکی افشانک حاوی پودر مخلوط شده می‌باشد که بعد از انجام فرآیند تف‌جوشی فاز زیرکونیا در حالت تتراگونال باقی مانده که این امر کمک به چقرمه شدن

1- X-Ray Diffraction (XRD)

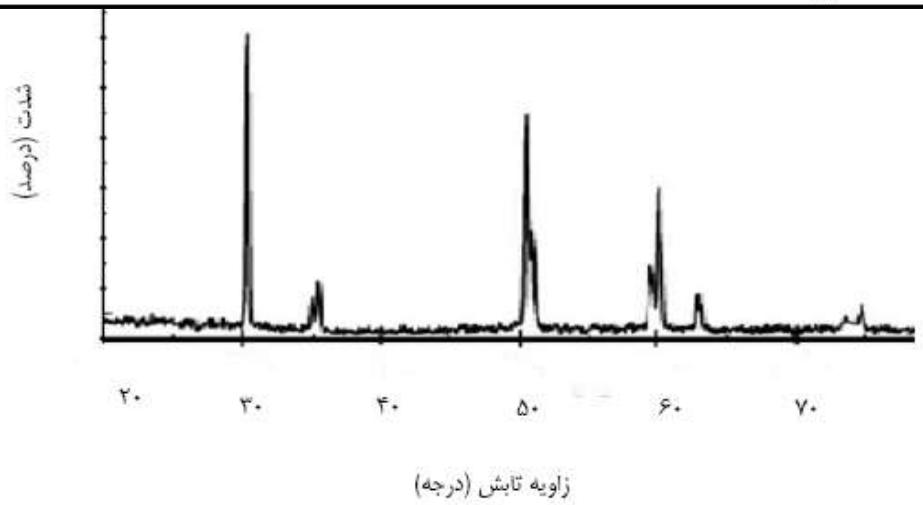
آلومینا می‌کند. شکل ۵ زیرکونیای پایدار شده با ایتریوم است که نشان می‌دهد نمونه ساخته شده در فاز تتراگونال شکل گرفته است.



شکل۳. تحلیل XRD نمونه افشانک ساخته شده از پودر آلومینا



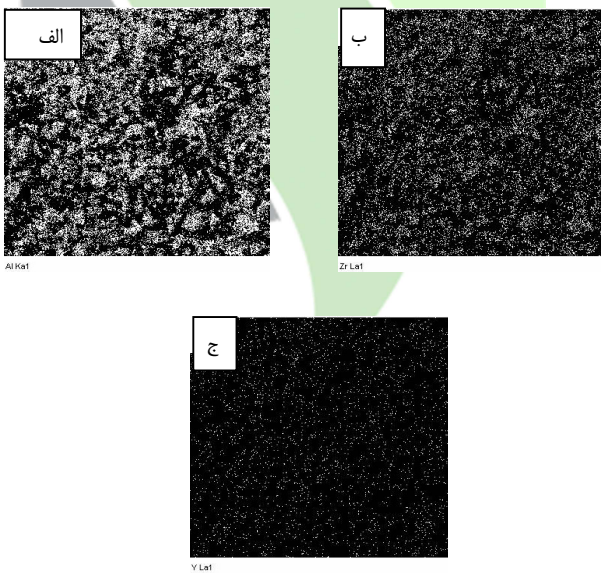
شکل ۴. تحلیل XRD نانو کامپوزیت Al_2O_3-ZrO_2-Y_2O_3



شکل۵. تحلیل XRD نانو کامپوزیت ZrO_2-Y_2O_3

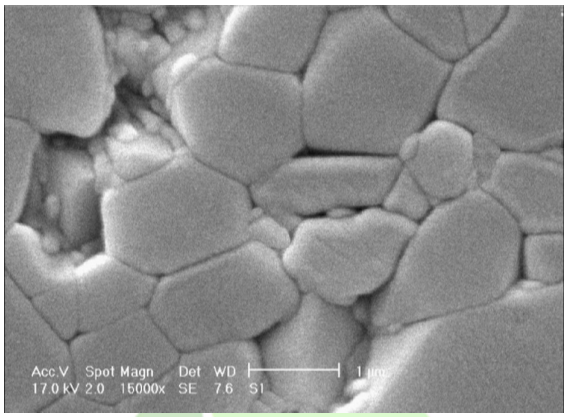
نتایج بررسی میزان یکنواختی نمونه‌ها با میکروسکوپ الکترونی روبشی

برای اینکه نمونه‌های ساخته شده دارای خواص بهتری باشند باید توزیع مواد در داخل آن به صورت یکنواخت باشد. برای بررسی میزان یکنواختی نمونه‌های ساخته شده آزمون SEM-Mapping انجام شد. نتایج حاصل مطابق شکل۶ نشان داد که توزیع عناصر Al, Zr, Y در نانو کامپوزیت Al_2O_3-ZrO_2-Y_2O_3 تقریباً یکنواخت است.

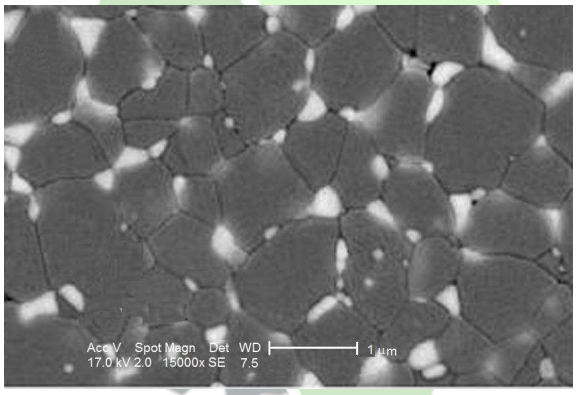


شکل۶. تصویر SEM-Mapping از نانو کامپوزیت Al_2O_3-ZrO_2-Y_2O_3، توزیع عناصر الف- Al، ب- Zr ، ج- Y

بررسی تصاویر SEM (شکل۷) تهیه شده از نمونه‌ها بعد از عمل تف‌جوشی نشان از تف‌جوشی مناسب قطعات و تشکیل قطعه نانو کامپوزیتی (شکل۸) می‌باشد. در شکل ۸ نقاط تیره و سفید به ترتیب مربوط به عناصر آلومینا و زیرکونیای پایدار شده با ایتریوم است. برای تهیه این تصاویر بعد از انجام عمل برش توسط تیغه الماسه بر روی نمونه‌ها، عمل اچ حرارتی بر روی آنها انجام شد.



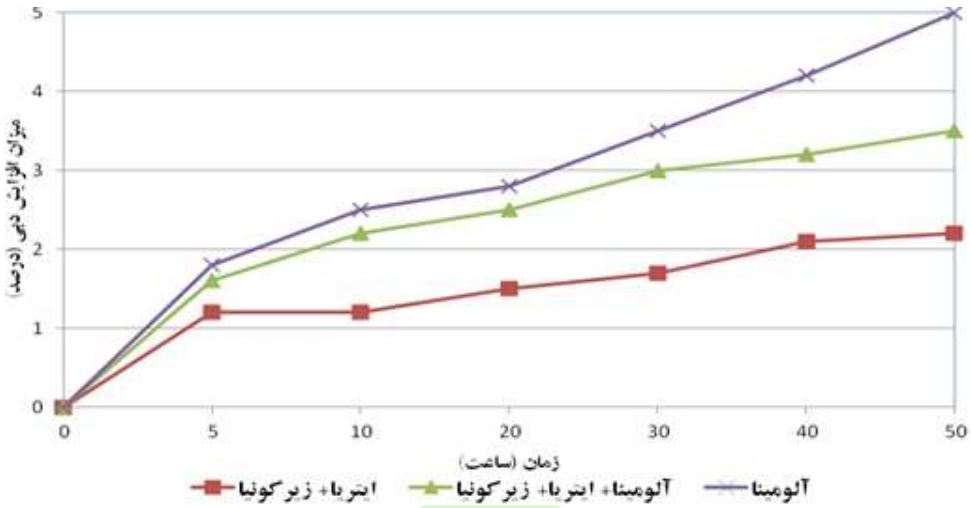
شکل۷. تصاویر SEM از آلومینا در ۱۶۵۰ درجه سلسیوس



شکل۸. تصویر SEM از نمونه نانو کامپوزیت آلومینا– زیرکونیای پایدار شده در ۱۶۵۰ درجه سلسیوس

نتایج تغییرات میزان جریان در نتیجه ساییدگی در سه نوع افشانک

در طول زمان عملیات سمپاشی، جریان مایع محلول شیمیایی باعث تخریب و گشادشدگی روزنه افشانک می‌شود هم چنین میزان جریان مایع خروجی افزایش می‌یابد. نتایج آزمون تغییرات میزان دبی خروجی نسبت به زمان (شکل ۱۰) نشان داد که میزان افزایش دبی در افشانک کامپوزیت آلومینا، ایتریم و زیرکونیا (Al_2O_3+ ZrO_2+ Y_2O_3) در مقایسه با افشانک سرامیکی مرسوم (Al_2O_3)، پس از ۵۰ ساعت آزمون تحت شرایط استاتیکی، به میزان ۳۵–۳۰ درصد کاهش یافته است.



شکل ۹. رابطه بین میزان افزایش دبی در افشانکهای مختلف در طول ۵۰ ساعت آزمون

نتیجه‌گیری

نتایج کلی تحقیق نشان داد که افزودن نانو مواد به ساختار سرامیکی به عنوان یک راه حل جدید موثر بود و افشانک کامپوزیت آلومینا، ایتریم و زیرکونیا به عنوان تیمار برتر معرفی شد. با توجه به لزوم کاهش مصرف مواد شیمیایی و حفاظت از منابع پایه، حرکت در راستای توسعه و بهبود مکانیزاسیون با رویکرد اصلاح ادوات و بهبود کیفیت و استانداردسازی تولید به عنوان یک راه‌حل کم هزینه باید در اولویت کاری قرار گیرد.

منابع

۱- امیرشقاقی، ف. ۱۳۷۷. بررسی و ارزیابی یکنواختی پاشش در نازل‌های سمپاش پشت تراکتوری. پایان نامه کارشناسی ارشد. دانشگاه تربیت مدرس، دانشکده کشاورزی.

۲- امیرشقاقی، ف.۱۳۸۷. بررسی و مقایسه دو روش سمپاشی الکترواستاتیکی و میکرونر با سمپاشی رایج در باغات سیب. گزارش نهایی به شماره ۸۷/۱۵۹۱ . موسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی.

۳- بی‌نام. ۱۳۸۴. کاربرد فناوری نانو کامپوزیت‌ها در صنعت. www.nanoclub.ir.

۴- بی‌نام.۱۳۸۳. ماشین‌های کشاورزی- تجهیزات حفظ نباتات- افشانک‌های سمپاشی. استاندارد ملی به شماره ۷۸۰۷. چاپ اول. انتشارات موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران.

۵- شیروانی فیل آبادی، م. ت. ۱۳۷۸. آزمایش و ارزیابی شش نوع نازل سمپاش پشت تراکتوری. پایان نامه کارشناسی ارشد. دانشگاه شهید چمران اهواز، دانشکده کشاورزی.

۶- عاقل، ح. ۱۳۷۹. سمپاش‌ها، ساختمان و تنظیمات. انتشارات بارثاوا.

7- Biamino, S., P. Fino., M. Pavese., and C. Badini.2006. Alumina–Zirconia–Ytt Nanocomposites Prepared by Solution Combustion Synthesis, Ceramics International, 32: 509-513.

8- Camargo, P., and K. Satyanarayan.2009. Nanocomposites:Synthesis,Structure, Properties and New Application Opportunities, Materials Research, 12: 1-39.

9- De Azaa, A.H., J. Chevaliera., G. Fantozzia., M. Schehlb., R. Torrecillas.2002. Crack Growth Resistance of Alumina, Zirconia and Zirconia Toughened Alumina Ceramics for Joint Prostheses, Biomaterials, 23: 937-945.

10- Erdem, S.2006. Synthesis and Characterization of Hydroxyapatite-Alumina-Zirconia Biocomposite, Master of Science Dissertation, Graduate School of Engineering and Sciences Izmir Institute of Technology.

11- Ghosh, A., A.K. Suri., M. Pandey., S. Thomas., T.R. Rama Mohan., B.T. Rao.2006. Nanocrystalline Zirconia-Yttria System–a Raman Study, Materials Letters, 60: 1170-1173.

12- Manocha, L.M., J. Valand., N. Patel.2006. Nanocomposite for Structural Application, Indian Journal of Pure & Applied Physics, 44: 135-142.

13- Niihara, K.1991. New Design Concept of Structural Ceramics—Ceramic Nanocomposites, J. Ceram. Soc. Japan, 99: 974–982.

14- Ozkan, E.1997. Reducing spray drift. Ohio state university extension bulletin, Bulletin 816.

15- Prabhakaran, K., M.O. Beigh., J. Lakra., N.M. Gokhale., S.C. Sharma.2007. Characteristics of 8 mol% Yttria Stabilized Zirconia Powder Prepared by Spray Drying Process, Journal of Materials Processing Technology, 189: 178–181.

16- Richerson, D.R.2005. Modern Ceramic Engineering: Properties, Processing, and Use in Design, Taylor & Francis, Boca Raton.

17- Wilson, M.2002. Basic Science and Emerging Technologies, Nanotechnology, Chapman & Hall CRC press company.

18- Wolf, Robert E., Gradisser., J. Slocombe., Bryan.W. Shaw.2002. Nozzle Types for Boom Sprayer Applications of Crop Protection Products, Kansas State University.

Construction and evaluation of hollow cone type nozzle with ceramic nanocomposite

Farid Amirshaghaghi[1*] Hooman Sharifnasab[1]

1- MSc , Department of Agricultural Engineering, West Azerbaijan Agricultural Research Center
Farid.amirshaghag @gmail.com
2- Assistant Professor, Department of Agricultural Engineering Research Instittute

Abstract

Nozzles are one of the most important part in end of sprayers and used to spread evenly liquid at a certain flow rate. In this study, the ceramic material, Alumina (Al_2O_3) is a chemical reaction and the lower corrosiveness is economical to manufacture spray nozzle was used. The main problem with components made from alumina, is their brittleness, fragility and an increased resistance to improve the toughness of zirconia (ZrO_2) stabilized with yttrium (Y_2O_3) were used. A hollow cone spray pattern fan nozzle made with a major diameter of 15 mm and a diameter of 2 mm inner. Results of rate over time showed increased flow in the spray nanocomposite alumina, yttrium zirconia (Al_2O_3 + ZrO_2 + Y_2O_3) compared with the spray ceramic tradition (Al_2O_3), after 50 hours of testing under static, compared to 30 -35 percent decrease. Given the need to reduce chemical use and maintain the quality of sprayer nozzles, composite and zirconia alumina and yttrium as a suitable alternative to conventional sprayer nozzles is recommended.

Keywords: Ceramic, Hollow cone, Nanocomposite, Nozzle