تحلیل عددی تاثیر افزودن نانو ذرات اکسیدآلومینیوم (AL203)و اکسید مس(Fe203) به سوخت پنتان (C5H12) روی خصوصیات احتراق و آلاینده ها

(Numerical Analysis effecting add aluminum oxide and iron oxide nanoparticles to pentane on some of characteristics of combustion and contaminants)

محمد حاجی آبادی[1]*امیر رضا مقیمان[2]*حمید رضا سابقی[3]*سعید وحیدی فر[4]

۱-دانشجوی کارشناسی مهندسی تکنولوژی تاسیسات حرارتی و برودتی-دانشگاه منتظری مشهد-ایران (hajiabadimohammad59@yahoo.com).

۲-دانشجوی دکترای مهندسی مکانیک-مدرس دانشگاه منتظری مشهد-ایران.

۳-کارشناس ارشد مکانیک(تبدیل انرژی)-مدرس دانشگاه منتظری مشهد-ایران.

۴-دکترای مهندسی مکانیک- دانشگاه منتظری مشهد-ایران.

چکیده:

به دلیل رسانایی گرمایی بالا ، نانو سیالات پتانسیل استفاده در سیستم های ، گرمایی به عنوان عاملی برای انتقال حرارت ، را دارا می باشند. به کمک اضافه نمودن ذراتی خاص به یک نانو سیال می توان ویسکوزیته ی آن را بالا برد. این بدین معنی است که بین نرخ انتقال حرارت و ویسکوزیته سیال ارتباطی منطقی وجود دارد. در این مقاله به بررسی آنالیزی یک نانو سیال ، در کوره های احتراقی می پردازیم.(خواص ترمو فیزیکی یک نانو سیال قابل محاسبه اند). تاثیر افزودن نانو ذرات اکسید آلومینیوم (AL203) و اکسیدآهن(Fe203) به سوخت پنتان (C5H12) روی برخی از خصوصیات احتراق وآلاینده ها توسط مقایسه نتایج تحلیل عددی بین احتراق سوخت پایه و نانو سوخت انجام گرفت.طبق نتایج حاصل افزودن نانو ذرات اکسیدآلومینیوم و اکسید آهن به سوخت پنتان بر مقدار آلاینده های مونواکسید کربن(CO)اکسید نیتروژن(NOX)در محصولات احتراق تاثیرات قابل توجهی داشت.از طرفی باعث کاهش شعله و تاخیر احتراق را حاصل شد.که با افزایش درصد حجمی دمای احتراق دی اکسید کربن و نیتروژن کاهش چشمگیری داشت.در ادامه این مقاله در باره تاثیر گذاری نانو ذرات اکسیدآلومینیوم و آهن به محصولات احتراق خواهیم پرداخت.

واژه های کلیدی: حل عددی ،انتشار شدت شعله ،نرمال پنتان

Archive of SID

www.SID.ir

مقدمه:

اخیرا به کار گیری نانو سیالات به عنوان ماده ای کار آمد جهت بهبود انتقال حرارت بین دانشمندان و مهندسین بسیاری محبوب شده است . اضافه نمودن نانو ذرات، باعث افزایش ویسکوزیته نانو سیالات می شود. ویسکوزیته عبارت است از مقاومت یک سیال در برابر جریان یافتن یا نیافتن در یک مجرا؛ که در ارتباط مستقیم با تغییرات فشار است. جهت استفاده از نانو سیال به عنوان عاملی کمک کننده به انتقال حرارت ،افزایش ویسکوزیته باید به حداقل برسد. بنابراین در هنگام بیان فواید استفاده از یک نانو سیال ، در کنار بررسی رسانایی گرمایی آن ها باید تغییرات ویسکوزیته نیز مورد بررسی قرار می گیرد.آلاینده های کوره های گازی و آزمایشگاهی صنعتی یکی از مشکلاتی است که باعث ایجاد خطرات زیادی در زندگی روزمره می شود.وحتی باعث ضرر و زیان به کشور می شود.به همین دلیل کاهش آلایندهای خطر ناک یک امر بسیار مهم تلقی می شود وباید در این امر بسیار تلاش کرد.

اهداف و روش پروژه:

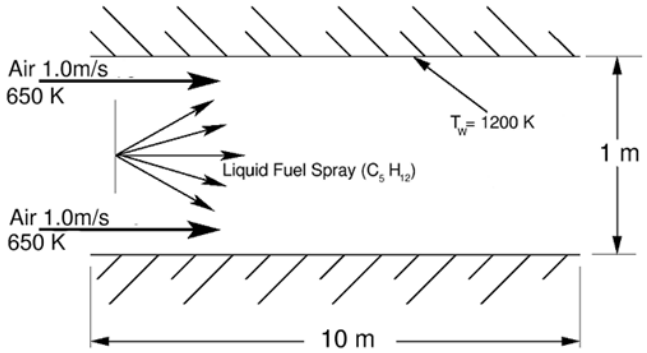
هدف این مقاله کاهش آلاینده های خطر ناک مثل مونواکسید کربن و نیتروژن و همچنین باعث کاهش دمای احتراق که خود باعث تولید آلاینده و خطر های دیگری می شود و همچنین با افزودن نانو ذرات به سوخت این مشکل راتا حدی کاهش دادیم.

جزییات شبیه سازی مدل فیزیکی:

محفظه احتراق توسط یک هندسه دو بعدی دارای شرط مرزی تقارن(symmetry) شبیه سازی شده است.حیطه این هندسه در شکل زیر قابل مشاهده است.احتراق از نوع غیر پیش آمیخته (Non-premixed combustion)می باشد.سوخت با نرخ جرمی ۴ گرم بر ثانیه و با سرعت 0.8 دمای ۳۰۰ درجه کلوین به صورت قطره با قطر ۱۴۰ میکرون وتحت زاویه ۳۰ درجه به داخل محفظه تزریق می شود.هوا نیز با سرعت ۱ متر بر ثانیه و تحت دمای ۶۵۰ درجه کلوین وارد محفظه می شود.با توجه به میزان عدد رینولدز ۱۰۰۰۰۰ می باشد و جریان از نوع توربالانس می باشد.احتراق از نوع آزاد(حجم کنترل) فرض شده است. و بر همین اساس دهانه خروجی در فشار ثابت اتمسفریک قرار دارد.همچنین محفظه احتراق غیر آدیاباتیک(Non-Adiabatic) در نظر گرفته شده و دیوار های جانبی در دما ثابت ۱۲۰۰ درجه کلوین قرار دارد.

Archive of SID

www.SID.ir



شکل محفظه احتراق

سوخت پایه نرمال اکتان با فرمول شیمیایی(C5H12) بوده وتاثیر افزودن نانو ذرات اکسید الومینیوم واکسیدآهن به آن مورد بررسی قرار خواهد گرفت.وجود نانو ذرات در سوخت به کمک روابط زیر محاسبه می شودکه عبارت اند از چگالی(۱)،جرم مولکولی (۲) و ظرفیت حرارتی(۳):

C5H12+(O2+3.76N2)=….

حالت استوکیومتریک

$$\rho_{nf} = (1-\varphi)\rho + \varphi\rho_s$$

$$M_{nf} = (1-\varphi)\mathrm{M} + \varphi\mathrm{M}_s$$

$$(\rho \mathrm{C}_P)_{nf} = (1-\varphi)\rho \mathrm{c}_p + \varphi\rho_s c_{p,s}$$

$\varphi > 1$ سوخت غنی

$\varphi < 1$ سوخت فقیر

$$m\cdot = \rho.A.V$$

$$\varphi = \frac{FA}{FAs}$$

که در آن خواص دارای زیر نویس S مربوط به نانو ذرات می باشند.در حالی که خواص بدون زیر نویس برای سوخت پایه سوخت پایه هستند.متغییرφ نیز نشانگر کسر حجمی نانو ذرات است.لازم به ذکر است که زیر نویسnf نماینده نانو سوخت می باشد.

Archive of SID

www.SID.ir

همچنین خواص مورد نیاز در جدول زیر اورده شده است.

ماده/خاصیت	فرمول شیمیایی	چگالی $\frac{KG}{M3}$	جرم مولی $\frac{gr}{mol}$	ظرفیت حراراتی $\frac{J}{Kg\ k}$
اکسید آلومینیوم	AL203	3950	775.206	101.96
اکسید آهن	FE203	5200	883	159.69
نرمال هپتان	C5H12	620	2300	72.15

جدول شماره (۱)

خواص مورد نیاز اکسید آلومینیوم -اکسید آهن ونرمال پنتان

با قرار دادن خواص موجود درجدول ۱ در روابط ۱.۲.۳ چگالی جرم مولکولی نانو سوخت به دست خواهند آمد.

جزییات حل عددی معادلات مربوطه

معادلات حاکم بر جریان سیال عبارت اند ازمعادله اویر-استوکس و معادله پیوستگی که به ترتیب نماینده قانون مومنتوم و قانون بقای جرم می باشد.از طرفی با توجه به این که در مسایل احتراق تولید و انتقال حرارت مطرح است.و نیاز به حل معادله انرژی می باشد.گفتنی است در ساده سازی معادله تابش از مدل P1 استفاده شده است.

اغتشاش جریان توسط مدل K-ω شبیه سازی شده است و در نتیجه به حل دو معادله برای انرژی جنبشی مغشوش و نرخ پراکندگی اغتشاش نیاز خواهد بود.معادله پیوستگی در تعامل با معادله ناویر-استوکس و معادله تابش در تعامل با معادله انرژی حل می شود.برای حل معادله واریانس ترکیبات مخلوط نیزتقریب مرتبه اولبه کار رفته است.به غیر از این سه معادله در حل عددی تمام معادلات بالااز تقریب مرتبه دوم استفاده شده است.

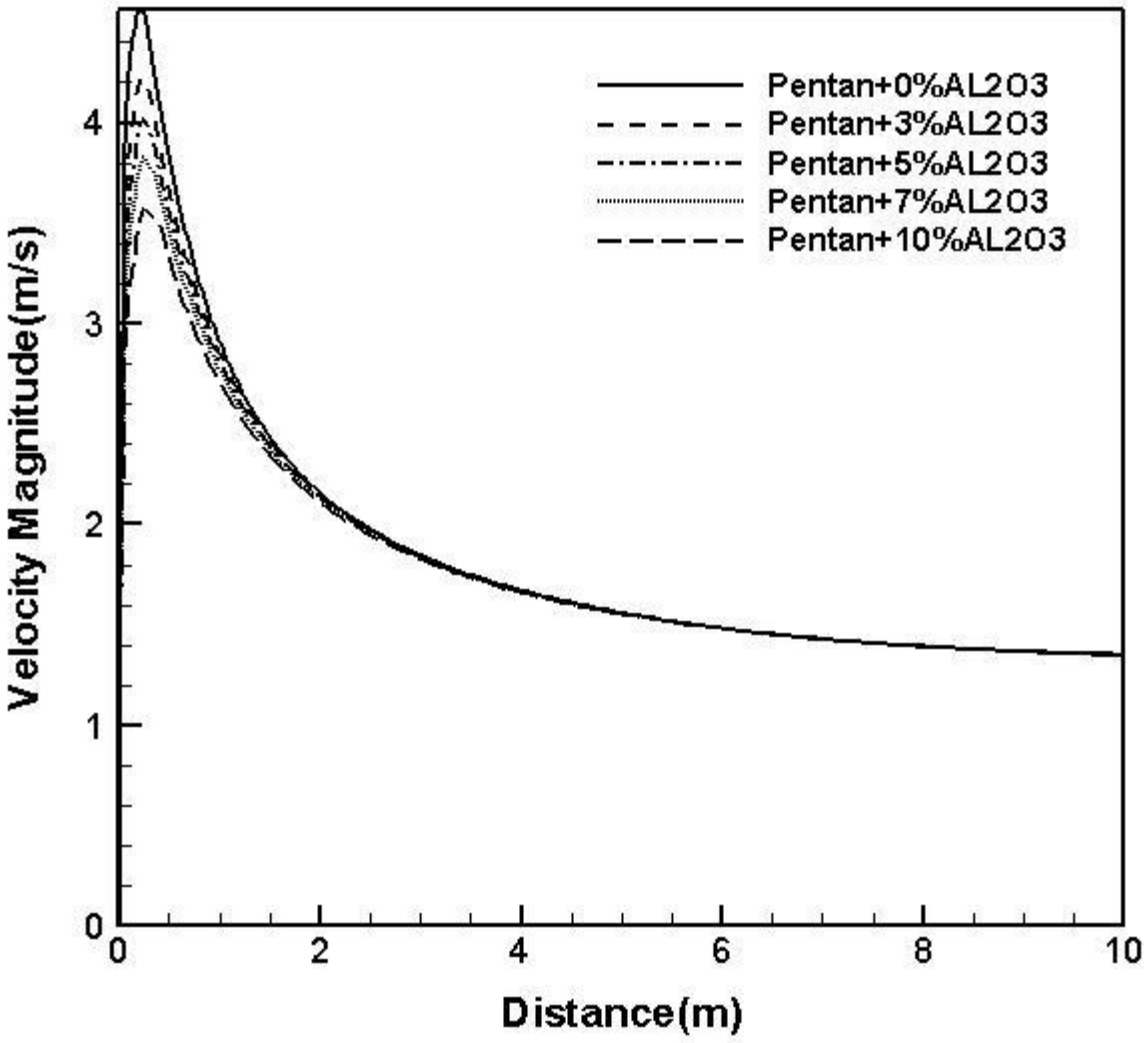
بررسی نتایج

نتایج تحلیلی عددی بیانگر آن است که افزودن نانو ذرات اکسید آلومینیوم و اکسید آهن به سوخت هپتان تاثیر چشمگیری برکاهش مقدار آلاینده های منواکسید کربن ونیتروژن در محصولات احتراق دارد.با این حال تاثیراتی بر دیگر آلاینده ها و همچنین برخی از خصوصیات احتراق پیش بینی شده است که به شرح زیر است.

Archive of SID

www.SID.ir

تاثیر افزودن نانو اکسید آلومینیوم به سوخت پنتان برشدت احتراق

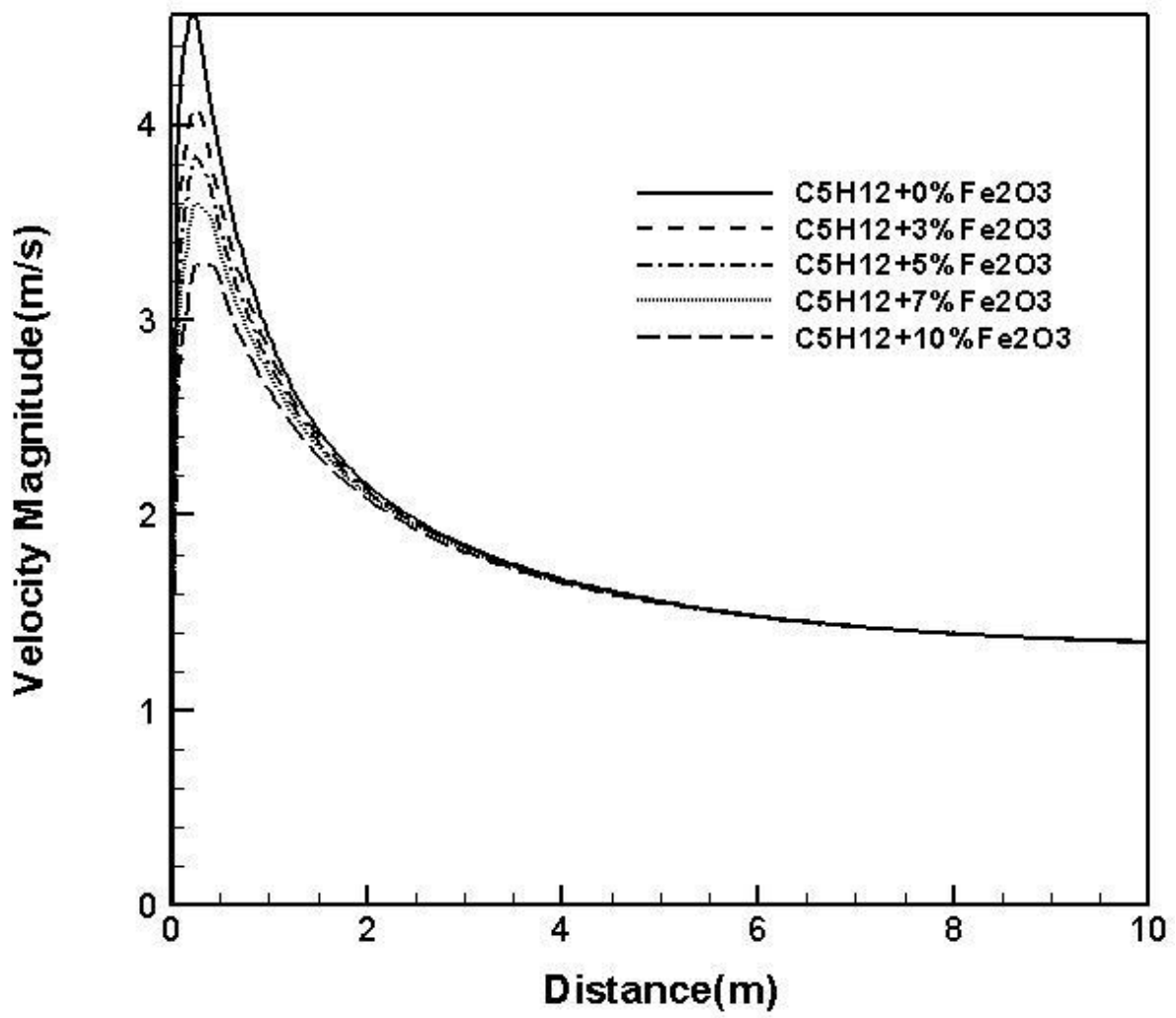


شکل۱-تغییر سرعت بر حسب فاصله (۱۰-۰ متر) از ورودی سوخت برای پنتان خالص و پنتان های شامل۳-۵-۷و۱۰ درصد حجمی از اکسید آلومینیوم

شکل ۱-تغییر اندازه محوری از ورودی سوخت را نشان می دهد که برای پنتان خالص و همچنین پنتان شامل۳-۵-۷و۱۰ درصد حجمی از اکسید آلومینیوم رسم شده است.طبق این نمودارافزودن نانو ذرات اکسید آلومینیوم به پنتان باعث کاهش اندازه سرعت ذرات در محدوده ۳-۰ متر از ورودی شده و بعد از این محدوده تاثیری در خروجی ندارد.

www.SID.ir

تاثیرات افزودن نانو ذرات اکسید آهن به سوخت پنتان بر شدت احتراق



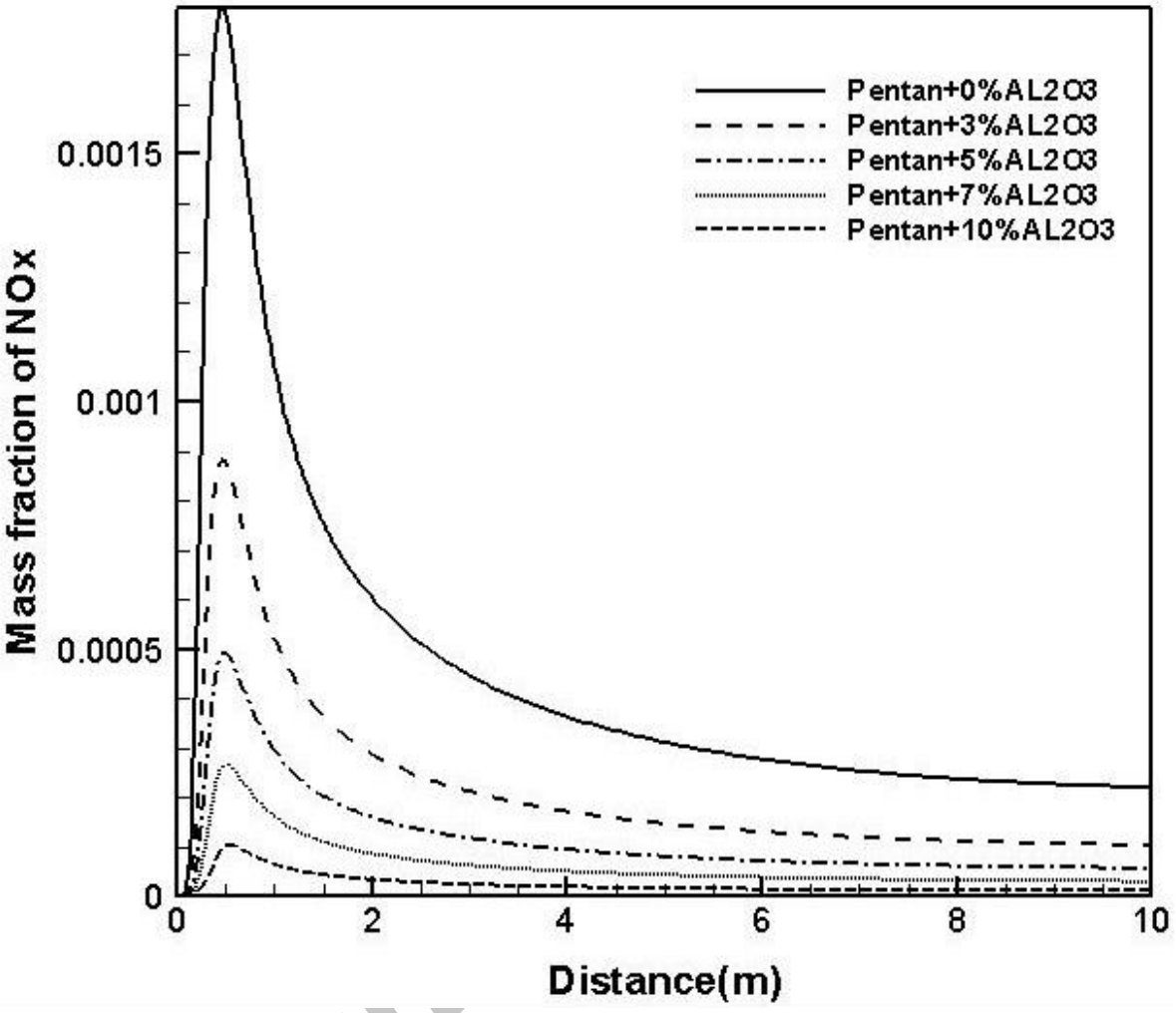
شکل ۲-تغییر سرعت بر حسب فاصله(۱۰-۰ متر) از ورودی سوخت برای سوخت پنتان خالص وپنتان های شامل ۳-۵-۷ و ۱۰ درصد حجمی از اکسید آهن

شکل ۲ فاصله تغییرات اندازه سرعت بر حسب فاصله محوری از ورودی سوخت را نشان می دهد.که برای پنتان خالص و همچنین پنتان شامل۳-۵-۸-۷ و ۱۰ درصد حجمی از اکسید آهن رسم شده است.

طبق این نمودار افزودن نانو ذرات اکسید آهن به پنتان باعث کاهش اندازه سرعت ذرات در محدوده ۳-۰ متر از ورودی شده وبعد از این محدوده تاثیری در خروجی ندارد.

www.SID.ir

افزودن نانو ذرات اکسید آلومینیوم به پنتان بر آلاینده اکسید نیتروژن (NOX)



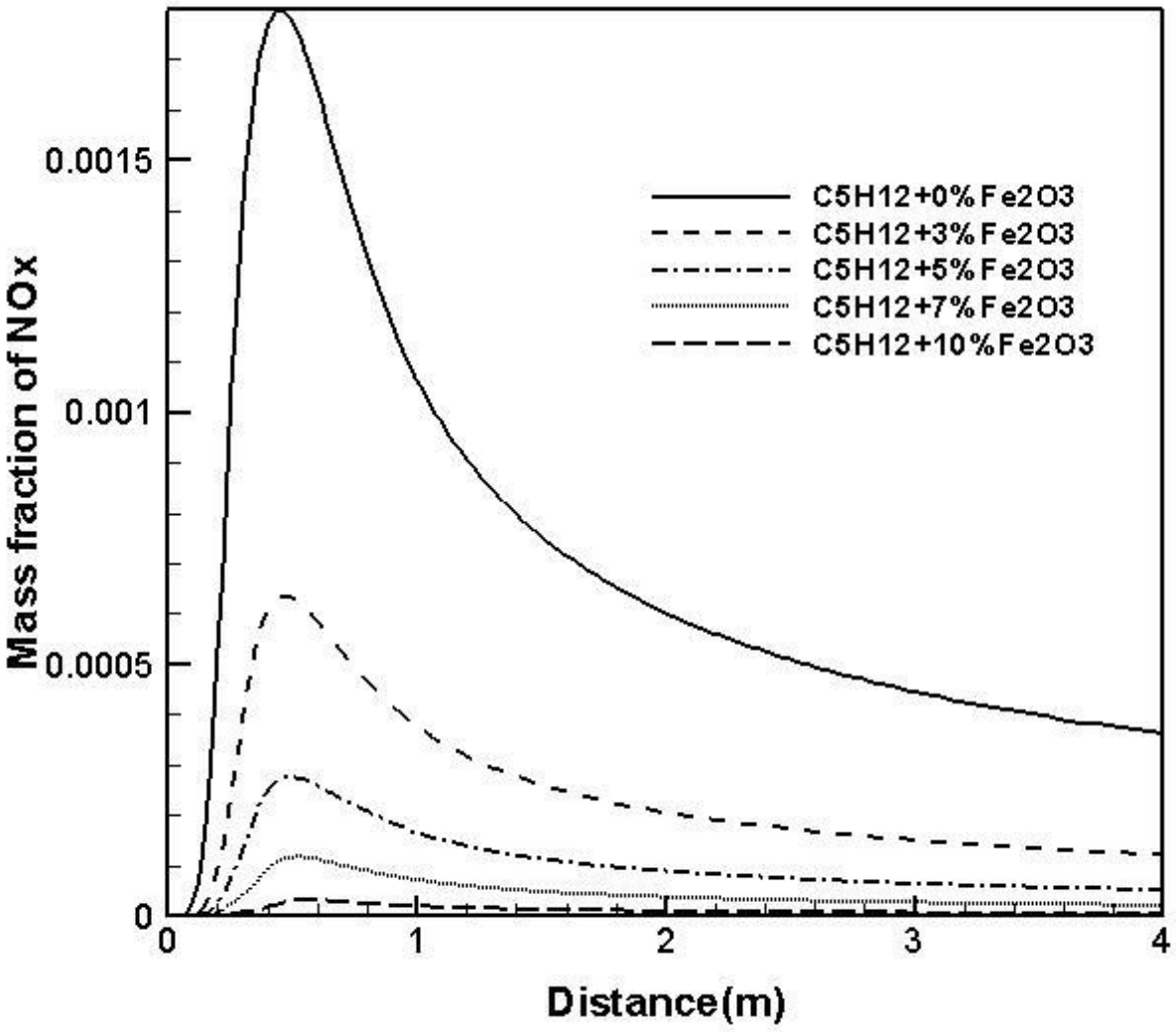
شکل ۳-نمودار تغییرات کسر جرمی اکسید نیتروژن بر حسب فاصله(۱۰-۰ متر) از ورودی سوخت برای پنتان خالص و پنتان های شامل ۳-۵-۷ و ۱۰ درصد حجمی از اکسید آلومینیوم

می دانیم که تولید آلاینده اکسید نیتروژن در فرایند احتراق بیش از هر چیز دیگری به دمای آن وابسته است.

شکل ۳-تغییرات کسر جرمی اکسید نیتروژن برحسب فاصله محوری از سوخت را نشان می دهد.این نمودار نشان دهنده آلاینده کاهش آلاینده اکسید نیتروژن در کل محدوده محفظه احتراق هستند.طبق مطالعات پیشین نانو ذرات الومینیوم خالص نیز تاثیر مشابهی بر آلاینده اکسید نیتروژن موجود در محصولات احتراق پنتان دارد.

www.SID.ir

تاثیرافزودن نانو ذرات اکسید آهن به پنتان بر آلاینده اکسید نیتروژن(NOX)

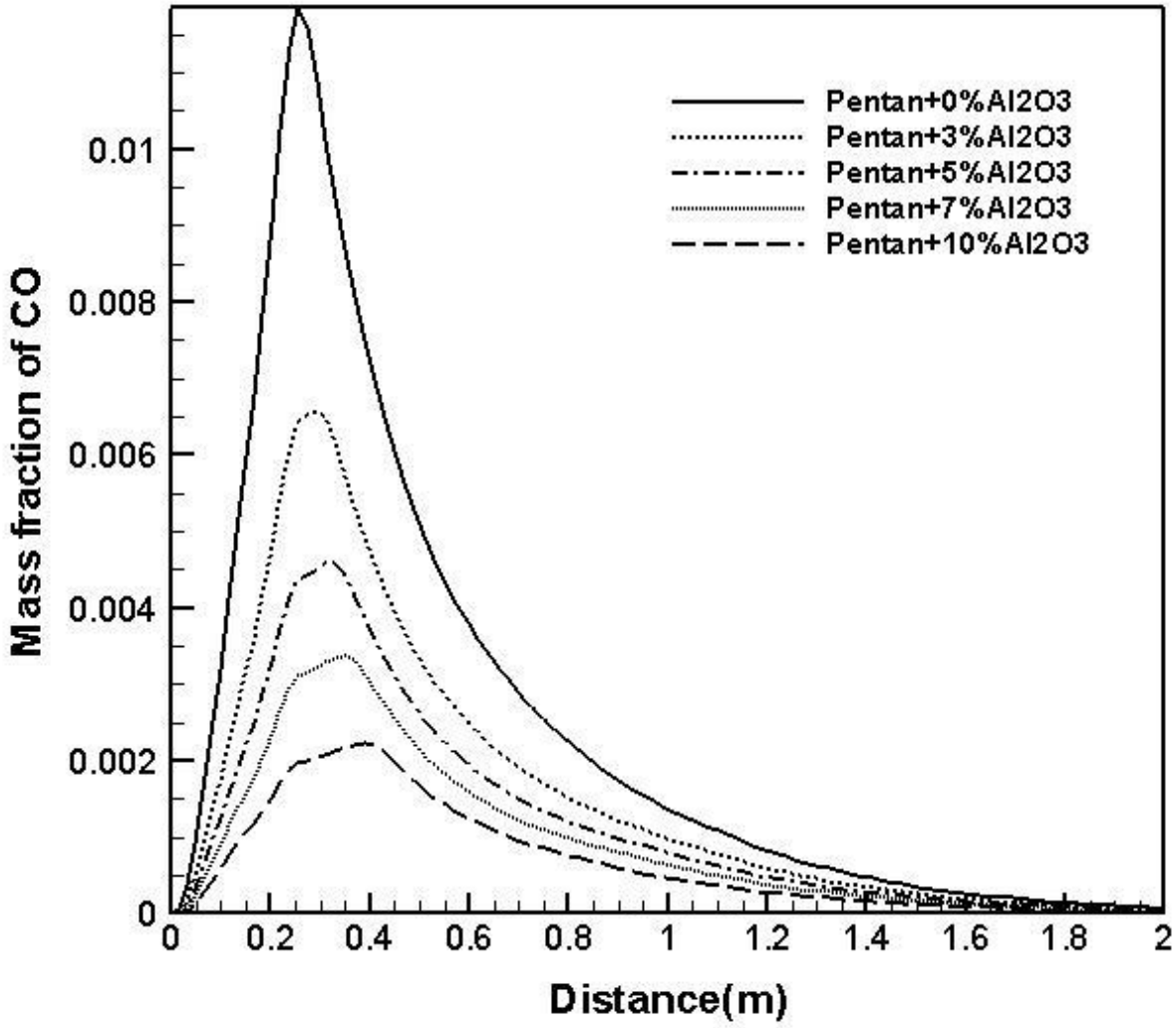


شکل۴-نمودار تغییرات کسر جرمی اکسید نیتروژن بر حسب فاصله (۴-۰ متر) از ورودی سوخت برای پنتان خالص وپنتان های شامل ۳-۵-۷ و ۱۰ درصد حجمی از اکسید آهن

این نمودار نشان دهنده کاهش آلاینده اکسید نیتروژن در کل محدوده محفظه احتراق است.که به آنچه انتظار می رفت تطابق دارد.

www.SID.ir

تاثیر افزودن نانو ذرات اکسید آلومینیوم به پنتان بر آلاینده مونواکسید کربن(CO)

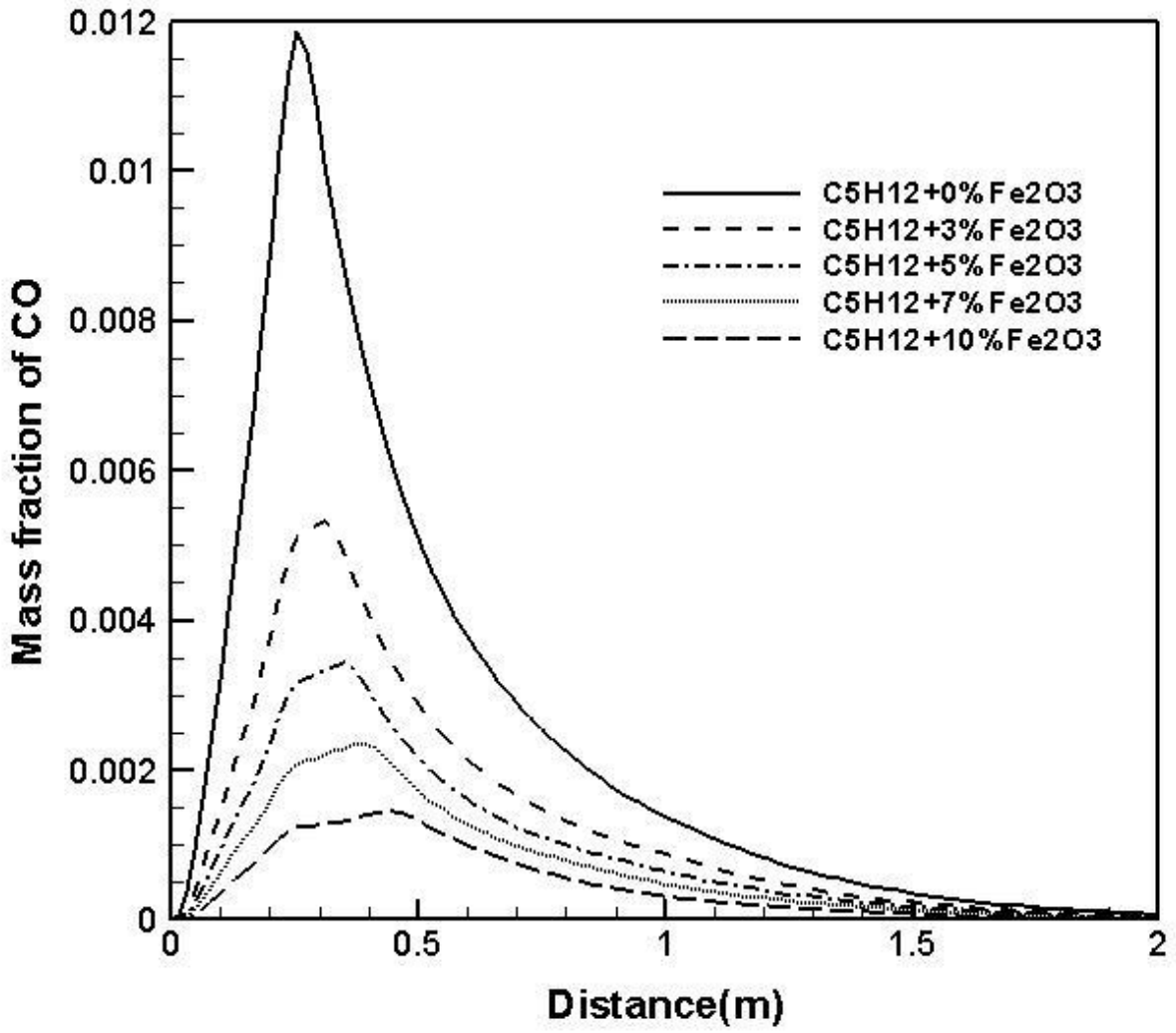


شکل ۵-نمودار تغییرات کسر جرمی مونواکسید کربن بر حسب فاصله(۲-۰ متر) از ورودی سوخت برای پنتان خالص وپنتان های شامل ۳-۵-۷ و ۱۰ در صد حجمی از اکسید آلومینیوم

می دانیم که آلاینده مونواکسید کربن(CO) گازی سمی و خطر ناک برای انسان و محیط زیست می باشد.از این رو با افزودن نانو ذرات اکسید آلومینیوم به سوخت پنتان می توان این آلاینده خطر ناک را کاهش داد.

www.SID.ir

تاثیر افزودن نانو ذرات اکسید آهن به پنتان بر آلاینده مونواکسید کربن(CO)



شکل۶-نمودار تغییرا کسر جرمی مونواکسید کربن بر حسب فاصله(۲-۰ متر)از ورودی سوخت برای پنتان خالص و پنتان های شامل ۳-۵-۷ و ۱۰ درصد حجمی از اکسید آهن

این نمودار نشان دهنده کاهش آلاینده مونو اکسید کربن در کل محدوده محفظه احتراق هستند. که به آنچه انتظار می رفت تطابق دارد.

www.SID.ir

جمع بندی نتایج:

تاثیر افزودن نانو ذرات اکسید آلومینیوم و آهن به پنتان بر روی برخی از خصوصیات احتراق و آلاینده ها توسط مقایسه نتایج تحلیل عددی بین احتراق سوخت پایه و نانو سوخت با درصد های حجمی ۳-۵-۷ و۱۰ درصدانجام شد.نتایج حاصل بیانگر آن است که افزودن نانو ذرات اکسید آلومینیوم و آهن به پنتان تاثیر چشمگیری بر مقدار آلاینده های منواکسید کربن واکسید های نیتروژن در محصولات احتراق دارد.با این حال تاثیراتی بر دیگر خصوصیات احتراق پیش بینی شده است که به شرح زیر است:

۱-افزودن نانو ذرات اکسید آلومینیوم و اکسیدآهن به سوخت هپتان باعث کاهش اندازه سرعت ذرات در محدوده(۲-۰ متر) از محور محفظه احتراق می گردد.از این رو می توان گفت افزودن نانو ذرات اکسید آلومینیوم و آهن به سوخت پنتان منجر به کاهش شدت احتراق در این محدوده (۲-۰ متر) می شود.در ضمن تاثیر افزودن نانو ذرات اکسید آهن نسبت به نانو ذرات اکسید آلومینیوم (در هر یک از درصد های حجمی ذکر شده) در کاهش سرعت شعله بیشتر می شود.

۲-افزودن نانو ذارت اکسید آلومینیوم و آهن به سوخت پتان باعث کاهش آلاینده اکسید نیتروژن در کاهش محدوده محفظه احتراق می گردد.درصد آهن در کاهش آلاینده اکسید نیتروژن نسبت به اکسید آلومینیوم بیشتر است.

۳-افزودن نانو ذارت اکسید آلومینیوم و آهن به سوخت پنتان باعث کاهش آلاینده منواکسید کربن در محدوده(۲-۰ متر) محفظه احتراق می گردد.درصد آهن در کاهش آلاینده مونواکسید کربن نسبت به اکسید آلومینیوم بیشتر است.

Archive of SID

www.SID.ir

منابع:

(1)-Yetter RA , Risha GA, Son SF. Metal particle combustion and nanotechnology. Proc Combust Inst 2009; 32:1819–38.

(2)-Nasrin Sabet Sarvestany , Abdulali Farzad , Ehsan Ebrahimnia-Bajestan & Massoud Mir (2014) Effects of Magnetic Nanofluid Fuel Combustion on the Performance and Emission Characteristics , Journal of Dispersion Science.

(3)-Gan Y, Qiao L. Evaporation characteristics of fuel droplets with addition of nanoparticles under natural and forced convection. Int J Heat Mass Transfer 2011; 54:4913–22.

(4)-Himanshu Tyagi, Patrick E. Phelan, Ravi Prasher, Robert Peck, Taewoo Lee , Jose R . Pacheco, and Paul Arentzen. Increased Hot - Plate Ignition Probability for Nanoparticle-Laden Diesel Fuel. Nano Letters 2008; Vol. 8, No. 5 1410-1416.

(5)- Beloni E, Hoffmann VK, Dreizin EL. Combustion of decane-based slurries with metallic fuel additives. J Propul Power 2008; 24:1403–11.

(6)- S.M.S. Murshed, K.C. Leong , C. Yang. Thermophysical and electrokinetic properties of nanofluids – A critical review. Applied Thermal Engineering 28 (2008) 2109–2125.

(7)- V. Sajith, C. B. Sobhan, andG. P. Peterson. Experimental Investigations on the Effects of Cerium Oxide Nanoparticle Fuel Additives on Biodiesel. Hindawi Publishing Corporation Advances in Mechanical Engineering Volume 2010 , Article ID 581407, 6 pages doi:10.1155/2010/581407.

Archive of SID

www.SID.ir