



بررسی واکنش های شیمیایی موجود در مسابقات کمیکار

امین نوری خراسانی^{۱*}، دکتر سهیلا یغمایی^۲

۱- دانشجوی کارشناسی مهندسی شیمی دانشگاه صنعتی شریف Nouri@che.sharif.ir

۲- دانشیار دانشکده مهندسی شیمی دانشگاه صنعتی شریف

چکیده:

مسابقات کمیکار فعالیتی دانشجویی است که به منظور بهبود درک دانشجویان از دروس تئوری دانشگاهی و با هدف پیدا کردن سوخت های سازگار با محیط زیست به عنوان جایگزین مناسب برای سوخت های فسیلی، هر ساله در میان دانشجویان رشته مهندسی شیمی و رشته های وابسته (شیمی محض و کاربردی و مهندسی نفت) در ایران برگزار می گردد. در این مسابقه دانشجویان باید ماشینی در ابعاد کوچک طراحی کنند که توسط واکنش های شیمیایی غیراحتراقی پیشرانش و کنترل می شود؛ این ماشین باید مسافتی معین را در مدت زمان معین پیموده، بدون استفاده از هیچگونه وسیله کنترل کننده از راه دور و صرفاً با استفاده از واکنش های شیمیایی متوقف شود. این مسابقات از سال ۲۰۰۲ در سطح جهانی و از سال ۱۳۸۳ در ایران شروع شد. تیم های دانشگاهی ایرانی تاکنون دوبار در این مسابقات شرکت نموده اند که حاصل تلاش آنها یک مقام قهرمانی و یک مقام نایب قهرمانی بوده است. در این مقاله به بررسی مهمترین قسمت های یک ماشین شیمیایی (بخش های پیشرانش و توقف) پرداخته، واکنش های مورد استفاده معرفی می شود.

مقدمه:

در اتومبیل های امروزی، برای تأمین نیروی پیشران از موتورهای درون سوز استفاده می شود که با استفاده از انرژی حاصل از احتراق سوخت های فسیلی کار می کنند. امروزه، رو به کاهش گذاشتن ذخایر نفت از یک سو و دغدغه های زیست محیطی از سوی دیگر، جوامع دانشگاهی و تحقیقاتی را به آن واداشته است که در پی جایگزینی مناسب و مطمئن برای این نوع سوخت ها باشند. در این راستا، در قوانین مسابقات کمیکار نیز، تیم های



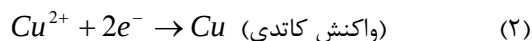
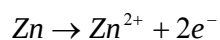
شرکت کننده ملزم به استفاده از واکنشی غیراحتراقی به منظور تولید نیروی محرکه ماشین گشته اند. همچنین در بخش توقف ماشین، توانائی تیم ها در متوقف کردن ماشین به کمک کنترل دقیق و اتمام واکنش در زمان مناسب محک زده می شود. در ادامه، به بررسی سه واکنش متداول پیل الکتروشیمیایی، پیل سوختی و جت گاز به عنوان نیروی پیشران و دو ایده اتمام واکنشگر محدودکننده و تیتراسیون اسید- باز به عنوان واکنش برای توقف ماشین پرداخته می شود.

نیروی پیشران

(۱) پیل الکتروشیمیائی :

پیل الکتروشیمیایی یک منبع انرژی است که با بهره گیری از واکنش های الکتروشیمیایی، در یک سیستم بسته انرژی شیمیایی را به انرژی الکتریکی تبدیل می کند. هر پیل الکتروشیمیایی از دو نیم سلول^۱ آند و کاتد تشکیل شده است که در هر کدام، یک نیم واکنش اتفاق می افتد. در نیم سلول آند واکنش اکسایش و در نیم سلول کاتد واکنش کاهش اتفاق می افتد. به عنوان مثال، در پیل الکتروشیمیایی دانیل^۲، واکنش ها به شکل زیر است :

(۱) (واکنش آندی)



ولتاژ تولیدی از این پیل (E) در شرایطی که محلول ها در غلظت مولار باشند از رابطه زیر محاسبه

می شود :

$$E^0 = E_{Cathode}^0 - E_{Anode}^0 \quad (۳)$$

و اگر غلظت محلول در یک نیم سلول متفاوت باشد، رابطه ولتاژ با غلظت به صورت زیر خواهد بود :

$$E = E^0 - \frac{0.0592}{n} \log Q \quad (۴)$$

که در این رابطه Q خارج قسمت واکنش و n تعداد مول الکترون مبادله شده در واکنش می باشد. در مسابقه کمیکار، از این واکنش برای تولید جریان الکتریسیته به عنوان نیروی محرکه ماشین استفاده می شود.

^۱ Half-Cell

^۲ Daniel Cell



از مزیت های این سیستم، عدم دفع مواد زائد به طبیعت و قابلیت تولید انرژی الکتریکی با ولتاژها و شدت جریان های مختلف از طریق آرایش دادن مجموعه پیل ها به صورت سری و موازی است. از نظر ایمنی نیز پیل الکتروشیمیایی دارای خطرات عملکردی پائینی است که این امر باعث شده است استفاده از این سیستم در دوره های اخیر مسابقات کمیکار رو به فزونی گذارد.

۲) پیل سوختی :

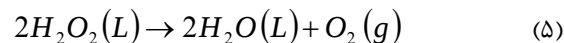
در پیل سوختی به مانند پیل الکتروشیمیایی، دو نیم واکنش در دو نیم سلول اتفاق می افتد. در قسمت آند، سوخت و در کاتد، اکسیدان وارد میشود. این دو در حضور الکترولیت با هم واکنش داده، انرژی الکتریکی تولید می کنند.

تفاوت عمده پیل سوختی با پیل الکتروشیمیایی در آنست که در اینجا واکنشگرها در یک سیستم باز مصرف می شوند، در حالی که پیل الکتروشیمیایی صرفاً با آزاد سازی انرژی ذخیره شده در یک سیستم بسته کار می کند. علاوه بر این، در سیستم الکتروشیمیایی، الکترودها در حین کار کردن پیل دچار تغییر شیمیایی شده، در واکنش شرکت می کنند، در حالی که الکترودهای یک پیل سوختی، کاتالیستی و نسبتاً پایدار می باشند. ترکیب های زیادی از سوخت و اکسیدان در پیل سوختی قابل استفاده است، به عنوان مثال پیل هیدروژنی از هیدروژن به عنوان سوخت و از اکسیژن به عنوان اکسیدان بهره می برد. از سوخت های دیگر قابل استفاده می توان به الکل ها، و از اکسیدان دیگر می توان به هوا، گاز کلر و کلر دی اکسید اشاره کرد.

پیل سوختی انواع مختلفی دارد که در شرایط عملکردی متفاوت کار می کنند، اما در مسابقات کمیکار آنهایی قابل استفاده اند که دمای عملکردی پائین داشته باشند. در نتیجه، استفاده از پیل سوختی محدود به انواعی چون پیل سوختی الکتروگالوانیک و پیل سوختی اسید فرمیک می شود. مشکل دیگر، تجهیزات و مواد مورد استفاده در پیل سوختی است که گران قیمت و حتی نایاب می باشند، به عنوان مثال غشای استفاده شده در بین آند و کاتد، گاهاً به دلیل داشتن خواص ویژه و عدم تولید انبوه، گران قیمت بوده و ضمناً به دلیل داشتن کاربردهای نظامی، به آسانی در دسترس قرار نمی گیرد.

۳) جت گاز :

بسیاری از واکنش های شیمیایی با تولید گاز همراهند؛ بدین معنا که تعداد مول های گاز در سمت فرآورده ها بیشتر از واکنشگرهاست. با خروج گاز تولیدی از محفظه واکنش، گاز نیرویی به طرف جلو به طرف وارد می کند که از این نیرو می توان به عنوان نیروی محرکه ماشین استفاده نمود. در مسابقه کمیکار، با تنظیم مقدار واکنشگر ورودی به محفظه واکنش می توان میزان گاز تولید شده را تنظیم و از این طریق مسافت طی شده توسط ماشین را تعیین نمود. از چنین واکنش هایی می توان به واکنش تجزیه آب اکسیژنه (H_2O_2) اشاره نمود.



از مزایای این واکنش، دمای واکنش پائین (در حد دمای بدن انسان) و ثابت واکنش بزرگ (در حدود $10^{11} \times 2$) را می توان نام برد. همچنین، ماشینی که با جت گاز کار می کند، نیازی به موتور الکتریکی نخواهد داشت. شایان ذکر است که به دلیل مسائل ایمنی، استفاده از جت گازهای داغ در دوره اخیر مسابقات کمیکار ممنوع اعلام شد و استفاده از جت گاز منحصر به واکنش هایی شد که در دمای پائین صورت می گیرند.



توقف:

ایده های اصلی در توقف کمیکار بر محاسباتی بر مبنای اتمام یک واکنشگر و توقف ماشین با استفاده از نیروی اصطکاک و یا استفاده از یک واکنش دقیق شیمیایی استوار است. از آنجائی که استفاده از هر نوع وسیله زمان سنجی در کمیکار ممنوع می باشد، باید از واکنش هایی استفاده شود که دارای پیشرفت دقیق و محسوس و سرعت معین باشند. به عنوان مثال، از این دست واکنش ها به واکنش تیتراسیون اسید- باز پرداخته می شود، ضمن این که اتمام واکنشگر محدودکننده نیز مورد بررسی قرار می گیرد.

۱) اتمام واکنشگر محدودکننده:

اگر واکنش پیشران ماشین متوقف شود، تنها نیروی مؤثر بر ماشین نیروی اصطکاک خواهد بود که شتابی منفی به ماشین می دهد و در نهایت موجب توقف آن می گردد. شتاب کندشونده ماشین (a) از رابطه زیر بدست می آید.

$$a = g \times \mu_k \quad (۶)$$

در این رابطه g شتاب گرانشی زمین و μ_k ضریب اصطکاک جنبشی سطح است و از مشخصات فیزیکی قابل اندازه گیری سطح به شمار می آید. با داشتن این شتاب می توان فاصله توقف ماشین را از رابطه زیر محاسبه نمود:

$$d = \frac{V_0^2}{2a} \quad (۷)$$

که در آن V_0 سرعت ماشین در لحظه قطع نیروی پیشران می باشد. پس با دانستن این فاصله و کل مسافت، می توان در مسابقه کمیکار مقدار ماده واکنشگر محدودکننده را طوری انتخاب کرد که ماشین دقیقاً در نقطه پایان مسافت کل از حرکت بایستد، که مستلزم این امر اتمام واکنش در فاصله ای کمتر از کل مسافت می باشد.

۲) تیتراسیون اسید- باز:

تیتراسیون اسید- باز یکی از دقیق ترین واکنش ها در شیمی تجزیه است. اگر مقادیر متناسب مولی از یک اسید با غلظت و درجه تفکیک معلوم بر روی مقدار معینی، محلول بازی با غلظت و درجه تفکیک معلوم ریخته شود، محلول دچار تغییرات شدید pH شده، تیتراسیون به نقطه پایان می رسد. این امر توسط شناساگرهای اسید و باز با تغییر رنگ به خوبی مشخص می شود. با توجه به اینکه هر یک از اسید یا باز، قوی یا ضعیف باشند، نقطه پایانی تیتراسیون می تواند در منطقه اسیدی، بازی یا خنثی باشد و در نتیجه، باید از شناساگر مربوط به همان منطقه pH برای شناسایی نقطه پایان تیتراسیون استفاده شود.

در مسابقه کمیکار، از این تغییر رنگ می توان با استفاده از یک حسگر الکتریکی رنگ که به مدار الکتریکی ماشین متصل است سود؛ به این شکل که با دانستن غلظت و درجه تفکیک اسید و باز، نرخ اسید ورودی در محلول بازی طوری تنظیم می شود که در لحظه ای که ماشین به نقطه مناسب رسید، تیتراسیون نیز به نقطه



پایان رسیده باشد و تغییر رنگ رخ دهد. این تغییر رنگ توسط حسگر الکتریکی ثبت شده، به مدار اصلی به صورت پالس فرستاده می شود. این پالس، به معنای رسیدن ماشین به نقطه توقف است و باعث قطع مدار ماشین و قطع نیروی محرکه می شود؛ سپس ماشین با نیروی اصطکاک می ایستد. از مزیت های این سیستم می توان به دقت بالا و سهولت تهیه محلول هایی با غلظت های معین اشاره کرد.

نتیجه گیری :

در مقایسه فرآیندهای مطرح شده در قسمت پیشران، و با توجه به نتایج بدست آمده در دوره های قبلی برگزاری مسابقات کمیکار، سیستم های الکتروشیمیائی به دلیل سادگی و استفاده از نیروی الکتریکی دارای کنترل پذیری بالاتر و عملکرد کلی بهتری بوده اند. واکنش تیتراسیون اسید- باز، هم به دلیل دقت بالا، نتایج قابل قبولی در کنترل ماشین شیمیایی کسب نموده است. قوانین مسابقات کمیکار از آغاز تاکنون دچار تغییراتی شده است که از آن جمله به ممنوعیت خروج گازهای داغ اشاره شد. در مجموع، این تغییرات، مسابقات را به سمت ایمن تر شدن پیش می برد. بدون شک در آینده، روش ها و واکنش های جدیدی با استفاده از تکنولوژی های نوظهور نانو و بیوتکنولوژی به پیشرفت این مسابقات و سازگاری بیشتر سیستم های طراحی شده با محیط زیست خواهد انجامید.

منابع :

- [1] دکتر غلامعباس پارسافر، دکتر مجتبی باقرزاده، دکتر محسن تفضلی، شیمی عمومی دو با نگرش مولکولی، دفتر نشر معانی، ۱۳۸۲.
- [2] خبرنامه دومین دوره مسابقات کمیکار ایران، اردیبهشت ۱۳۸۵.

- 3- http://en.wikipedia.org/wiki/fuel_Cell
- 4- http://en.wikipedia.org/wiki/acid-base_titration
- 5- <http://en.wikipedia.org/wiki/electrochemistry>