



نهمین کنگره ملی مهندسی شیمی ایران

دانشگاه علم و صنعت ایران  
۳-۵ آذر ماه ۱۳۸۳

## تکنولوژی‌های کاتالیستی جدید در صنایع نفت و پتروشیمی

حسین اسمعیلی<sup>۱\*</sup>، قدرت‌ا... محمد زمانی<sup>۱</sup>

۱. تهران، کیلومتر ۱۶ جاده قدیم کرج، خیابان سولیران، پژوهشکده مهندسی جهاد

[HEsmaeili@jercen.com](mailto:HEsmaeili@jercen.com)

### چکیده

در این مقاله کاتالیست‌ها و تکنولوژی‌های کاتالیستی که در دهه اخیر توسط سازندگان بین‌المللی کاتالیست بصورت صنعتی در آمده‌اند ارائه شده‌اند. جدول ارائه شده در این گزارش ترکیبی از اطلاعات موجود در مقاله‌های موجود در این زمینه و نتایج حاصل از تماس با سازندگان بین‌المللی کاتالیست می‌باشد. این مقاله نشان می‌دهد که هنوز هم تکنولوژی‌های کاتالیستی نقش مهمی در افزایش میزان فعالیت‌های تجاری در جهان ایفا می‌کنند

**کلمات کلیدی:** نفت، پتروشیمی، کاتالیست، تکنولوژی‌های جدید

## مقدمه

تغییرات ایجاد شده در تقاضای انواع محصولات نفتی و پتروشیمی با خصوصیات بهتر تأثیر زیادی بر نقش فرایندهای پالایشگاهی و پتروشیمی در صنعت در گذشته داشته و انتظار می رود که تأثیر آن در آینده نیز چشمگیرتر باشد. به منظور برآورده کردن تغییرات مورد نیاز، پیشرفتها در جهت رسیدن به تکنولوژیهای جدید و مهمتر از آن کاتالیستهای جدید برنامه ریزی شده اند. این مقاله مروری است بر تغییرات ایجاد شده در گذشته و تغییرات مورد انتظار در آینده در مقادیر و کیفیت محصولاتی از نفت خام پالایش شده که فرایندهای پالایشی و پتروشیمی را تحت تأثیر قرار می دهند. در حالت کلی تغییر تقاضا و خصوصیات با بکارگیری و توسعه تکنولوژی های موجود میسر می شود. در این مقوله، پیشرفت یا توسعه کاتالیست مشکل می باشد. این مقاله سعی دارد که تکنولوژی های کاتالیستی صنایع نفت و پتروشیمی که در دهه ۹۰ و پس از آن به تولید صنعتی رسیده اند و همچنین تکنولوژی های جدید دیگر را ارائه نماید. اگر چه رشد قابل توجه تکنولوژی های کاتالیستی در دهه های ۶۰ و ۷۰ در دهه های اخیر مشاهده نمی شود، این گزارش نشان می دهد که فعالیتهای وابسته به کاتالیست هنوز هم در حال توسعه بوده و ارزش افزوده زیادی را برای صنایع مختلف به ارمغان می آورد. فاصله بین تکنولوژی های جدید آزمایشگاهی و صنعتی مشخص نیست. اطلاعات موجود در این مقاله یا از نمایندگی های کمپانی های مختلف و یا از اطلاعات موجود در مقالات ارائه شده توسط متخصصین ذیربط جمع آوری شده اند. البته واضح است که بعضی از تکنولوژی ها گزارش نشده اند. مطالبی که در این مقاله ارائه شده اند نشان می دهند کدامیک از کمپانی ها تمایل به در اختیار گذاشتن اطلاعات خود دارند. تمام تلاش این مقاله بر این اساس بوده است که کلیه اطلاعات و تکنولوژی های جدید و کاتالیست های جدید مورد استفاده در صنایع نفت، گاز، پتروشیمی ارائه شوند.

## روش تحقیق

پس از بررسی مقالات در این زمینه و مشاهده پیشنهادهایی که در آنها صورت گرفته بود تصمیم گرفته شد که فعالیتهای زیر انجام شود:

۱- برقراری تماس با سازندگان اصلی کاتالیست های صنعت نفت و پتروشیمی از طریق پست الکترونیکی و دورنگار.

۲- جستجو در پایگاه های اینترنتی سازندگان بین المللی کاتالیست.

۳- بررسی مقالات منتشر شده در این زمینه.

۴- خرید و بررسی گزارشات منتشر شده توسط مراکز اطلاع رسانی جهانی.

در نامه های ارسال شده به مراکز تحقیق و توسعه کمپانی های برجسته در زمینه کاتالیست و فرایندهای کاتالیستی موارد زیر درخواست شد:

۱- نام محصول

۲- در چه سالی و چه مقیاسی صنعتی شده است

۳- توضیحی درباره اهمیت کاتالیست

۴- واکنش کلیدی کاتالیست

۵- توصیف کاتالیست

۶- نام کمپانی

فعالیتها با این پیش فرض انجام شد که ورودی‌های جدول (جدول پیوست) براساس مدارک صنعتی‌شدن باشند. از کمپانی‌ها درخواست شد که مقیاس را مشخص نموده و به سطح صنعتی‌شدن نیز اشاره کنند. در بعضی موارد تکنولوژی‌ها ممکن است صنعتی نبوده و یا به فرایندهایی با مقیاس بالای تولید تبدیل شوند. بنابراین در صورتی که از قبل اسنادی برای هزینه اولیه بالا و فروش محصول با استفاده از واحد پایلوت تهیه شده باشد بعضی از ردیف‌های جدول کاتالیست را در مرحله قبل از صنعتی‌شدن نشان می‌دهند.

### بحث

به دلیل آنکه اطلاعات درمورد بسیاری از کاتالیست‌ها محدود است، فقط می‌توان اظهارات کمی بر اساس اطلاعات داده شده از طرف کمپانی‌ها و مقالات ارائه نمود. بعلاوه سعی شده است که اطلاعات هر ردیف جدول را بر اساس فرایندهای جدید و کاتالیست‌های جدید فرایندهای قدیمی دسته کرد. اینکه آیا یک کمپانی در جهت توسعه یک فرایند جدید حرکت خواهد کرد یا نه بستگی به عملکرد کاتالیست مربوطه در یک فرایند مشابه دیگر خواهد داشت. نسل‌های جدید کاتالیست‌ها مرحله بسیار مهمی در توسعه علم کاتالیست به حساب می‌آیند و در این گرد آوری در مورد آنها نیز بحث شده است.

نتایج در دو زیرمجموعه فرایندهای پالایش نفت و پتروشیمی ارائه شده‌اند (جدول پیوست). البته برخی از فرایندهای شیمیایی و پلیمریزاسیون در زیرمجموعه فرایندهای پتروشیمی قرار گرفته‌اند. در ستون اول هر کدام از فرایندها یا محصولات خاص با یک عدد مشخص می‌شوند، در ستون دوم سعی شده است که ورودیها با استفاده از محصول یا فرایند گروه‌بندی شوند. در مواردی که ترکیبات کاتالیستی خاص یا اسامی فرایندها کاربردی‌تر باشند به ستون دوم اضافه می‌شوند. کاتالیست‌هایی که بوسیله تولیدکنندگان تهیه شده و به فروش می‌رسند در فرایند مربوطه لیست شده‌اند. بعضی از کاتالیست‌ها نمایانگر نسل‌های جدید کاتالیست‌ها یا کاتالیست‌های اصلاح‌شده برای خوراک‌های خاص می‌باشند. فرایندهایی مانند Hydrotreating ، HDS و HDN در گروه پالایش نفت قرار می‌گیرند. به دلیل آنکه قسمت اعظم هیدروژن در فرایند Hydrotreating استفاده می‌شود این ماده نیز در گروه پالایش نفت قرار داده شده است.

در برخی موارد تنها پاسخ شرکت‌ها به درخواست ما واژه «تحریم» بود. از برخی از کمپانی‌هایی که در مقاله آقای آرمور [۱] همکاری داشتند هیچگونه جوابی دریافت نشد که همانگونه که ذکر کردیم به دلیل تحریم‌های اعمال‌شده علیه ایران هیچکدام از کمپانی‌های فوق حاضر به برقرار کردن ارتباط با ما نبودند. البته این مسأله ممکن است به علت ادغام بعضی از کمپانی‌ها نیز باشد، چرا که به دلیل یکی‌شدن بعضی از شرکت‌ها، متخصصین ذیربط درگیر مسائل مربوط به سازمان خود بوده و وقت کافی برای پاسخگویی به سؤالات ما نداشتند. متأسفانه شرکت‌های جدیدی که از بخشهای شرکت‌های دیگر شکل گرفته‌اند متمایل نیستند که یافته‌های قبلی بخشهای دیگر شرکتها را بازبینی کرده و از آنها استفاده کنند. از کمپانی‌های مهم دیگر

(مانند صنایع شیمیایی ARCO) به دلیل اینکه بخش تماس آنها با پیشرفت های دهه ۹۰ آشنا نبود هیچگونه ورودی دریافت نشد. واضح است که شرکت هایی که در حال تغییرات اساسی داخلی می باشند یا برای حفظ تشکیلات خود تلاش می کنند در مقابل یک چنین مطالعاتی بهیچوجه پاسخگو نخواهند بود. بنابراین ادغامها و مالکیت های جدید جاهای خالی لیست تماس های ما می باشند.

تکنولوژی های به دست آمده از واحدهای پالوت همواره در تماس های صنعتی ما قابل تشخیص نبوده اند؛ مانند خبرهای اخیر در مورد فرایند جدید تولید آکریلونیتریل براساس پروپان که BP ادعا کرده است که می - خواهد یک عملیات کاملاً صنعتی را با استفاده از پروپان که قیمت کمتری در مقایسه با خوراک پروپیلن دارد راه اندازی کند. ولی هنوز مشخص نیست که کی یا کجا این واحد جدید ساخته خواهد شد. بنابراین این تکنولوژی جدید در جدول لیست نشده است.

صنعت کاتالیست اساساً فارغ از تکنولوژی می باشد. در نهایت تعجب می توان مشاهده کرد که با وجود اینکه تکنولوژی ها و روشهای جدید مختلفی در دهه گذشته برای تهیه کاتالیست ابداع شده اند فقط تعداد کمی از آنها در صنعت مورد استفاده قرار گرفته اند. در حال حاضر کاهش هزینه ها نیروی محرکه اصلی می باشد. برای تولید سیلیکا-آلومینا یا تالکیت های هیدروژنی، ریشه آلکوکسی مورد استفاده برای تهیه آلومینا اصلاح شده است. در حوزه کاتالیست های با تخلخل میکرونی، روشهای تولید جدید برای ژئولیت های باند ژئولیت که اخیراً وارد صنعت پالایش شده اند ضروری می باشند. همچنین بین کاتالیست های متداول ایزومریزاسیون پارافین که بر اساس آلومینای کلرینه شده یا ژئولیت های موردنیت می باشند و سیستم کاتالیستی جدید زیرکونیم سولفات شده که نیازمند تکنولوژی جدید تولید می باشد، رقابت شدید وجود دارد.

در دهه گذشته، پیشرفت شاخه FCC در بخشهای تکنولوژی آلومینا (برای بهبود اتصال (binding) و افزایش کراکینگ مولکولهای سنگین resid)، پایداری ژئولیت (برای بهبود فعالیت و حفظ مساحت ظاهری) و حد مجاز سموم کاتالیست (برای بهبود فرآورش خوراکیهای سنگین محتوی مقادیر زیاد Ni، Fe و V) قابل ملاحظه بوده است. پیشرفت های اخیر تکنولوژی کاتالیست جوابگوی آیین نامه های حفظ محیط زیست برای نشر مواد غیرمجاز (ذرات ریز، NO<sub>x</sub>، SO<sub>x</sub> و CO) و ترکیب سوخت های حمل و نقل (مقدار گوگرد در سوخت دیزل و بنزین، محتوای بنزن و الفینها) می باشند. بعلاوه کنترل گزینش پذیری الفینهای سبک بوسیله پیشرفتهای حاصل شده در پایداری و ترکیب افزودنی های پایه ZSM-5 افزایش یافته است. در آینده آیین نامه های محیطی، تغییرات کیفیت محصول و پیشرفت اجزاء راکتور همچنان عوامل مؤثر در توسعه کاتالیستهای FCC خواهند بود.

## نتیجه گیری و چشم اندازهای آینده

به طور خلاصه می توان گفت که اکثر پیشرفتهای مهم صنعت کاتالیست در این مقاله بررسی شده اند و می - توان مشاهده کرد که صنعت کاتالیست در دهه ۹۰ نیز در حال پیشرفت بوده است. کاربردهای زیست حیاتی صنعت کاتالیست پیشرفت چشمگیری داشته که به دلیل تمایل جهانی برای حفظ محیط زیست و اصلاحات فرایندی ناشی از اعمال قانون می باشد. پیشرفت فرایندهای شیمیایی در زمینه مواد شیمیایی ویژه، بهبود

کاتالیست های فرایندهای موجود و کاربردهای بیوکاتالیستی بسیار محسوس بوده و تنها در تعداد کمی از فرایندها از شیمی جدید استفاده شده است. در حوزه کاتالیستهای زیست محیطی تعداد بسیاری از فرایندها در حال صنعتی شدن می باشند که به دلیل نیازمندیهای موجود برای رعایت مقادیر بسیار پایین تر نشتیها و ترکیب مشخص جریان مواد زاید می باشد. کاتالیست های بسیار فعال پلیمریزاسیون الفین ها تولید انواع محصولات پلیمری جدید را ممکن ساخته اند. در حوزه پتروشیمی پیشرفت های کاتالیست محصولات صنعتی را در بر می گیرد. همواره یک عامل پیش برنده برای کاهش مقادیر گوگرد در سوخت ها، گزینش پذیری بالاتر و تغییر ترکیب سوخت ها وجود دارد. در جدول پیوست، بر اساس آنکه هر ردیف با چه دیدی بررسی شود (وجه تمایز قائل شدن بین کاتالیست پیشرفته، ترکیبات کاتالیستی چندگانه برای همان واکنش و یا خط جدید تولید مواد شیمیایی) تقریباً ورودی های موجود فعالیت های جدید در فرایندهای کاتالیستی یا کاربرد کاتالیست را شرح می دهند. مجدداً باید ذکر شود که این ورودی ها نمایانگر حد پایینی پیشرفت های کاتالیست در دهه ۹۰ می باشند. پیشرفت های جدید حاصله خیلی بیشتر از این تعداد می باشند که صرفاً به دلیل ملاحظات تجاری ذکر نشده اند.

بسیاری از نوع آوری هایی که در طول دهه گذشته به ثبت رسیده یا در حال حاضر در مرحله تکامل می باشند در آینده نزدیک صنعتی خواهند شد. تکنولوژی های فرایندی جدید مورد بحث، نیازمند کاتالیستهای مناسب و تکنولوژی های ساخت متناظر با آنها می باشند.

در آینده به منظور تولید محصول سازگار با آیین نامه های حفظ محیط زیست، ساخت واحدهای جدید هیدروتریتینگ برای نفت خامهای سنگین و برشهای تقطیر ادامه خواهد داشت. برای برآورده کردن نیازمندیهای بازار سوخت ظرفیت واحدهای هیدروکراکینگ و FCC به میزان قابل توجهی افزایش خواهد یافت. بازار کلی کاتالیست های پالایش نفت در سال ۲۰۰۵ به مقدار ۲/۶۵ میلیارد دلار (۳/۹٪ در سال) خواهد رسید. بازار کاتالیست های هیدروتریتینگ، FCC، هیدروکراکینگ، ایزومریزاسیون و دیگر کاتالیست ها به ترتیب به میزان ۳۴، ۳۲، ۱۱، ۲/۵ و ۲ میلیون دلار در سال افزایش خواهد یافت. بازار کاتالیست رفرمینگ نفتا بین سالهای ۲۰۰۱ تا ۲۰۰۵ رشد نخواهد کرد.

## منابع و مراجع

1. Armor, J. N., "New Catalytic Technology Commercialized in the USA during the 1990s", Applied Catalysis, 2003, pp. 407-426.
2. Sonnemans, J.W.M., "New developments in Hydroprocessing", Catalysts in Petroleum Refining and Petrochemical Industries, Akzo Nobel Chemicals, 1995, pp. 99-115.
3. Industry Study 1706, Catalysts, The Freedina Group, 2003, pp. 40-56.
4. Oyama, S.T., "Novel Catalysts for Advanced Hydroprocessing: Transition Metal Phosphides", Journal of Catalysis, 2003, pp. 343-352.
5. Harding, R.H., Peters, A.W., Nee, J.R.D., "New Developments in FCC Catalyst Technology", Applied Catalysis, 2001, pp. 389-396.
6. Aitani, A.M., "New Fluid Catalytic Cracking Technology for Petrochemicals", CPI Technology, 2003.
7. Broekhoven, E.H., D'Amico, V.J., "A New Solid Acid Isobutane Alkylation Technology", [www.akzonobel.com](http://www.akzonobel.com).
8. Nieuwland, J.J., Laan, M.N.T., Bruijn, A., Gall, R.L., "Catalyst Development for Paraffin Isomerization", [www.akzonobel.com](http://www.akzonobel.com).
9. Fujikawa, T., Chiyoda, O., Tsukagoshi, M., Idei, K., Takehara, S., "Development of a High Activity HDS Catalyst for Diesel Fuel: From Basic Research to Commercial Experience", Catalysis Today 45, 1998, pp. 307-312.
10. Wojciechowska, M., Pietrowski, M., Czajka, B., "New Supported Ruthenium Catalyst for Hydrodesulfurization Reaction", Catalysis Today 65, 2001, pp. 349-353.
11. Bezveerkhy, I., Afanasiev, P., Geantet, C., Lacroix, M., "Highly Active (CO) MoS<sub>2</sub>/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> Hydrodesulfurization Catalysts Prepared in Aqueous Solution", J. Catalysis 204, 2001, pp. 495-497.
12. Choi, K., Korai, Y., Mochida, I., "Preparation and Characterization of Nano-Sized CoMo/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> Catalyst for Hydrodesulfurization", Applied Catalysis A: General 260, 2004, pp. 229-236.
13. Inoue, S., Muto, A., Kudou, H., Ono, T., "Preparation of Novel Titania Support by Applying the Multi-Gelation Method for Ultra-Deep HDS of Diesel Oil", Applied Catalysis A: General 269, 2004, pp. 7-12.
14. Zdrzil, M., "Mgo-Supported Mo, CoMo and NiMo Sulfide Hydrotreating Catalysts", Catalysis Today 86, 2003, pp.151-171.
15. Xu, B., Wei, J., Wang, H., Sun, K., Zhu, Q., "Nano-MgO: Novel Preparation and Application as Support of Ni Catalyst for CO<sub>2</sub> Reforming of Methane", Catalysis Today 68, 2001, pp. 217-225.

16. Hwang, K.S., Zhu, H.Y., Lu, G.Q., "New Nickel Catalysts Supported on Highly Porous Alumina Intercalated Laponite for Methane Reforming with CO<sub>2</sub>", *Catalysis Today* 68, 2001, pp. 183-190.
17. Sohn, J.R., Seo, D.H., "Preparation of New Solid Superacid Catalyst, Zirconium Sulfate Supported on  $\gamma$ -Alumina and Activity for Acid Catalysis", *Catalysis Today* 87, 2003, pp. 219-226.
18. Kim, J.W., Kim, D.J., Han, J.U., Kang, M., Kim, J.M., Yie, J.E., "Preparation and Characterization of Zeolite Catalysts for Etherification Reaction", *Catalysis Today* 87, 2003, pp. 195-203.
19. Persson, K., Thevenin, P.O., Jansson, K., Agrell, J., Jaras, S.G., Pettersson, L.J., "Preparation of Alumina-Supported Palladium Catalysts for Complete Oxidation of Methane", *Applied Catalysis A: General* 249, 2003, pp. 165-174.
20. Agrell, J., Boutonnet, M., Cabrera, I.M., Fierro, J.L.G., "Production of Hydrogen from Methanol over Binary Cu/ZnO Catalysts; Part I. Catalyst Preparation and Characterization", *Applied Catalysis A: General* 253, 2003, pp. 201-211.
21. Reddy, E.P., Varma, R.S., "Preparation, Characterization, and Activity of Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-Supported V<sub>2</sub>O<sub>5</sub> Catalysts", *J. Catalysis* 221, 2004, pp. 93-101.
22. Schmidt, F., "New Catalyst Preparation Technologies-Observed from an Industrial Viewpoint", *Applied Catalysis A: General* 221, 2001, pp. 15-21.
23. Silvy, R.P., "Future Trends in the Refining Catalyst Market", *Applied Catalysis A: General* 261, 2004, pp. 247-252.



ردیف	نام محصول	سال تجاری شدن	اهمیت کاتالیست	واکنش کلیدی متأثر از کاتالیست	برخی توضیحات در مورد کاتالیست	نام شرکت تولید کننده
۱	ایزومریزاسیون (Isodewaxing, ICR404, ICR408)	۱۹۹۳	فرآیند ایزومریزاسیون موم زدایی از نفت خام متداول برای تهیه روغن پایه	ایزومریزاسیون پارافین های خطی به پارافین های شاخه دار	فلزات نجیب، غربالهای مولکولی انحصاری	Chevron
۲	کاتالیست ایزوکراکینگ	دهه ۱۹۹۰	کاتالیست ارتقاء یافته برای فرآیند ایزوکراکینگ Chevron (هیدروکراکینگ)	کراکینگ محصولات تقطیری سنگین نفت خام به محصولات میان تقطیری و نفتا در حضور هیدروژن	کاتالیست های فلزات نجیب: ICR 209, ICR220 کاتالیست های پایه فلزی: ICR141, ICR142, ICR147, ICR150, ICR154, ICR 210	Chevron
۳	کاتالیست های تصفیه هیدروژنی (ICR135, ICR137, ICR151, ICR153)	دهه ۱۹۹۰	کاتالیست ارتقاء یافته برای فرآیند RDS کمپانی Chevron و فرآیندهای VRDS	حذف فلزات و سولفورزدائی هیدروژنی از ته مانده های نفتی	فلزات پایه بر روی نگهدارنده های آلومینای انحصاری	Chevron
۴	هیدروکراکینگ (Z-503, Z-623, Z-673, Z-713, Z-723, Z-743, Z-763, Z-773, Z-803, Z-863)	۱۹۹۹-۱۹۹۱	کاتالیست های فلزات پایه و نجیب برای هیدروکراکینگ انتخابی naphtha/ jet/distillate	تبدیل ترکیبات سنگین و شکست خوراک های متداول در حضور هیدروژن به سوخت های تمیزتر و روغن پایه.		Zeolyst-International
۵	کاتالیست های هیدروکراکینگ VGO به سوخت (HC-24)	۱۹۹۱	بیشترین نفتا	هیدروکراکینگ	فلزات پایه بر زئولیت	UOP
	DHC-32	۱۹۹۳	بهبود نفت سفید و دیزل	هیدروکراکینگ	فلزات پایه بر زئولیت	
	HC-26	۱۹۹۲	بیشترین نفتا؛ بهبود محدوده نیتروژن	هیدروکراکینگ	فلزات پایه بر زئولیت	
	HC-29	۲۰۰۱	بیشترین نفتا؛ بهبود محدوده نیتروژن	هیدروکراکینگ	فلزات پایه بر زئولیت	
	HC-35	۲۰۰۰	بهبود jet/kerosene	هیدروکراکینگ	فلزات نجیب بر زئولیت	
	HC-43	۱۹۹۶	انعطاف پذیری نفتا + نفت سفید + دیزل	هیدروکراکینگ	فلزات پایه بر زئولیت	





	فلزات پایه بر زئولیت	هیدروکراکینگ	بهبود دیزل + نفت سفید	۱۹۹۷-۱۹۹۹	DHC-39, DHC-41	
	فلزات پایه بر زئولیت	هیدروکراکینگ	بهبود فعالیت، بیشترین نفتا	۱۹۹۵	HC-34	
	فلزات پایه بر زئولیت	هیدروکراکینگ	افت فشار کم	۱۹۹۸-۲۰۰۰	DHC-32LT, HC-43LT	
	فلزات پایه بر زئولیت	هیدروکراکینگ	بهبود بازده برای بیشترین دیزل و نفت سفید	۲۰۰۱	HC-110	
	فلزات پایه بر زئولیت	هیدروکراکینگ	بهبود بازده دیزل + نفتا	۲۰۰۱	HC-170	
Zeolyst International		اشباع آروماتیک	کانالیست اشباع آروماتیکها برای تولید سوخت دیزل با مقدار آروماتیک کم	۱۹۹۳	اشباع آروماتیکها (Z-714A)	۶
Chevron	فلزات پایه بر روی نگهدارنده های آلومینای انحصاری	حذف فلزات و سولفورزدائی هیدروژنی از باقیمانده های نفتی	فرآیند اجازه می دهد که کانالیست اضافه و یا باقیمانده خارج شود.	۱۹۹۲	HDS (ICR138, ICR152)	۷
Criterion Catalysts		سولفورزدائی و نیتروژن زدائی از اجزاء VGO	کانالیست مربوط به تصفیه هیدروژنی VGO و CFH	۱۹۹۶	تصفیه هیدروژنی سوختها (DN-200)	
		عملیات شکست هیدروژنی، HDN، تصفیه هیدروژنی خوراک CCU، اشباع PNA و شکست هیدروژنی خفیف	کانالیست تکنولوژی CENTURY®	۱۹۹۶	DN-190	
		جدا نمودن اتمهای آبدوست از خوراکیهای متداول هیدروکربنی با تکیه بر نیتروژن زدائی	کانالیست تکنولوژی CENTINEL جهت تامین فعالیت بیشتر HDN	۱۹۹۹	DN-3100, DN-3120	۸
		جدا نمودن اتمهای آبدوست از ترکیبات هیدروکربنی با تکیه بر سولفورزدایی	کانالیست تکنولوژی CENTINEL جهت تامین فعالیت بیشتر HDS همراه با مقادیر بالای توابع HDN/HDA	۱۹۹۹	DC-2118	
		جدا نمودن اتمهای آبدوست از ترکیبات هیدروکربنی	کانالیست سولفورزدائی تکنولوژی CENTINEL با تامین بیشترین	۱۹۹۹	DN-3110	



			HDN/HDA		
Criterion Catalysts & Technologies		حذف هیدروژنی فلزات از پس مانده های نفت خام	ظرفیت بالای حذف هیدروژنی فلزات از باقیمانده خوراکیهای نفت خام	۱۹۹۵ و ۱۹۹۹	فرآوری هیدروژنی (RM-430, RM-5030)
		سولفورزدائی هیدروژنی	کاتالیست با فعالیت زیاد سولفورزدائی هیدروژنی همراه با افزایش فعالیت تبدیل نیتروژن و اشباع آروماتیکها	۱۹۹۶	RN-450
		حذف هیدروژنی فلزات و سولفورزدائی هیدروژنی	کاتالیست حذف هیدروژنی فلزات با فعالیت زیاد سولفورزدائی هیدروژنی	۱۹۹۸	RN-412
		سولفورزدائی هیدروژنی	کاتالیست با فعالیت زیاد سولفورزدائی هیدروژنی به همراه پایداری سولفورزدائی و حذف فلزات	۱۹۹۸	RN-650
UOP	فلزات پایه	سولفورزدائی هیدروژنی، نیتروژن زدائی هیدروژنی	بهبود کردن فعالیت HDN	۱۹۹۵ و ۱۹۹۷	کاتالیست های پیش عمل آوری هیدروکراکینگ (HC-R, HC-P, HC-T)
UOP	هر کاتالیست CCR	رفرمینگ با احیاء پیوسته کاتالیست (Continuous Catalyst Regeneration: CCR)	بهبود احیاء CCR با توسعه عمر کاتالیست	۱۹۹۴	فرآیندهای Catalytic Reforming
	هر کاتالیست CCR	Catalytic Reforming با احیاء پیوسته کاتالیست	کاهش انتشار کلرید در Catalytic CCR Reforming	۱۹۹۷	Cholorosorb
	پایه کاتالیستی زئولیتی	ایزومریزاسیون پارافین های سبک برای تولید BTX و هیدروژن	فرآیند حلقه زدایی در حضور هیدروژن با کمترین شکست پارافین ها	۱۹۹۷	RZ Platforming
Criterion Catalysts & Technologies		واکنشهای Reforming نفتا	کاتالیست های Pt-Re و Pt با انتخابگری و سطح ویژه بالا برای	۱۹۹۳-۱۹۹۹	Catalytic Reforming (P9, PR-9, PR11, PR29)

محدوده کیفیتهای مختلف خوراک و

شرایط عملیاتی کاربردهای بسترهای ثابت

			در واحدهای قابل احیاء		
		واکنشهای Reforming نفتا	کاربرد کاتالیست های شامل محدوده Pt-Sn برای همه تولیدات واحدهای CCR	۱۹۹۰ و ۱۹۹۷	PS-10,20,30,40
UOP	کاتالیست Pt/Sn	Reforming نفتا	پایداری و فعالیت بالا برای reforming نیمه احیاء شونده	۱۹۹۲	کاتالیست (R-56) Catalytic Reforming
	کاتالیست ارتقاء یافته Pt/Sn	Catalytic Reforming با احیاء پیوسته	بهبود CCR reforming Catalyst	۱۹۹۲	R-132
	کاتالیست ارتقاء یافته Pt/Sn	Catalytic Reforming با احیاء پیوسته	بهبود CCR reforming Catalyst با افزایش بازده BTX یا reformate	۱۹۹۳	R-134
	سیستم کاتالیست چندگانه	Reforming نفتا	بالاترین فعالیت، انتخابگری، و پایداری در دسترس برای reforming نیمه احیاء شونده	۱۹۹۴	R-72
	کاتالیست ارتقاء یافته Pt/Sn	Catalytic Reforming با احیاء پیوسته	بازده بالای BTX یا reformate یا بهبود عمر کاتالیست	۱۹۹۶	R-174
	پایه کاتالیستی زئولیتی	ایزومریزاسیون پارافین های سبک برای تولید BTX و هیدروژن	فرآیند حلقه زدایی در حضور هیدروژن با کمترین شکست پارافین ها	۱۹۹۷	RZ-100
	کاتالیست Pt/Sn ارتقاء یافته	Catalytic Reforming با احیاء پیوسته	کاتالیست با دانسیته بالا برای بهبود نگهداری و عمر کاتالیست	۱۹۹۸	R-164
	کاتالیست Pt/Sn ارتقاء یافته	Reforming با احیاء پیوسته کاتالیست	تشکیل کک پایین با افزایش انتخابگری	۱۹۹۹	R-234
	کاتالیست Pt/Rn	Reforming نفتا	دانسیته کمتر، فعالیت بالا و پایداری بالا برای reforming نیمه احیاء شونده	۲۰۰۰	R-86
Criterion Catalysts&		جدا نمودن ذرات بسیار ریز	تأمین کنترل افت فشار بستر راکتور و	۱۹۹۶	Top bed grading (C-815,C-834, C-835)

۱۳

۱۴



Technologies			جدا نمودن فلزات و/یا آهن از خوراک		
Exxon Mobil	ZSM-5 با یک عمل هیدروژناسیون	ایزومریزاسیون زایلن و الکیل زدایی EB	فعالیت زیاد ایزومریزاسیون زایلن با اتلاف کم زایلن	۱۹۹۰	ایزومریزاسیون زایلن (MHAI)
Exxon Mobil	ZSM-5 انتخاب شده؛ ابتدا تکنولوژی انتخابی پارا	نامتناسب سازی تولوئن به بنزن و زایلن	انتخابگری پارازایلن در نامتناسب سازی تولوئن	۱۹۹۱	زایلن ها (MSTDTP)
Exxon Mobil	فعالیت بالای ZSM-5	نامتناسب سازی تولوئن به بنزن و زایلن	فعالیت بالای نامتناسب سازی تولوئن	۱۹۹۶	زایلن ها (TDP-3)
Exxon Mobil	ZSM-5 انتخاب شده	نامتناسب سازی تولوئن به بنزن و پارازایلن ها	کاتالیست های پیشرفته برای انتخابگری نامتناسب سازی تولوئن	۱۹۹۶	زایلن ها (PxMax <sup>SM</sup> )
Exxon Mobil	ZSM-12/ZSM-5	ترانس الکیلاسیون C <sub>9+</sub> با تولوئن (Transalkylation)	تبدیل آروماتیکهای سنگین به زایلن؛ C <sub>9+</sub> به زایلن ها	۱۹۹۷	الکیلاسیون (TransPlus)
Exxon Mobil	ZSM-5 با عملیات هیدروژناسیون	الکیل زدایی C <sub>9+</sub> به BTX	تکنولوژی تولید بیشترین BTX در reformat	۱۹۹۷	BTX
Exxon Mobil	ZSM-5 انتخاب شده	نامتناسب سازی تولوئن به بنزن و پارازایلن	کاتالیست پیشرفته برای انتخابگری نامتناسب سازی تولوئن	۱۹۹۸	زایلن ها (ESTDP)
Exxon Mobil	ZSM-5 با عملیات هیدروژناسیون	ایزومریزاسیون زایلن و الکیل زدایی EB	ایزومریزاسیون زایلن با افزایش انعطاف پذیری عملیاتی	۱۹۹۹	ایزومریزاسیون پیشرفته (MHAI)
Exxon Mobil	ZSM-5 انتخاب شده با عمل هیدروژناسیون	ایزومریزاسیون زایلن و الکیل زدایی EB	انتخابگر شکلی برای کمترین اتلاف زایلن ها	۲۰۰۰	ایزومریزاسیون (XyMax)
UOP	Pt ارتقاء یافته بر آلومینا	هیدروژن زدائی پروپان یا ایزوبوتان برای تولید اولفین	بهبود انتخابگری و پایداری	۱۹۹۲ و ۱۹۹۴-۱۹۹۵ و ۱۹۹۶-۱۹۹۷	کاتالیست های هیدروژن زدایی از پارافین های سبک (DeH-8, DeH-10, DeH-12)
UOP	غربالهای مولکولی ارتقاء یافته SAPO-34	انتخابگری شکلی هیدروژن زدائی و اولیگومریزاسیون	تبدیل انخابی متانول به اتیلن و پروپیلن در یک راکتور بستر سیالی	در حال تجاری شدن	کاتالیست برای تبدیل متانول به اولفین های سبک (MTO-100)



UOP	کاتالیست ایزومریزاسیون آلومینای کلرید شده	ایزومریزاسیون پارافین	ایزومریزاسیون بوتان بدون بازگشت هیدروژن	۱۹۹۰	ایزومریزاسیون پارافین (H.O.T.,Butamer)	۲۶
UOP	کاتالیست ایزومریزاسیون آلومینای کلرید شده همراه با یک کاتالیست هیدروژناسیون انتخابی	ایزومریزاسیون پارافین و اشباع نمودن بنزین	ایزومریزاسیون پارافین های سبک و کاهش میزان بنزین در جریانهای محتوی بنزین با غلظت بالا	۱۹۹۱	Penex Plus	
	یک کاتالیست هیدروژناسیون انتخابی بنزن	اشباع بنزن	اشباع بنزن در reformate یا نفتا	۱۹۹۱	BenSat	
	کاتالیست ایزومریزاسیون آلومینای کلرید شده	ایزومریزاسیون پارافین	بهبود فرآیند ایزومریزاسیون پارافین Penex با افزایش 3-4RON نسبت به Penex DIH متداول	۱۹۹۳	Penex DIH با پنتان PSA	
UOP	کاتالیست ایزومریزاسیون آلومینای کلرید شده	ایزومریزاسیون بوتان	توازن بهینه شده فلز- اسید برای ایزومریزاسیون بوتان	۱۹۹۴	ایزومریزاسیون پارافین (I-12)	۲۷
	کاتالیست سولفات زیرکنیوم	ایزومریزاسیون پارافین و اشباع بنزن	فعالیت بالا، مقاوم در برابر مسمومیت کاتالیست، ایزومریزاسیون قابل احیای پارافین		LPI-100	
	کاتالیست سولفات زیرکنیوم	ایزومریزاسیون پارافین و اشباع بنزن	فرآیند ایزومریزاسیون با استفاده از کاتالیست LPI-100	۱۹۹۶	Par-isom	
	کاتالیست ایزومریزاسیون آلومینای کلرید شده	ایزومریزاسیون پارافین	فعالیت بالاتر در ایزومریزاسیون پارافین های سبک با اکتان بالاتر نسبت به کاتالیست های قبلی	۱۹۹۸	I-80	
	کاتالیست ایزومریزاسیون آلومینای کلرید شده	ایزومریزاسیون بوتان	کاتالیست با فعالیت بالا با توازن فلز-اسید	۲۰۰۰	I-120	
UOP	فلزات نجیب	اشباع آروماتیک، هیدروکراکینگ	ارتقاء سوختها و حلالها، افزایش Cetane	۱۹۹۶ و ۱۹۹۸	کاتالیستهای اشباع آروماتیکها (AS-250,AS-200)	۲۸



UOP	فلزات نجیب	ایزومریزاسیون هیدروژنی	موم زدائی کاتالیستی سوخته‌ها، کمترین شکست مولکولی	۱۹۹۸	کاتالیستهای ایزومریزاسیون هیدروژنی (DW-10)	۲۹
UOP, PDVSA	فلزات پایه	هیدروژناسیون، سولفورزدائی هیدروژنی، ایزومریزاسیون، کراکینگ	سولفورزدایی از نفتا، بدست آوردن اکتان	۲۰۰۰	کاتالیستهای سولفورزدائی بنزین+پارتقای اکتان (ISAL-2)	۳۰
Sud-Chemie Group	زئولیت Pt با اندازه "1/8 یا "1/16	ایزومریزاسیون نفتای سبک	بهبود اکتان نفتای سبک، بسیار قوی تر از کاتالیستهای مشابه، مقاوم در برابر سولفور و رطوبت	۱۹۹۳	بنزین با اکتان بالا (HYSOPAR)	۳۱
Sud-Chemie Group	کاتالیست پایه زئولیتی با اندازه "1/16 یا "1/10 که بصورت تزریقی شکل داده می شوند	کراکینگ نرمال پارافین	بهبود خصوصیات جریان سرد نفت گاز بوسیله کراکینگ انتخابی موم ها و روغن‌ها	۱۹۹۵	نفت گاز (HYDEX-G, HYDEX-L, HYDEX-C)	۳۲
Sud-Chemie Group	کاتالیست پایه زئولیتی با اندازه "1/16 یا "1/10 که بصورت تزریقی شکل داده می شوند	الکیلاسیون	الکیلاسیون فاز نجار بنزن با اتیلن برای تولید اتیلن بنزن با کمترین ناخالصی زایلن	۱۹۹۲	الکیلاسیون (EBUF, EBEMAX)	۳۳
Sud-Chemie Group	کاتالیست پایه زئولیتی	الیگومریزاسیون اولفین ها	تبدیل اولفین ها به دیزل و بنزین	۱۹۹۲	دیزل/ بنزین (COD-9)	۳۴
Sud-Chemie Group	نیکل بر پایه سیلیکا	هیدروژناسیون استیلن و دی الفین ها	بازیافت دی الفین ها از پیروزلیز بنزین	۱۹۹۸	بنزین (T-2576)	۳۵
Sud-Chemie Group	نیکل بر پایه آلفا آلومینا	Steam reforming, autothermal reforming هیدروکربنها	کاتالیست reforming با فعالیت بالا و افت فشار پائین	۱۹۹۸	هیدروژن (C11-9 LDP)	۳۶
Sud-Chemie Group	نیکل بر پایه کلسیم آلومینات	Steam reforming, autothermal reforming	کاتالیست reforming با فعالیت بالا و افت فشار پائین	۱۹۹۸	هیدروژن (G-90 LDP)	۳۷
Sud-Chemie Group	نیکل / پتاسیم بر پایه کلسیم آلومینات با سطح تماس بالا	Steam reforming, بوتان یا جریانهای هیدروکربنی سبکتر	فعالیت بالا و مقاومت بالا در برابر ته نشین شدن کربن	۱۹۹۱	هیدروژن (G-91)	۳۸
Sud-Chemie Group	نیکل بالا	Steam reforming, جریانهای	کاتالیست Pre-reforming با فعالیت	۱۹۹۷	هیدروژن	۳۹

		هیدروکربنی	بالا		(C11-PR)	
Sud-Chemie Group	نیکل بر کره های ۵ میلیمتری آلومینا	Steam reforming, گاز طبیعی	کاتالیست Steam reforming, فعالیت بالا و مقاومت بالا در برابر پخته شدن برای سل های سوخت	۱۹۹۲	هیدروژن (FCR-4)	۴۰
Sud-Chemie Group	گلوله مس / روی	Steam reforming, متانول	تولید هیدروژن از متانول	۱۹۹۰	هیدروژن (MDC)	۴۱
Sud-Chemie Group	نیکل بر پایه آلومینا با فعالیت بالا	Steam reforming, گاز طبیعی	کاتالیست Steam reforming, فعالیت بالا	۱۹۹۹	هیدروژن (ISOP)	۴۲
Sud-Chemie Group	مس تقویت شده با کروم و آهن	Water gas shift	کاتالیست HTS با فعالیت بالا برای جلوگیری از تولید محصولات جانبی واکنش Fisher Tropsch	۱۹۹۰	H <sub>2</sub> /WGS (C12-4-02)	۴۳
Sud-Chemie Group	کاتالیست Cu/Zn تقویت شده	Water gas shift	کاتالیست WGS با فعالیت و پایداری بالا برای جلوگیری از تولید محصولات جانبی	۱۹۹۹	H <sub>2</sub> /WGS (C18-HALM)	۴۴
Sud-Chemie Group	Ni/Mo بر پایه اصلی	HDS	تصفیه هیدروژنی انتخابی ساخت کک از نفتا بدون اتلاف اولفین یا اکتان	۱۹۹۹	HDS (T-2647)	۴۵
Sud-Chemie Group	Ni/W بر پایه آلومینا		هیدروژناسیون نفت سفید و واکس	۱۹۹۸	تصفیه هیدروژنی (T-2557, T-2593)	۴۶
Sud/Chemie Group/Amoco	فلزات نجیب بر پایه های زئولینی	HDS/HDN/HAD	بازیافت آروماتیکها، سولفور، نیتروژن از سوخته های دیزل		تصفیه هیدروژنی (ASAT, ASAT-2, ASAT-MS)	۴۷
Sud-Chemie Group	ZSM-5 ارتقاء یافته	تبدیل متانول و DME به بنزین	جایگزینی برای زئولیت های ZSM-S	۱۹۹۵	بنزین (CMG-1)	۴۸

Sud-Chemie Group	کاتالیستهای پایه زئولیتی	تبدیل پارافین ها به آروماتیک ها	بسیار مقاوم در برابر ناخالصی های خوراک مانند آب و سولفور، انتخابگری پایین نسبت به هیدروکربنهای سبک که بازده بالاتری را می دهد.	۱۹۹۹	آروماتیکها (CPA-1)	۴۹
Sud-Chemie Group	Pd بر آلومینا	هیدروژناسیون انتخابی بوتادین در جریانهای C <sub>4</sub> با بیشترین ایزومریزاسیون برای پالایش خوراک الکیلاسیون HF	کاتالیست با مقاومت در برابر سولفور و فعالیت بالا در دمای عملیاتی پائین، طول حلقه بلندتر و کاهش مصرف اسید در واحد آلکیلاسیون	۱۹۹۰	هیدروژناسیون انتخابی (T-2464CDS)	۵۰
Sud-Chemie Group	Ni بر پایه سیلیکا (”1/8 یا 1/16)	هیدروژناسیون بنزن به سیکلو هگزان، اشباع سازی آروماتیکها	بازیافت بنزن از بنزین وحلالهای پارافینی	۱۹۹۰	اشباع آروماتیک (C46-7-03 CDS)	۵۱
Sud-Chemie Group	کاتالیست سولفوریک اسید جامد	الیگومریزاسیون الفین های C <sub>3</sub> /C <sub>4</sub> به پارافینهای بالاتر	بهبود پایداری کاتالیستهای الیگومریزاسیون	۱۹۹۳	پارافین ها (C84-5-01)	۵۲
Sud-Chemie Group	کاتالیست سولفوریک اسید جامد	الیگومریزاسیون الفین های C <sub>3</sub> /C <sub>4</sub> به پارافین های بالاتر	کاتالیست هندسی تیلور برای بهینه کردن تخلخل و بازده کاتالیست	۱۹۹۵	پارافین ها (C84-5A/B)	۵۳
Sud-Chemie Group	نیکل بر سطح کمی از آلومینا/ سیلیکا بصورت کره های ”1/3		جدا نمودن ناخالصی ها از سیال کراکینگ کاتالیستی و گازهای پالایشگاهی (Offgas)	۱۹۹۷	جدانمودن AS,NO <sub>x</sub> و O <sub>2</sub> ,C <sub>2</sub> H <sub>2</sub> ,MAPD,BD (C36) هیدریدهای فلزی	۵۴
Sud-Chemie Group	Ag بر گلوله های آلومینا		جدا نمودن مقادیر کم ناخالصی از جریانهای هیدروکربنی مایع و بخار	۱۹۹۵	جدا نمودن COS, H <sub>2</sub> S, AsH <sub>3</sub> , PH <sub>3</sub> , Hg و هیدریدهای فلزی بوسیله جذب (T-2552)	۵۵



Sud-Chemie Group	Cu/Mn بر پایه آلومینا، "1/10" و "1/16"	بوسیله جذب سطحی بدون تأثیر از سولفور	جدا نمودن ناخالصی های کم از جریانهای هیدروکربنی مایع و بخار و گاز طبیعی	۱۹۹۰	جدا نمودن COS, H <sub>2</sub> S و AsH <sub>3</sub> , PH <sub>3</sub> , Hg هیدریدهای فلز (T-2550)	۵۶
Sud-Chemie Group	دانسیته بالا ZnO با سطح ویژه بالا، بصورت گلوله های ۴/۸ میلیمتری	جذب سطحی H <sub>2</sub> S	اکسید روی با ظرفیت بالا برای جذب سطحی H <sub>2</sub> S	۱۹۹۷	جدا نمودن H <sub>2</sub> S (G-72H)	۵۷
Sud-Chemie Group	Cuu/Zn	جذب سطحی گوگرد	جدا نمودن سولفور از جریانهای هیدروکربنی تا سطح 5ppb یا کمتر	۲۰۰۰	جدا نمودن گوگرد (C7-DD)	۵۸
Sud-Chemie Group	ZnO، گلوله های ۴/۸ میلیمتری	جذب سطحی اسید کلریدریک/کلریدهای آلی	حفاظتی در برابر کلرید برای جدا نمودن اسید کلریدریک/ کلریدهای آلی از گازهای خروجی Catalitic Reformer	۱۹۹۹	جدا نمودن کلرید (JCL-1, JCL-2)	۵۹
Sud-Chemie Group	ZnO	جذب سطحی اسید کلریدریک/ کلریدهای آلی	جذب اسید کلریدریک/ کلریدهای آلی از جریانهای هیدروکربنی	۱۹۹۹	جدا نمودن کلرید (TCL-1)	۶۰
Sud-Chemie Group	منگنز بر پایه آلومینا، "1/10" و "1/16"	جذب سطحی AsH <sub>3</sub>	جدا نمودن آرسنیک از جریانهای مایع و بخار پارافین ها و الفین ها	۱۹۹۰	جدا نمودن آرسنیک (T-2525)	۶۱
E. I du pont de Nemours & Co.	استات کبالت/هیدروکسی کاراید آلومینیوم	میعان پلیمری پلی اتیلن ترفتالات	بهبود بازده تنیدگی ۵-۱٪	۱۹۹۸	پلی اتیلن ترفتالات	۶۲
CRI Catalyst Company	S-860; S-882	اپوکسیداسیون اتیلن	کاتالیست EO با فعالیت بالا و گزینش پذیری اصلاح شده و پایدار	۱۹۹۳ و ۱۹۹۴	اتیلن اکساید	۶۳
Air Products/Eastman Liquid Phase Joint Ven.	کاتالیست فشار پایین Cu/ZnO/Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> با حالت ریز برای ایجاد سوسپانسیون در روغن خنثی	CO + 2H <sub>2</sub> → CH <sub>3</sub> OH	بصورت سوسپانسیون در راکتور بستر ثابت	۱۹۹۷	متانول	۶۴
Eastman Chemical Co.	به نظر می رسد که کاتالیست فعال کمپلکس نیکل کوئوردینانس شده با		این فرایند بجای کاتالیست Rh از کاتالیست هموزن تری آلکیل فسفین	تحت لیسانس موجود است	اسید استیک	۶۵

	فسفین می باشد نه کمپلکس Ni carbonyl		نیکل استفاده می نماید			
Rohm & Haas Co.	رزین تعویض یونی با پایه قوی	اتیلن اکساید + H <sub>2</sub> O	گزینش پذیری بالا در مقابل منواتیلن گلیکول	مقیاس پایلوت	اتیلن گلیکول	۶۶
Lurgi Oel. Gas.Chemie Sud- Chemie group	کاتالیست پایه زئولیت	تبدیل متانول به پروپیلن	گاز طبیعی به پروپیلن از طریق متانول	واحد نمایشی	پروپیلن ( فرایند MTP)	۶۷
Lurgi Oel. Gas.Chemie Sud- Chemie group	کاتالیست پایه زئولیت	تبدیل الفینها	پروپیلن از الفینهای بی ارزش	واحد نمایشی	پروپیلن ( فرایند Propylur)	۶۸
Sud-Chemie group	کروم روی آلومینا، حبه های 1/8"	هیدروژن زدایی از پروپان	تولید مستقیم پروپیلن از پروپان	۱۹۹۲	پروپیلن (Catofin)	۶۹
Dow Chemical	کربن فعال پوشانده شده با آلیاژ دوفلزی گروههای VIII و IB	تبدیل ۱،۲ دی کلرو پروپان به پروپیلن و HCl بی آب	تبدیل ۱،۲ دی کلرو پروپان به پروپیلن و HCl در حضور H <sub>2</sub> و در عین حال عدم تولید مقادیر زیاد پروپان	۱۹۹۷ و ۲۰۰۰	پروپیلن، HCl	۷۰
CRI Catalyst Company	سری Flexicat	هیدروژن زدایی از اتیل بنزن	کاتالیستهای مهندسی که برای عملکرد بهینه در شرایط ویژه تنظیم شده اند	۱۹۹۹	استایرن	۷۱
Sud-Chemie group	نوع Fe/K اصلاح شده با فلز نجیب	هیدروژن زدایی از اتیل بنزن	گزینش پذیری و فعالیت بالاتر نسبت به دیگر کاتالیستهای رایج	۱۹۹۸	استایرن	۷۲
Exxon Mobil with Badger	زئولیت MCM	الکیلاسیون بنزن با اتیلن	سنتز اتیل بنزن در فاز مایع، خلوص بالای محصول با هزینه پایینتر تجهیزات و عملیات	۱۹۹۶	اتیل بنزن (EBMax <sup>SM</sup> )	۷۳
Exxon Mobil with Badger	زئولیت MCM	الکیلاسیون بنزن با اتیلن	سنتز Cumene در فاز مایع، خلوص بالای محصول با هزینه پایینتر تجهیزات و عملیات	۱۹۹۶	Cumene	۷۴
Exxon Mobil with Badger	کاتالیست Trans-4	ترانس الکیلاسیون پلی اتیل بنزن با اتیل- بنزن	اصلاح پلی اتیل بنزن به اتیل بنزن	۱۹۹۷	اتیل بنزن	۷۵



IChEC9

۵۱۵۹

محور علمی ۱۳: پتروشیمی و صنایع پایین دستی

UOP	کاتالیست زئولیتی	الکیلاسیون بنزن با اتیلن	کاتالیست زئولیتی برای الکیلاسیون بنزن با اتیلن در فاز مایع	۱۹۹۴	تولید اتیل بنزن (EBZ-100)	۷۶
UOP				۱۹۹۶	EBZ-500	
Sud-Chemie group	کاتالیست زئولیتی اصلاح شده، 1/16"	تسهیم نامتناسب تولوئن	بازده بالای بنزن و زایلن	۱۹۹۴	تجزیه تولوئن	۷۷
UOP	زئولیتی	الکیلاسیون بنزن با پروپیلن	آخرین نسل تکنولوژی تولید Cumene با کاتالیست زئولیتی قابل احیا	۱۹۹۶	تولید Cumene (فرایند Q-Max)	۷۸
UOP	زئولیتی	الکیلاسون بنزن با پروپیلن	کاتالیست زئولیتی برای الکیلاسون بنزن با پروپیلن	۱۹۹۶	QZ-2000	
UOP	زئولیتی			۱۹۹۸	QZ-2001	
Chevron Texaco	تحت لیسانس	فلززدایی از نفت خام	فراورش نفت خام‌های سنگین‌تر، عدم تجمع ذرات در راکتور، کاهش حجم راکتور، افزایش انعطاف‌پذیری	۱۹۹۲	فرایند OCR (ICR138)، ICR143 [۲]	۷۹
Akzo-Nobel, Fina	تحت لیسانس	گوگردزدایی، نیتروژن زدایی و هیدروژناسیون	فراورش نفت گازهای محتوی مقادیر بالای گوگرد	۱۹۸۸	فرایند Akzo-Fina CFI [۲]	۸۰
Exxon	تحت لیسانس	گوگردزدایی	تبدیل دی‌بنزوتیوفنهای جانشین شده	۱۹۸۹	فرایند Dodd (RT601) [۲]	۸۱
ABB Lummus Crest, Criterion Catalyst	تحت لیسانس	گوگردزدایی، هیدروژناسیون	بهینه‌سازی هیدروژناسیون، کاهش حجم راکتور، محتوای پایین آروماتیک در محصول	۱۹۹۴	فرایند Synstat [۲]	۸۲
Akzo-Nobel, Exxon Mobil	-	هیدروپروسسینگ	کاهش محتوای گوگرد تا میزان ۱۰ ppm، عدم نیاز به ارتقاء تجهیزات پرخرج	۲۰۰۲	NEBULA [۳]	۸۳
Exxon Mobil	کاتالیست زئولیتی با محتوای اسید پایین	هیدروکراکینگ	افزایش گزینش‌پذیری آروماتیکها	۲۰۰۲	کاتالیست هیدروکراکینگ [۳]	۸۴

Virginia Tech	ترکیب خواص فیزیکی مواد سرامیکی با خواص انتقالی فلزات، امکان ساخت آلیاژهای چندجزئی	هیدروژناسیون، سنتز آمونیاک، کاهش NO، احیای الکتروشیمیایی، سهولت تولید (کاهش هیدروژنی مواد ارزان قیمت تشکیل دهنده فسفات	فعالیت بالا در واکنشهای انتقال هیدروژن	۲۰۰۳	فسفیادهای فلزی انتقالی [۴]	۸۵
EngelHard	کاتالیست زئولیتی که یک ساختار زئولیت ثانویه را با ساختار اولیه ترکیب می نماید	جداسازی فلزات سنگین مانند وانادیم و نیکل از نفت خام	بهبود بازدهی جداسازی محصولات پالایش شده از مایعات سنگین نفت خام	۲۰۰۳	FLEX-TEC [۵]	۸۶
KFUPM, JCCP, Nippon, Saudi Aramco	تحت لیسانس	کراکینگ کاتالیزوری سیال	افزایش میزان تولید الفینهای سبک، کاهش اتلاف بنزین از طریق کاهش کراکینگ حرارتی، کاهش تولید محصولات جانبی نامطلوب، افزایش سوددهی	۲۰۰۳	فرایند HS-FCC [۶]	۸۷
ABB Lummus Global, Akzo- Nobel	کاتالیست اسید جامد که مشابه مایع بی حرکت در یک بستر جامد می - باشد	الکیلاسیون ایزوبوتان	حذف اسیدهای مایع خورنده، جلوگیری از تولید جریانهای جانبی، بازدهی بالاتر محصول آلکیلیت، کاهش هزینه های سرمایه گذاری ثابت	۲۰۰۳-۲۰۰۴	فرایند AlkyClean [۷]	۸۸
Exxon Mobil	کاتالیست زئولیتی	ایزومریزاسیون زایلنها	افزایش تبدیل اتیل بنزن و کاهش اتلاف زایلن	۲۰۰۱	فرایند XYMAX [۳]	۸۹
Akzo-Nobel, TotalFinaElf	کاتالیستهای استوانه ای که مقدار پلاتین در آنها نصف دیگر کاتالیستها می باشد	ایزومریزاسیون ایزوبوتان	فعالیت بسیار بالای کاتالیست	۲۰۰۲	ایزومریزاسیون (AT-10,AT-) [۸] (2G)	۹۰
Cosmo Research Institute	کاتالیست آلومینای محتوی زئولیت با پوشش محتوی Co, Mo و فسفر	HDS با بازده بالا	ترکیب تکنولوژی زئولیت و آبستن - سازی که باعث فعالیت بسیار بالای کاتالیست می شود	۱۹۹۸	C-603A [۹]	۹۱

۹۲	کاتالیست Ru/MgF <sub>2</sub> [۱۰]	۲۰۰۱	فعالیت بسیار زیاد کاتالیست در مقایسه با کاتالیست‌های CoMo/Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	گوگردزدایی از تیوفن	کاتالیست رتیم
۹۳	کاتالیست MoS <sub>2</sub> /Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> [۱۱]	۲۰۰۱	فعالیت بسیار زیاد کاتالیست در مقایسه با کاتالیست‌های CoMo/Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	واکنش کاهش گوگرد تیوفن بوسیله هیدروژن	
۹۴	کاتالیست CoMo/Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> [۱۲]	۲۰۰۴	فعالیت بسیار زیاد با وجود سطح ویژه کمتر نسبت به دیگر کاتالیست‌ها	گوگردزدایی هیدروژنی از 4,6-DMDBT (دی متیل دی بنزوتیوفن)	کاتالیست‌های کروی در ابعاد نانو (قطر ۲۰-۱۰ nm)
۹۵	کاتالیست تیتانیا [۱۳]	۲۰۰۴	فعالیت زیاد و عملکرد خوب در گوگرد زدایی کامل	واکنش گوگردزدایی کامل	کاتالیست با پایه TiO <sub>2</sub> و سطح ویژه بالا که به روش ژلاسیون چندگانه تهیه می‌شود
۹۶	کاتالیست‌های تصفیه هیدروژنی [۱۴]	۲۰۰۳	فعالیت زیاد و کاهش مسمومیت بوسیله کک	گوگردزدایی، نیتروژن‌زدایی	کاتالیست‌های Mo, CoMo, NiMo بر پایه MgO
۹۷	کاتالیست‌های گاز سنتز [۱۵]	۲۰۰۱	جلوگیری از تشکیل رسوب تا دمای ۶۵۰°C بدون کاهش محسوس سطح ویژه	رفرمینگ متان با استفاده از CO <sub>2</sub>	کاتالیست نیکل بر پایه MgO در ابعاد نانو
۹۸	کاتالیست‌های گاز سنتز [۱۶]	۲۰۰۱	فعالیت و پایداری بالای کاتالیست	رفرمینگ متان با استفاده از CO <sub>2</sub>	کاتالیست نیکل بر پایه آلومینا با تخلخل بالا
۹۹	کاتالیست سوپر جامد اسیدی [۱۷]	۲۰۰۳	فعالیت بالای کاتالیست در فرایند کاتالیستی اسیدی	هیدروژن‌زدایی از ۲-پروپانول، الکیل-زدایی از Cumene	سولفات زیرکونیم بر پایه آلومینای γ
۱۰۰	کاتالیست‌های اسید جامد H-Beta, H-MOR, H-ZSM-5 [۱۸]	۲۰۰۳	تبدیل بالاتر و پایداری بیشتر نسبت به دیگر کاتالیست‌ها	اتریفیکاسیون کاتالیستی ۲- نفتول با اتانول برای تولید ۲- نفتیل اتیل اتر	کاتالیست‌های زئولیتی محتوی Si و Al
۱۰۱	کاتالیست Pd/Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> [۱۹]	۲۰۰۳	فعالیت بسیار زیاد کاتالیست	اکسیداسیون متان	کاتالیست‌های پالادیم بر پایه آلومینا که بوسیله تکنیک‌های



	میکروامولسیون تهیه شده‌اند					
	کاتالیست‌های مس بر پایه اکسیدروی	تولید هیدروژن از متانول	پایداری و مقاومت دمایی بیشتر	۲۰۰۳	کاتالیست‌های Cu/ZnO [۲۰]	۱۰۲
	کاتالیست‌های V <sub>2</sub> O <sub>5</sub> بر پایه آلومینا	اکسیداسیون اتیل‌بنزن	فعالیت بیشتر	۲۰۰۴	کاتالیست وانادیم [۲۱]	۱۰۳



