



آنچه در این شماره می خوانید:

- ◆ مقاله پژوهشی
- ◆ معرفی نرم افزار
- ◆ معرفی سایت احتراقی
- ◆ معرفی یک کتاب
- ◆ مسابقه دانشجویی
- ◆ واژه های احتراقی
- ◆ معرفی آزمایشگاه
- ◆ اخبار و تازه های احتراقی
- ◆ همایش های آینده



## مقاله پژوهشی

### تولید بیودیزل از روغنهای پسماند خوراکی (بخش دوم)

برات قبادیان و مهدی خاتمی فر - دانشکده کشاورزی - دانشگاه تربیت مدرس

۲. تبخیر آب موجود: این روش که معمولاً کمتر ترجیح داده می‌شود میزان انرژی زیادی مصرف شده و به خاطر تولید اسیدهای چرب آزاد بیشتر باعث کاهش راندمان تولید می‌گردد. در این طریقه روغن تا ۱۰۰ درجه سانتیگراد گرم شده و تا بخار شدن همه آب موجود در روغن، در این دما نگه داشته می‌شود.



در مرحله بعد باید میزان مواد مصرفی جهت واکنش تعیین گردند. بر اساس فرمول مولکولی می‌توان مقدار الکل مورد نیاز را محاسبه نمود. البته چون واکنش تعادلی می‌باشد به این میزان جهت سوق دادن واکنش به تولید بیشتر، اضافه می‌گردد. برای بدست آوردن میزان کاتالیزور لازم، ابتدا باید میزان این ماده را جهت تولید بیودیزل از روغن تازه محاسبه نمود تا مقدار پایه بدست آید. بدین منظور با استفاده از منابع، انجام آزمایشات و راندمان‌گیری، مقدار ۳/۵ گرم سود (NaOH) برای روغن تازه بدست آمد. دو فاکتور اسیدهای چرب آزاد و آب، باعث واکنش کاتالیزور، و در نتیجه کم شدن مقدار آن می‌گردند. این پدیده موجب کند شدن واکنش و انجام نپذیرفتن آن در زمان معقول و مورد انتظار

در شماره قبل در مورد تولید بیودیزل از روغنهای پسماند خوراکی مقاله‌ای ارائه گردید که در این شماره بخش دوم آن را مطالعه خواهید کرد.

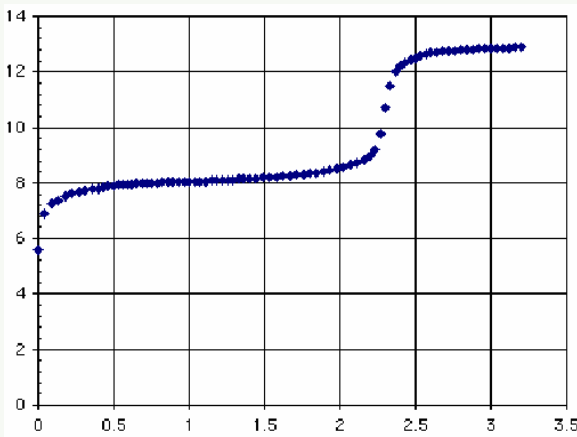
### ۲-۳- ترانس استریفیکاسیون (ادامه)

در تحقیق حاضر روش ترانس استریفیکاسیون برای تولید بیودیزل انتخاب گردید. این انتخاب بر اساس سه فاکتور سادگی تولید، وسایل مورد احتیاج کم و راندمان بالا صورت گرفت. در این روش از دو ماده متانول (به عنوان الکل) و سود (به عنوان کاتالیزور) استفاده گردید. بسته به نوع روغن (سویا، کلزا، آفتابگردان و ...)، مقدار و کیفیت مواد مصرفی، میزان حرارت دیدن روغن و مقدار آب موجود در روغن، راندمانهای متفاوتی از محصول بدست می‌آید. چون هدف استفاده از روغنهای پسماند بود فقط عوامل مقدار و کیفیت مواد مصرفی و میزان آب موجود قابل کنترل بود. برقرار نبودن تنها یکی از عوامل باعث کاهش شدید در راندمان و یا حتی انجام نشدن واکنش می‌گردد.

در این تحقیق روغنهای پسماند از رستوران شرکت مگاموتور فراهم گردید. در اولین مرحله این روغنهای فیلتر شدند تا ذرات مواد غذایی سرخ شده از آن جدا گردند. سپس آب موجود در روغن از آن گرفته شد. برای این کار می‌توان یکی از دو روش زیر را استفاده نمود:

۱. ته‌نشین نمودن آب: در این روش که انرژی کمی مصرف می‌گردد، روغن ۶۰ درجه سانتیگراد حرارت داده شده و به مدت ۱۵ دقیقه در این دما نگه داشته می‌شود. سپس روغن به داخل مخزن ته‌نشینی انتقال می‌یابد تا آب حداقل بعد از ۲۴ ساعت ته‌نشین گردد.

هر لیتر روغن پسماند مورد آزمون بدست آمد و در کل میزان کاتالیزور مورد نیاز  $1 + \frac{3}{5}$  گرم محاسبه می شود. مقدار کاتالیزور بدست آمده را در متانول حل می نماییم و محلول بدست آمده در روغن پسماند ریخته می شود. با همزدن مخلوط به مدت یک ساعت واکنش انجام می گیرد.



شکل ۲: تغییرات pH در مقابل مقدار محلول باز اضافه شده

پس از انجام واکنش، آمیزه به مخزن جداسازی انتقال می یابد. زمان لازم برای جداسازی مناسب حدود یک هفته می باشد. البته بیش از ۹۰ درصد گلیسیرین معلق در مخلوط، در ۳۰ دقیقه اول ته نشین می گردد. لایه بالایی بیودیزل و لایه کدر و غلیظ پایینی گلیسیرین می باشد. در این مرحله نیاز به آبشویی بیودیزل است.

آبشویی به خاطر جدا کردن گلیسیرین باقی مانده و صابون از بیودیزل می باشد. صابون از واکنش اسیدهای چرب آزاد با کاتالیزور تولید می گردد و در بیودیزل و گلیسیرین حل می شود. آبشویی حداقل باید سه بار انجام گیرد تا همه مواد اضافی از بیودیزل خارج گردد. در مراحل پایانی آبشویی نباید تغییر رنگی در آب پسماند دیده شود. در روغنهای پسماند بسته به میزان حرارت (میزان اسیدهای چرب آزاد) تعداد دفعات آبشویی ۵-۷ بار افزایش می یابد.

می شود. با فرض آب گیری کامل از روغن پسماند، باید مقدار اسیدهای چرب آزاد آن را مشخص نمود تا مقدار دقیق کاتالیزور اضافی مشخص گردد.

اسیدهای چرب آزاد زیاد در روغن پسماند، بدلیل تحت حرارت شدید قرار گرفتن روغن تولید می شوند. آشکار است اگر روغن تحت حرارت کمتری قرار گرفته باشد راندمان تولید بالایی خواهیم داشت. بدین منظور نیاز به تیتراسیون روغن پسماند می باشد. تیتراسیون بهترین راه برای از بین بردن ریسک در واکنش تولید بیودیزل است. برای این عمل به موارد زیر نیاز است:

۱. شناساگر PH
۲. ۲-پروپانول (۹۹ درصد)
۳. ظرف آزمون
۴. بورت با دقت cc ۰/۱

cc ۱ روغن پسماند در cc ۱۰ الکل ۲-پروپانول و ۱ گرم سود در ۱ لیتر آب مقطر حل می گردد. در داخل محلول الکل با روغن یک یا دو قطره شناساگر PH (معمولاً فنل فتالین) ریخته می شود. باید توجه داشت اگر دمای محیط آزمون پایین باشد امکان جامد شدن روغن است به همین دلیل در این شرایط باید دمای محلول را بالا برد. قطره قطره محلول باز آماده شده را توسط بورت به محلول روغن اضافه می نماییم. با هر قطره باید به آرامی محلول روغن هم زده شود. این کار تا زمانی که رنگ شناساگر به رنگ نشان دهنده وضعیت خنثی برسد (ارغوانی) ادامه می یابد. در نهایت تعداد میلی لیترهای محلول باز استفاده شده، نشان دهنده مقدار گرم های کاتالیزور برای هر لیتر روغن پسماند می باشد.

در شکل (۲) تغییرات PH در زمان تیتراسیون روغن پسماند نشان داده شده است. با توجه به نمودار تغییرات PH میزان کاتالیزور اضافی ۱ گرم به ازای

می‌باشد. با استفاده از دستگاه GC (Gas Chromatography) میزان انواع اسیدهای چرب در بیودیزل شناسایی می‌گردد. جدول ۲ درصد اسیدهای چرب بیودیزل تولیدی را نشان می‌دهد.

بعد از آشوبی آب معلق در بیودیزل باید جدا گردد. این کار با حرارت دادن بیودیزل (۸۰-۹۰ درجه سانتیگراد) صورت می‌گیرد. شفاف شدن بیودیزل معیار خوبی برای اطلاع از جدا شدن آب از آن

جدول ۲: مقادیر انواع اسیدهای چرب در بیودیزل تولیدی

نوع اسید چرب	درصد
Palmitic : R= -(CH <sub>2</sub> ) <sub>14</sub> -CH <sub>3</sub> 16:0	۱۱/۰۴۵۷
Stearic : R= -(CH <sub>2</sub> ) <sub>16</sub> -CH <sub>3</sub> 18:0	۳/۹۳۰۵
Oleic : R= -(CH <sub>2</sub> )CH=CH(CH <sub>2</sub> ) <sub>7</sub> CH <sub>3</sub> 18:1	۲۳/۲۷۸۷
Linoleic : R= -(CH <sub>2</sub> ) <sub>7</sub> CH=CH-CH <sub>2</sub> -CH(CH <sub>2</sub> ) <sub>4</sub> CH <sub>3</sub> 18:2	۵۳/۷۸۷۰
Linolenic : R= -(CH <sub>2</sub> ) <sub>7</sub> CH-CH-CH <sub>2</sub> -CH-CH <sub>2</sub> -CH=CH-CH <sub>2</sub> -CH <sub>3</sub> 18:3	۷/۱۶۷۴

### ۳- یافته‌ها و بحث

از بین روشهای تولید بیودیزل (پیرولیز، میکرومولسیون و ترانس استریفیکاسیون) ترانس استریفیکاسیون انتخاب گردید. در این روش با توجه به وسایل مورد نیاز کم و روش تولید ساده، راندمان مطلوب حاصل می‌شود.

برای اطمینان از موفقیت تولید می‌توان گرانروی بیودیزل را اندازه گرفت (با توجه به ASTM D97 یا ASTM D2500) اگر در محدوده ۳-۶ mm<sup>2</sup>/s باشد به هدف دست پیدا کرده‌ایم. ویسکوزیته بیودیزل تولیدی ۴/۱۵ mm<sup>2</sup>/s بدست آمد (ویسکوزیته روغن پسماند مورد استفاده ۳۱/۸۲ mm<sup>2</sup>/s می‌باشد).

جدول ۳: خصوصیات بیودیزل تولید شده، روشهای استاندارد مورد استفاده و محدوده مجاز آنها

واحد	مقدار اندازه‌گیری شده	حدود مجاز	روش استاندارد آزمون	خصوصیت
°C	۱۸۲	کمترین ۱۳۰	ASTM D92	نقطه اشتعال
mm <sup>2</sup> /s	۴/۱۵	۶/۰-۱/۹	ASTM D445	گرانروی کینماتیک
°C	-۳	-	ASTM D97, ASTM D2500	نقطه ابری شدن
-	۱/۵	-	ASTM D1500	رنگ
-	1a	بیشترین شماره ۳	ASTM D130	خوردگی مس



در راندمان بسیار موثر می‌باشد و اجرای صحیح این مرحله حیاتی می‌باشد.

برخی از خصوصیات بیودیزل تولید شده، در این تحقیق روشهای استاندارد مورد استفاده و محدوده مجاز آن در جدول (۳) آورده شده است.

با توجه به خصوصیات فیزیکی اندازه گیری شده و حدود مجاز آنها در استاندارد ASTM، می‌توان روش مورد استفاده در تولید بیودیزل را مناسب دانست.

**Al-Widyan, M. I. and Al-Shyoukh, A. O.** (2002), Experimental evaluation of the transesterification of waste palm oil into biodiesel. *Bioresource Technology*, 85: 253-256.

**Anonymous** (2003), [Http://www.vtt.fi](http://www.vtt.fi), European Bioenergy Networks, France.

**Demirbas, A.** (2003), Biodiesel fuels from vegetable oils via catalytic and non-catalytic supercritical alcohol transesterifications and other methods: a survey. *Energy Conversion and Management*, 44: 2093-2109.

**Dorado, M. P., Ballesteros, E., Arnal, J. M., Gomez, J., and Lopez, F. J.** (2003), Exhaust emissions from a diesel engine fueled with transesterified waste olive oil. *Fuel*, 82: 1311-1315.

**Du, W., Xu, Y., Liu, D., and Zeng, J.** (2004). Comparative study on lipase-catalyzed transformation of soybean oil for biodiesel production with different acyl acceptors. *Molecular Catalysis*, 30: 125-129.

**Fukuda, H., Kondo, A. and Noda, H.** (2001), Biodiesel fuel production by transesterification of oils. *Bioscience and Bioengineering*, 92: 405-416.

با استفاده از این روش می‌توان روغنهای پسماند خوراکی را که اغلب دور ریخته می‌شوند و آلوده‌کننده محیط زیست هستند، به محصولی با ارزش تبدیل نمود.

در این تحقیق ویسکوزیته روغن از  $31/82 \text{ mm}^2/\text{s}$  به  $4/15$  کاهش داده شده و قابلیت استفاده آن بدون ایجاد تغییر در موتورهای دیزل فراهم گردید. مشاهده گردید که در تولید بیودیزل کیفیت آبیگری از روغن،

### فهرست منابع

**Ghobadian, B. and Rahimi, H.** (2004). Biofuels-Past, Present and Future Perspective. The 4<sup>th</sup> International Iran and Russia Conference. September 8-10, 2004. Shahrekord, Iran.

**Lee, S. W., Herage, T., and Young, B.** (2004). Emission reduction potential from the combustion of soy methyl ester fuel blended with petroleum distillate fuel. *Fuel*, 83: 1607-1613.

**Raneses, A. R., Glaser, L. K., Price, J. M., and Duffield, J. A.** (1999). Potential biodiesel markets and their economic effects on the agricultural sector of the United States. *Industrial Crop and Products*, 9: 151-162.

**Vicente, G., Matinez, M., and Aracil, J.** (2004), Integrated Biodiesel production: a comparison of different homogeneous catalysts systems. *Bioresource Technology*, 92: 297-305.

**Wibulswas, P.** (1999). Combustion of blend between plant oil and diesel oil. *Renewable Energy*, 16: 1098-1101.

## معرفی نرم افزار احتراقی

این نرم‌افزار یک مدل‌ساز دینامیک سیالات محاسباتی از جریان سیال ایجاد شده بوسیله آتش می‌باشد. این نرم‌افزار شکل خاصی از معادلات ناویر-استوکز را برای سرعت‌های پایین و جریانهای ایجاد شده تحت اثر گرما، با تاکید خاص بر دود و حرارت منتقل شده از آتش حل می‌کند.

نوشتار 4.0.7 این نرم‌افزار به همراه تمام مدارک مورد نیاز از آدرس زیر قابل پیاده‌سازی می‌باشد.

<http://fire.nist.gov/fds/refs/readme.html>

در راستای آشنایی با نرم‌افزارهای بحث احتراق، در این شماره به معرفی نرم‌افزار

**FDS<sup>1</sup>** (Fire Dynamics Simulator) و نرم‌افزار

مشاهده نتایج **Smokeview** می‌پردازیم.



<sup>1</sup> شبیه سازی دینامیک آتش

## معرفی سایت احتراقی



Center for Energy Research, Combustion Division



شعله‌وری در دمای بالا و امواج دتونیشن ارائه شده است.

همچنین مکانیزم‌های کاهش یافته و اسکلتی متعددی در این وب سایت معرفی شده‌اند. مکانیزم‌های ارائه شده معمولاً با دو فرمت Chemkin و Flame Master ارائه شده‌اند.

همچنین فایل‌هایی با فرمت Chemkin برای خواص ترمودینامیکی و خواص انتقالی مخلوط‌ها در این وب سایت وجود دارد که قابل پیاده‌سازی می‌باشند.

در راستای آشنایی با سایت‌های فعال در زمینه احتراق، در این شماره به معرفی وب سایت بخش احتراق (Combustion Division) مرکز تحقیقات انرژی (Center for Energy Research) می‌پردازیم.

[http://maeweb.ucsd.edu/combustion/index.html/](http://maeweb.ucsd.edu/combustion/index.html)

این بخش تحت نظارت دانشمند مشهور فورمن ویلیامز اداره می‌شود. در این سایت اطلاعات جامعی در رابطه با سینتیک‌های شیمیایی به خصوص برای

## معرفی کتاب

عددی احتراق مانند شبیه‌سازی عددی جریان‌های احتراقی<sup>۲</sup> Oran & Boris نمی‌باشد. در این کتاب تلاش شده است موضوعات پیچیده احتراق عددی به زبان ساده برای افراد مبتدی که دانش احتراقی عمیقی ندارند توضیح داده شود.

ویرایش سوم این کتاب در ده فصل با توجه به نظرات خوانندگان و آخرین تحقیقات پیشرفته در چهار سال گذشته در زمینه احتراق تدوین شده است. در فصل اول معادلات بقایی برای جریانهای احتراقی ارائه شده است. در دو فصل جداگانه شعله پیش‌مخلوط و دیفیوژن آرام به صورت مختصر به

عنوان انگلیسی:

Theoretical and Numerical Combustion

عنوان فارسی: احتراق تئوری و عددی

ویرایش: سوم سال ۲۰۰۵

نویسندگان:

• تیری پوپین سوت (Thierry Poinot)

• دنیس واینانت (Denis Wayneant)

در این کتاب سعی شده است تئوری احتراق به همراه روشهای عددی شبیه‌سازی احتراق توضیح داده شود. مسلماً این کتاب نمی‌تواند جایگزین کتابهای تئوری در زمینه احتراق مانند Kuo، Glassman و ... شود. همچنین مطالب این کتاب به گستردگی مطالب کتابهای روشهای شبیه‌سازی

<sup>2</sup> Numerical Simulation of Reacting Flow

همانطور که می‌دانید اعمال شرایط مرزی در مسائل دینامیک سیالات محاسباتی یکی از دغدغه‌های اصلی کدنویسان حرفه‌ای می‌باشد از این رو یکی از فصل‌های کتاب حاضر به شرایط مرزی جریانهای ویسکوز قابل تراکم اختصاص یافته است و در فصل پایانی مثالهایی از کاربرد LES ارائه شده است.

این کتاب بر روی مسائل مربوط به پدیده شعله‌وری (Deflagration) متمرکز شده است و عدم توجه به پدیده تراک (Detonation) و شیمی احتراق از مهمترین معایب این کتاب به شمار می‌رود. مطالعه این کتاب به مهندسان، محققان و دانشجویانی که پیش‌زمینه‌هایی در مورد دانش مکانیک سیالات دارند پیشنهاد می‌شود.

همراه روشهای عددی توضیح داده شده است. نتایج تئوری و عددی با یکدیگر مقایسه شده است.

در فصل چهارم مفاهیم جریانهای احتراقی مغشوش و روشهای محاسباتی نظیر RANS (Reynolds Averaged Navier Stokes) و LES (Large Eddy Simulations) تشریح شده است. فصل پنجم و ششم به آخرین تحقیقات و روابط بین تکنیک‌های عددی شعله‌های پیش مخلوط و غیر پیش مخلوط مغشوش اختصاص یافته است. در فصل هفتم پیرامون تداخل شعله/ دیوار که از موضوعات مهم در کدهای احتراقی است صحبت شده است.

ابزارهای عددی و تئوری پدیده اکوستیک/ احتراق در فصل هشتم مورد بررسی قرار گرفته است.

## مسابقه دانشجویی

### جواب مسابقه خبرنامه شماره ۱۵:

در شماره قبل از شما سوال کرده بودیم که توپ اطفاء حریق چیست؟ در این شماره به صورت مختصر این مطلب را توضیح می‌دهیم.



اغلب مردم طرز استفاده از کپسول‌های آتش‌نشانی را نمی‌دانند و یا هنگام حریق در استفاده از آن با مشکل مواجه می‌گردند و دستپاچه

می‌شوند. این کپسول‌ها معمولاً سنگین هستند باید به حریق بسیار نزدیک شد و در این حالت ممکن است فرد در معرض دود و گازهای خطرناک یا حرارت تشعشعی آتش صدمه ببیند. نیاز به شارژ و عدم شارژ مناسب این کپسول‌ها از دیگر معایب کپسول‌های دستی اطفاء حریق است.

یکی از اختراعات بسیار جالب برای جایگزینی کپسول‌های دستی، توپ اطفاء حریق (Fire Extinguishing Ball) است.

در هر شماره خبرنامه سؤالی با عنوان مسابقه دانشجویی مطرح می‌شود. علاقمندان به پاسخگویی می‌توانند پاسخ خود را حداکثر ظرف مدت دو هفته پس از دریافت خبرنامه به صورت فایل Word یا Pdf با پست الکترونیکی به آدرس انجمن امتراق ایران ارسال فرمایند.

برنده هر مسابقه در شماره‌های بعدی خبرنامه معرفی می‌گردد و جایزه در نظر گرفته شده به برندگان طی مراسمی در مجمع عمومی انجمن امتراق ایران اعطا خواهد شد.

### سوال این شماره:

فاصله خاموشی برای شعله‌های پیش‌مخلوط چگونه تعریف می‌شود؟ توضیح دهید به چه دلایل فیزیکی هنگامی که در دهانه یک لوله باریک، شعله پیش‌مخلوطی وجود دارد و به یک باره شیر ورود گاز را می‌بندیم شعله به درون لوله بر نمی‌گردد، لکن برای لوله‌های قطور شعله به درون لوله بر می‌گردد.

کرده و صدایی با شدت  $138^{db}$  تولید می‌کند و ضمن اطفای حریق مانند آژیر دیگران را باخبر می‌کند. این وسیله دارای گواهینامه بین‌المللی انجمن ملی محافظت در برابر حریق آمریکا (NFPA (National Fire Protection Association) آمریکا می‌باشد.



در تهیه این مطلب از سایت شرکت سایه‌ساز ایمن به نشانی [www.sayehsaz.com](http://www.sayehsaz.com) استفاده شده است. در این سایت شما می‌توانید فیلمی را که در زمینه عملکرد این وسیله تهیه شده است ملاحظه فرمائید.

این کیسه کروی در هنگام آتش سوزی به داخل آتش انداخته و یا در آن قفلانده می‌شود و حدوداً پس از ۳ ثانیه عمل کرده و منفجر می‌شود. پودر خاموش کننده‌ای که در داخل کیسه قرار دارد در محوطه حریق پخش شده و آتش را خاموش می‌کند. سبکی وزن (تقریباً  $1/5^{kg}$ )، سهولت استفاده، کارایی موثرتر، عدم نیاز به نزدیک شدن به آتش، طولانی بودن زمان انقضا و استفاده از آن (سه سال بدون نیاز به تعمیر) از مهم‌ترین مزایای توپ اطفای حریق است.

ناحیه موثر عملکرد این وسیله حدود ۴ متر مربع می‌باشد. استفاده از این توپ برای آتش‌های کلاس‌های A، B و C که در شماره‌های قبلی خبرنامه درباره آن صحبت کردیم مناسب می‌باشد.

این توپ را می‌توان در مکان‌های مستعد حریق مانند سیستم‌های برق، موتورخانه، آشپزخانه و غیره نصب کرد. وقتی آتش سوزی اتفاق می‌افتد و کسی در محل نباشد، این وسیله بصورت خودکار عمل

## واژه‌های احتراقی

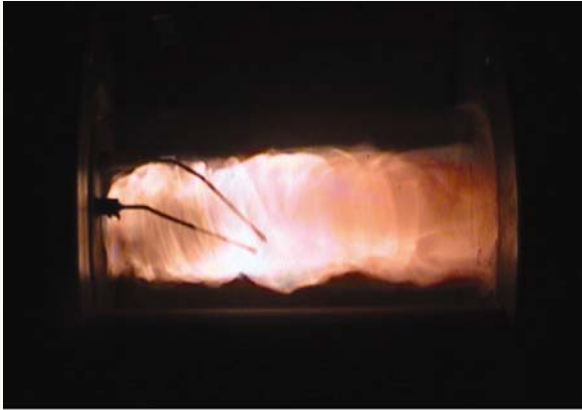
5- Glowing	تابان
6- Smouldering	گدازین
7- Shock Wave	موج ضربه‌ای
8- Impulse	تکانه
9- Knock	کوبش
10- Anti- Knock	کوبش گیر
11- Pro- Knock	کوبش آور
12- Cool Flame	شعله سرد
13- Sustained Fire	آتش دیرپا
14- Flash Fire	آتش درختی
15- Fire Ball	توپ آتشین

از خوانندگان گرمی درخواست می‌گردد نظرات و پیشنهادات خود را در رابطه با واژه‌های زیر و سایر واژه‌های احتراقی به دبیرخانه انجمن ارسال نمایند. پس از دریافت پیشنهادهای و اظهار نظرهای مختلف در مورد هر واژه، مجموعه‌ای از واژه‌های احتراقی انگلیسی و معادل فارسی آنها که مورد تایید انجمن احتراق ایران است به فرهنگستان زبان فارسی ارائه و پس از تایید منتشر خواهند شد.

1- Blow Off	پرش - کنده شدن
2- Mist	ابر بخار
3- Artillary	توپخانه
4- Pyrometer	دماسنج شعله



## معرفی دستگاه Vortex Engine آزمایشگاه ترمودینامیک دانشگاه صنعتی شریف



تصویر شعله و گازهای داغ در حالت موتور ورتکس

کار خنک نگه داشتن دیواره‌های محفظه احتراق را انجام می‌دهد. در تست‌های انجام شده وجود این گردابه باعث کاهش دمای دیواره محفظه احتراق تا ۵۰ درصد شده است. استفاده از این نوع میدان جریان این امکان را به وجود می‌آورد که بتوان از مواد ارزان‌تر و سبک‌تر محفظه‌های احتراق را در موتورهای موشک سوخت مایع و یا توربین گازی ساخت.

### قسمت‌های اصلی دستگاه

۱- سیستم تغذیه: این سیستم جهت تامین سوخت و اکسیدکننده مورد نیاز محفظه احتراق می‌باشد.

در این سیستم توانایی استفاده از گاز متان و یا پروپان به عنوان سوخت در فاز گازی و یا سوخت‌های مایع مانند الکل و یا نفت سفید وجود دارد. در سیستم اکسیدکننده از هوای فشرده به عنوان اکسیدکننده استفاده می‌شود و این امکان وجود دارد که با تزریق اکسیژن به هوای فشرده درصد اکسیژن موجود را افزایش داد. دبی سوخت و اکسیدکننده قابل اندازه‌گیری و ثبت می‌باشد.

۲- محفظه احتراق: از محفظه احتراق‌های فلزی، پیرکس و یا کوارتز استفاده می‌گردد.

دستگاه Vortex Engine آزمایشگاه ترمودینامیک دانشگاه صنعتی شریف در سال ۱۳۸۱ با همت جناب آقای دکتر علی اکبر غفوریان راه‌اندازی گردید.

این دستگاه جهت شبیه‌سازی محفظه احتراق موتور موشک سوخت مایع و یا محفظه احتراق توربین گازی مورد استفاده قرار می‌گیرد.

در این نوع موتور از جریان گردابه‌ای استفاده می‌شود به ترتیبی که سوخت از یک طرف موتور (سر موتور) و اکسیدکننده از طرف دیگر (انتهای موتور) وارد محفظه می‌شود. به عبارتی جریان Bidirectional (دوجته) می‌باشد.

جریان اکسیدکننده ورودی در صورتی که با زاویه مماس وارد محفظه شود ایجاد گردابه (Vortex) می‌کند. این گردابه در مجاورت دیواره‌های محفظه از جهت ته موتور به طرف سر موتور حرکت می‌کند. در سر موتور با سوخت مخلوط شده و گردابه دومی در مرکز محفظه احتراق و در جهت مخالف گردابه اول از سر موتور به انتهای موتور حرکت می‌کند و نهایتاً از نازل خروجی خارج می‌شود.



### موتور Vortex ساخته شده در دانشگاه صنعتی شریف

مزیت این موتور این است که گردابه اول که در مجاورت دیواره‌ها از ته موتور به سر موتور می‌آید بدون واکنش شیمیایی و سرد می‌باشد. بدین ترتیب



تابلوی کنترلی دستگاه

### پروژه های در دست انجام

- ۱- مدل سازی تئوریک احتراق اسپری در میدان گردابه ای
- ۲- مدل سازی تئوریک مسیر حرکت قطره در میدان گردابه ای
- ۳- تحلیل ناپایداری موتور گردابه ای به صورت تئوریک و تجربی
- ۴- تزریق سوخت از دیواره های موتور به جای سر موتور
- ۵- مدل سازی تئوریک احتراق گردابه به صورت یک فاز
- ۶- اندازه گیری نسبت انتقال حرارت تشعشعی به جابه جایی در محفظه احتراق

تا کنون با استفاده از این دستگاه ۴ دانشجوی پروژه کارشناسی ارشد خود را به اتمام رسانده اند که دو نفر از آنها موفق به دریافت جایزه (فرید اعلم) از انجمن مهندسان مکانیک ایران و یک نفر موفق به کسب جایزه پایان نامه برتر احتراقی از انجمن احتراق ایران گردیده اند. در حال حاضر نیز ۲ دانشجوی دکترا و ۳ دانشجوی کارشناسی ارشد در حال انجام رساله و پایان نامه خود با این دستگاه می باشند.

از محفظه های فلزی با جداره ضخیم برای اندازه گیری میزان انتقال حرارت استفاده می شود. در محفظه های فلزی امکان اندازه گیری دمای سطح داخلی محفظه نیز وجود دارد.

در محفظه های پیرکس و یا کوارتز شکل میدان جریان قابل رویت و میزان انتقال حرارت تشعشعی قابل اندازه گیری می باشد. امکان استفاده از این محفظه بدون میدان گردابه نیز وجود دارد. به عبارت دیگر قابلیت ورود اکسیدکننده از سر و ته محفظه بدون گردابه و یا با گردابه وجود دارد.

۳- تجهیزات اندازه گیری: تجهیزات اندازه گیری شامل آنالیزور گاز جهت اندازه گیری ترکیب شیمیایی فرآورده های احتراق، دوربین دیجیتالی جهت تصویربرداری از میدان جریان توام با احتراق، سنسور اندازه گیری تشعشع از رادیکال OH، ترموکوپل و فشارسنج های Piezoelectric و سیستم اخذ اطلاعات (A/D) کامپیوتری می باشد.

۴- سیستم ایمنی:

- امکان قطع جریان سوخت در هنگام تست.  
- سیستم افزایش تدریجی دبی سوخت و اکسیدکننده و متقابلاً قطع تدریجی سوخت و اکسیدکننده.

- دستورالعمل روشن کردن و خاموش کردن موتور.  
- حائل بین محفظه احتراق و میز کنترل که در صورت وقوع حادثه اپراتور ایمن باشد.

### پروژه های انجام شده

- ۱- اندازه گیری میزان تشعشع از محیط محفظه احتراق
- ۲- مدل سازی تئوریک میدان جریان بدون احتراق
- ۳- حل عددی میدان جریان با احتراق
- ۴- انجام تست های تجربی پارامتریک

## اخبار و تازه‌های احتراقی

### برگزاری دو سالانه کنفرانس احتراق ایران

لذا از دانشگاه‌ها و موسساتی که علاقمند می‌باشند در برگزاری کنفرانس سال ۸۶ با انجمن احتراق ایران همکاری نمایند تقاضا می‌گردد شرایط خود را از طریق Email به دبیرخانه انجمن اعلام نمایند.

به دنبال استقبال متخصصین و علاقمندان علم احتراق از اولین کنفرانس احتراق ایران، انجمن احتراق ایران در نظر دارد این کنفرانس را به طور مرتب و در دوره‌های دو ساله برگزار نماید.

### برنامه کاهش ۱۶ درصدی انرژی در بخش صنعت

میزان ۱۰ درصد و سایر صنایع به میزان ۲۰ درصد کاهش دهد. مدیریت مصرف انرژی، حفاظت از محیط زیست، بستر سازی و انجام اقدامات لازم برای بهینه سازی مصرف سوخت در زیر بخش های صنعتی در قالب طرح های ممیزی مدیریت انرژی در صنعت از اهداف این سازمان است.

منبع: سایت خبری وزارت نیرو (<http://news.moe.org.ir>)

سازمان بهینه سازی مصرف سوخت کشور اعلام کرد: براساس برنامه‌ریزی‌های انجام شده در بخش صنعت، تا سال ۱۳۸۸ حدود ۱۶ درصد کاهش مصرف انرژی خواهیم داشت.

سازمان بهینه سازی مصرف سوخت در نظر دارد مصرف انرژی را در زیر گروه کانی‌های غیرفلزی به میزان ۱۶ درصد، فلزات اساسی به میزان ۱۲ درصد، صنایع غذایی به میزان ۲۰ درصد، صنایع نفت به

### قطار مجهز به پیل سوختی در ژاپن ساخته می‌شود

پیش از این نیز شرکت نفت و گاز "استات اوپیل" نیروژ اعلام کرده است که با شرکت کامیون سازی "لولو" سوئد در زمینه فناوری پیل سوختی به منظور کاهش آلودگی موتور کامیون‌ها همکاری می‌کند. برخی کارشناسان بر این باورند که مولدهای برق مبتنی بر پیل سوختی در بلند مدت می‌توانند در قایق‌ها، هواپیماها و سایر واحدهای متحرک نیازمند به منبع برق کوچک و سازگار با محیط زیست، مورد استفاده قرار گیرند.

در این حال، وزارت انرژی آمریکا اعتباری ۱۱۹ میلیون دلاری به تحقیقات در زمینه فناوری پیل سوختی هیدروژنی اختصاص داده است.

ساموئل بودن، وزیر انرژی آمریکا، هدف از این تحقیقات را کمک به تولید خودروهایی غیر آلاینده با

یک شرکت ژاپنی تلاش‌هایی را برای ساخت اولین قطار مجهز به پیل سوختی در جهان آغاز کرده است. به نقل از خبرگزاری فرانسه از توکیو، شرکت "راه آهن شرق ژاپن" که بزرگترین شرکت اداره کننده قطارهای مسافربری در جهان به شمار می‌آید، در آینده‌ای نزدیک اولین نمونه قطار مجهز به پیل سوختی را آزمایش خواهد کرد.

خبرگزاری "جی.جی.پرس" ژاپن با اعلام این مطلب افزود: قطار آزمایشی، دو پیل سوختی ۶۵ کیلوواتی حمل می‌کند و قادر به حرکت با سرعت یکصد کیلومتر در ساعت خواهد بود. بر اساس این گزارش، شرکت راه آهن شرق ژاپن قصد دارد اواسط سال ۲۰۰۷ بهره برداری از قطارهای مجهز به پیل سوختی را آغاز کند.

منبع: شانا (<http://shana.ir>)

سوخت هیدروژن به منظور کاهش وابستگی آمریکا به نفت اعلام کرده است.

### استفاده از سوخت جدید در خودروهای فرانسوی آغاز شد

وی با تاکید بر اینکه فرانسه همچنان به نفت نیاز خواهد داشت، افزود که کاربرد گسترده این سوخت گیاهی به ایجاد جایگاه ویژه سوخت رسانی و همچنین سازگار کردن موتور خودروهای جدید با آن نیاز دارد. چند دستگاه خودرو که به صورت تجربی برای استفاده از این نوع سوخت ساخته شده اند، به مدت یک سال مورد آزمایش قرار خواهند گرفت.

اتانول از چغندر قند، گندم، ذرت و نیشکر بدست می آید. این ماده هم اکنون در برخی از کشورها، بویژه در برزیل، همراه با بنزین سوپر در خودروها استفاده می شود اما میزان ترکیب آن فقط پنج درصد است.

منبع: شانا (<http://shana.ir>)

فرانسوا لوس، وزیر صنایع فرانسه، روز پنجشنبه استفاده از سوخت جدید نباتی "بیو اتانول



ئی - ۸۵" را که متشکل از ۸۵ درصد از اتانول و ۱۵ درصد بنزین است، رسماً آغاز کرد.

به نقل از خبرگزاری فرانسه، لوس در مرکز آزمایش‌های ملی فرانسه با پرکردن باک یک خودرو از سوخت "ئی - ۸۵" گفت این سوخت به دلیل آنکه ۸۵ درصدش از اتانول گیاهی تشکیل شده است، از نظر کاهش گازهای گلخانه‌ای بسیار مفید است.

### پایگاه اطلاعات علمی جهاد دانشگاهی

۲- دسترسی به متن کامل (Full Text) مقالات نشریات علمی - پژوهشی کشور

۳- سرویس ارسال الکترونیکی مقالات (Online Submission) و پی‌گیری پیشرفت کار توسط نویسندگان (Tracking)

۴- سرویس گزارش‌های استنادی نشریات علمی - پژوهشی کشور (JCR)

۵- معرفی مقالات و نویسندگان پراستناد و اعلام عامل تاثیر (Impact Factor) و شاخص آنی (Immediacy Index) برای کلیه نشریات علمی - پژوهشی کشور

۶- دسترسی به مجموعه مقالات محققان ایرانی چاپ شده در نشریات بین‌المللی معتبر

جهت آشنایی اعضای محترم انجمن احتراق با پایگاه اطلاعات علمی جهاد دانشگاهی ([www.SID.ir](http://www.SID.ir))، به اطلاع می‌رساند که این پایگاه ضمن معرفی نشریات علمی - پژوهشی کشور، به طور جامع و روزآمد نمایه سازی مقالات آن‌ها را نیز بر عهده گرفته است. یکی از ویژگی‌های ممتاز این پایگاه طراحی و ارائه سرویس گزارش‌های استنادی نشریات (Journal Citation Report - JCR) به صورت کاملاً پویا می‌باشد. لذا امکان اعتبارسنجی و رتبه‌بندی نشریات و همچنین شناسایی نویسندگان پراستناد فراهم شده است. خدمات این پایگاه عبارتند از:

۱- امکان جستجو در کلیه مقالات نشریات علمی - پژوهشی کشور



## غزال ایرانی، اولین خودروی خورشیدی ساخت ایران

پیمان خلیلی، یاسر تازرونی - آزمایشگاه تحقیقاتی احتراق دانشگاه علم و صنعت ایران

در صورتیکه الان سرعتی بیش از ۱۵۰ km/h دارند. به خاطر اینکه همه بخش‌های خودرو از جمله سلولهای خورشیدی، باتری و موتورهای الکتریکی پیشرفت کرده‌اند که مدیون همین مسابقات است. اصولاً دانشگاهها جاهایی هستند که این چنین فعالیت‌هایی انجام می‌شود و چون در ایران در هیچ دانشگاهی این کار انجام نشده بود بنابراین طرح بسیار جدیدی بود که مطرح شد و دانشجویان علاقمند به این طرح شدند. از اواخر سال ۸۳ شروع به فعالیت کردیم و کارهای نرم‌افزاری را انجام دادیم و به دنبال یک حامی برای پروژه بودیم تا بتواند هزینه‌ها را تامین نماید. کار خیلی سختی بود چون در کشور ما کسی از این کارها نمی‌کند. بالاخره شرکت ایران خودرو شجاعانه به میدان آمد و آقای دکتر منطقی از طرح ما حمایت کردند. ایشان نسبت به دانشگاه و این نوع پروژه‌ها و نوآوری‌ها کلاً دید خیلی مثبتی داشتند به خاطر همین قدم جلو گذاشتند و از پروژه پشتیبانی کردند و خوشبختانه پروژه خیلی موفقیت‌آمیز بود.

سوال - آقای دکتر چه زمانی پروژه آغاز شد و چقدر طول کشید تا آن را به پایان برسانید؟

جواب - تمام کارهای پروژه را در واقع همین تیم انجام داده است. حدود ۳ تا ۴ ماه کار طراحی طول کشید که البته با توجه به این که همه کلاس می‌رفتند از لحاظ وقت در مضیقه بودند ولی خیلی تلاش کردند. هیچ امکاناتی هم اینجا نداشتند، تنها یک اتاق در زیرزمین در اختیار آنها قرار گرفته بود که حتی تهویه مطبوع هم نداشت. با این شرایط کار ما شروع شد و هیچ پشتیبانی نداشتیم. بعد از اینکه شرکت ایران خودرو پشتیبان ما شد، تیم در یک سوله مخصوص همین طرح مستقر شدند و کلیه مراحل ساخت در آن جا انجام گرفت.



آقای دکتر کارن ابری‌نیا عضو هیات علمی دانشکده مهندسی مکانیک دانشگاه تهران بعنوان سرپرست گروه به همراه یک تیم دانشجویی متشکل از آقایان مجید سیاوشی، محمد همتی، رامین آقابابایی، مصطفی پویانفر، آرمین وشکینی، میرحامد فرکارفرشی، علیرضا شیخ جعفری و حمیدرضا شیرین‌کامی موفق به طراحی و ساخت اولین خودروی خورشیدی شدند. لذا، به منظور آشنایی با اهداف و چگونگی به ثمر رسیدن این پروژه مصاحبه‌ای با ایشان صورت گرفته است. متن این مصاحبه در زیر به اطلاع خوانندگان عزیز می‌رسد.

سوال - جناب آقای دکتر ابری‌نیا، لطفاً توضیح دهید ایده اصلی این پروژه از کجا شروع شد؟

جواب - ما حدود ۳ یا ۴ سال پیش پروژه‌ای با همین عنوان تعریف کردیم و برای وزارت صنایع فرستادیم ولی آنها قبول نکردند. اما علت تعریف این پروژه به این خاطر بود که دانشگاه‌های معتبر دنیا عموماً روی چنین پروژه‌هایی کار می‌کنند و این ماشین‌های خورشیدی را می‌سازند و در مسابقات بین‌المللی شرکت می‌کنند. بیش از سی سال است که این مسابقات هر ساله برگزار می‌شود و در این سی سال پیشرفت قابل ملاحظه‌ای انجام شده است. بطوریکه خودروهایی که ده سال پیش ساخته می‌شدند، حداکثر سرعتی که داشتند ۵۰ km/h بود

قبلی استفاده شده ولی از روی ماشین خاصی کپی برداری نشده است و صرفاً از همین اعضای تیم تراوش کرده است و به ثبت هم رسیده است (به عنوان یک نوآوری).

سوال - آیا در طرح نقطه ضعیفی می بینید؟

جواب - ما دسترسی به آخرین تکنولوژی سوخت نداشتیم ولی تیمهای دیگر دسترسی داشتند. وقتی صحبت از نقطه ضعف یا قوت است باید با تیمهای دیگر مقایسه کرد تیمهای دیگر دارای مکان اختصاصی و بودجه لازم بوده اند ولی در مورد تیم ما حتی مواردی پیش آمده که خود اعضای تیم با پول خودشان دست به خرید بعضی امکانات زده اند. در مورد سبک سازی هم ما تمام سعیمان را کردیم ولی به خاطر مسائل ذکر شده دستمان بسته بود.

سوال - آیا قسمت طراحی شاسی و ... و سوخت را

خود بچه های تیم انجام داده اند؟

جواب - تمام قسمت های مکانیکی و طراحی برق (الکتریکی) را اعضای تیم انجام داده اند ولی سلول خورشیدی خریداری شده چون سلول خورشیدی چیزی نیست که براحتی بتوان ساخت. تمام چیزهایی که سایر تیم ها خریداری می کردند ما هم خریدیم.

سوال - از لحاظ امکان سنجی در مورد تجاری

شدن چه نظری دارید و تا کنون طرح های این چنینی به تولید انبوه رسیده اند؟

جواب - در مورد خودروهای هیبریدی کارهایی انجام شده ولی خودرویی که فقط از انرژی خورشیدی استفاده کند هنوز تجاری نیست ولی این کار روزی انجام خواهد شد. شعار ما: نفت تمام شدنی است ولی ما در سرزمین خورشید هستیم.

سوال - در مورد سرعت خودرو توضیح دهید؟

جواب - تخمین ما بر این است که تا  $100 \text{ km/h}$  و بالاتر هم برود اما در جاده ما  $80 \text{ km/h}$  را ثبت کرده ایم.

سوال - کار ساخت این پروژه چقدر طول کشید؟

جواب - یک قسمت از کار ، قالب سازی بود و ما نقشه ها را به ایران خودرو داده بودیم و آن ها کار ساخت آن را انجام می دادند. به همین خاطر کمی طول کشید.

سوال - آقای دکتر در کار تئوری که انجام شد یا

کار عملی ای که در ایران خودرو انجام گرفت آیا شما از لحاظ تکنولوژی به محدودیت برخورد کردید؟

جواب - این بستگی دارد که ما در چه سطحی از

تکنولوژی حرکت کنیم. قبلاً استفاده از سلولهای خورشیدی در سطح روز دنیا برای ما امکان پذیر نبود و در آن سطحی که برای ما مقدور بود استفاده کردیم چون خیلی از قطعه ها را که باید از خارج وارد می کردیم تحریم بودیم با توجه به این مسائل ما حرکت کردیم.

سوال - کل هزینه انجام این پروژه چقدر شد؟

جواب - بنا به برآوردی که ما داریم حدود

$120/000/000$  تومان هزینه انجام این پروژه بوده است البته بعضی از هزینه ها بودند که ایران خودرو متقبل شد و از ما نگرفتند.

سوال - موفقیت پروژه در حد بین المللی در چه

سطحی بوده است؟

جواب - طرح باید در صحنه بین المللی جوابش را

پس بدهد، یعنی در یک مسابقه شرکت کند تا ببینیم چقدر موفق بوده است. ولی با توجه به اطلاعات ما در عرصه بین المللی این طرح خیلی موفق بوده است. بخصوص اینکه دانشگاه MIT این طرح را مورد توجه قرار داده است و از تیم ما دعوت کرده اند که در یک برنامه سه ماهه که در مورد طرح خودروهای هیبریدی در آنجا در حال انجام است شرکت داشته باشیم و کار کنیم. در بین ۲۰ تیمی که از سراسر دنیا دعوت شده اند. از مزایای منحصر به فرد این طرح اینست که کپی برداری نشده، از تجارب پروژه های

## همایش‌های آینده

**یازدهمین کنگره ملی مهندسی شیمی ایران - تهران، دانشگاه تربیت مدرس، ۷ تا ۹ آذرماه ۱۳۸۵**

- مهندسی پلیمر
- مواد و فرآیندهای جدید
- آموزش و اشتغال در مهندسی شیمی
- بیوتکنولوژی، صنایع غذایی، بهداشتی و دارویی و مهندسی پزشکی
- نفت و گاز
- صنایع شیمیایی، پتروشیمی و صنایع پایین‌دستی
- فناوری‌های نو
- آخرین مهلت دریافت مقاله کامل: ۳۱ مردادماه ۸۵
- اعلام نتایج پذیرش مقاله‌ها: ۳۰ مهرماه ۸۵
- یازدهمین کنگره ملی مهندسی شیمی ایران برای ارائه آخرین یافته‌های پژوهشی و بحث و تبادل نظر در زمینه‌های مختلف علم مهندسی شیمی به شرح زیر برگزار می‌گردد:
- پدیده‌های انتقال
- تعادل فازی ترمودینامیک
- سینتیک، طرح رآکتور و کاتالیست
- انرژی، سوخت، احتراق و ایمنی
- فرایندهای جداسازی
- طراحی، کنترل و شبیه‌سازی
- محیط زیست

**Website:** [www.ichecll.com](http://www.ichecll.com)  
**Email:** [Info@ichecll.com](mailto:Info@ichecll.com)



## 5<sup>th</sup> International Seminar on Fire and Explosion Hazards

23rd - 27th April 2007, Edinburgh, UK

### Seminar Themes

- Combustion fundamentals of fires and explosions
- Fire and explosion physics, chemistry and fluid dynamics
- Modelling and simulation of fires and explosions
- Fires and explosions in buildings, including structural fire engineering
- Industrial fire and explosion safety, Including venting of deflagrations
- Backdraught, flashover and smoke explosions
- Fire and explosion hazards of substances and materials
- Performance-based fire safety engineering

- Explosion safety engineering Fire and explosion statistics, databases, case studies and risk assessment
- Prevention of fires and explosions
- Hazards assessment and disaster management
- Hydrogen safety
- Evacuation modelling
- Underpinning education

### Deadline

Paper abstract submission: 1st September 2006  
 Notification of acceptance: 1st October 2006  
 Submission of full papers: 1st January 2007  
 Poster abstract submission: 1st February 2007

**Website:** [www.see.ed.ac.uk/feh5/index.html](http://www.see.ed.ac.uk/feh5/index.html)

## International Conference on Multiphase Flow

ICMF Leipzig 9.-13. July 2007

### Scope of the Conference

- Elementary processes for particles, droplets and bubbles (dispersed Multiphase Flows)

- Discontinuous multiphase flows (annular, wavy and stratified flows, flow pattern regimes and instabilities)

- Multiphase flows with phase change (boiling, evaporation and condensation, reactive flows)
- Numerical methods for multiphase flows (Euler/Euler, Euler/Lagrange, DNS, LES, VOF, interface tracking)
- Instrumentation for multiphase flow analysis (holography, tomography, LDA, PDA, imaging techniques)
- Applications (chemical engineering, nuclear engineering, combustion, automotive, nano-technology)

### Schedule of ICMF

Open for abstract submission:  
15. October 2006



Deadline for abstracts: 15. November 2006  
Notification of acceptance: 31. January 2007  
Deadline for full length paper:  
31. March 2007  
Early registration until: 31. March 2007  
Hotel reservation until: 30. April 2007

Website: <http://www.icmf2007.org/>

### درخواست همکاری با خبرنامه انجمن احتراق ایران

و سایر مطالب خود در رابطه با موضوع این خبرنامه را جهت چاپ به دبیرخانه انجمن احتراق ایران ارسال نمایند.

هیات تحریریه خبرنامه انجمن احتراق ایران از تمامی اعضای این انجمن و سایر علاقمندان به موضوع احتراق دعوت می نماید مقالات، خبرها

خبرنامه انجمن احتراق ایران هر ۲ ماه، با تیراژ ۱۲۰۰ نسخه و به صورت ۴ رنگ منتشر و به آدرس کلیه مراکز معتبر تحقیقاتی و صنعتی کشور ارسال می گردد. مخاطبان این نشریه متخصصین و کاربران اطلاعات و تجهیزاتی هستند که به گونه ای با مقوله احتراق در ارتباطند. از هم اکنون ورود شما را به کانون اطلاع رسانی احتراق ایران تبریک می گوئیم. ما پیام پژوهش ها، توانایی ها، امکانات و محصولات شما را به موثرترین اشکال ارتباطی و تبلیغاتی، به گوش مخاطبانان می رسانیم.

خبرنامه انجمن احتراق ایران  
آدرس: تهران - صندوق پستی ۱۴۱۱۵/۳۱۱  
دبیرخانه انجمن احتراق ایران  
پست الکترونیکی: [Combustion@modares.ac.ir](mailto:Combustion@modares.ac.ir)  
تلفکس: (۰۲۹۶۲) ۸۸۰۱۱۰۰۱  
Website: [www.ici.org.ir/khabarname.htm](http://www.ici.org.ir/khabarname.htm)

سردبیر: رضا ابراهیمی  
هیات تحریریه: محمد رضا رجایی، فاطمه برزگر  
محبوبه زمانی نژاد، حسین سوری  
طراح گرافیک: مهناز زمانیان  
چاپ: مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن