

## روش ساده و سریع برای نوآرایی بکمن در فاز جامد تحت تابش میکروویو

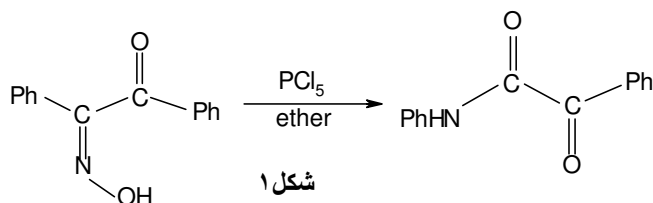
محمد علی بیگدلی، میر محمد علوی نیکجه، سعید جعفری:  
دانشگاه تربیت معلم

### چکیده

نوآرایی بکمن کتو اکسیمها تحت تابش میکروویو در فاز جامد بررسی شده است. شرایط واکنش سهل و محیط زیست دوست است و واکنشها با بازده خوب به طور انتخابی انجام شده‌اند.

### مقدمه

نوآرایی بکمن تبدیل درون ملکولی کتو اکسیمها به آمیدهای مربوط است که در سال ۱۸۸۶ توسط بکمن کشف و به نام او مشهور شد [۱]. واکنش‌گرهای بسیاری در انجام نوآرایی بکمن مورد استفاده قرار گرفته‌اند [۹-۲]. بکمن در ابتدا فرض کرد که نوآرایی به طور فضا ویژه با مهاجرت سین اتفاق می‌افتد و آرایش فضایی نسبت داده شده به اکسیم‌های اولیه بر اساس این فرض انجام شد. در سال ۱۹۲۱ میسنهیمر نشان داد که نوآرایی به صورت آنتی روی می‌دهد. نام‌برده آرایش فضایی  $\beta$ -بنزیل منو اکسیم را تعیین کرد و آن را با فسفر پنتاکلرید در اثر واکنش داد و مشاهده کرد که نوآرایی به صورت آنتی اتفاق می‌افتد [۱۰].



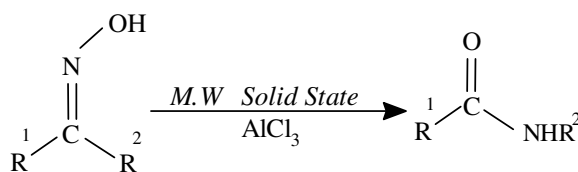
هر يك از واکنش‌گرهای مورد استفاده در نوآرایی بکمن مزایا و معایب خاص خود را دارند. بیش‌تر آنها گران‌اند و یا تهیه آن‌ها مشکل است [۱۱]؛ [۱۲]؛ [۱۳]، بعضی دیگر خوردگی شدید دارند و در دمای بالا واکنش می‌دهند.

تولید نایلون-۶ از کاپرولاکتام بارزترین نمونه صنعتی شده نوآرایی بکمن است. نوآرایی سیکلو هگزانون اکسیم به کاپرولاکتام نیاز به سولفوریک اسید غلیظ دارد. به منظور حذف اسیدهای غلیظ لازم، کاتالیست‌های جامد اسیدی بسیاری به جای سولفوریک اسید مورد استفاده قرار گرفته‌اند [۱۴]. واکنش با این کاتالیست‌ها

در فاز گازی و در فاز مایع به طور گسترده مطالعه شده است، لیکن بررسی این واکنش‌ها در فاز جامد مورد توجه کمتری قرار گرفته است.

استفاده از اسیدهای معدنی باعث ایجاد خوردگی در کاربرد با مقیاس بالا می‌شود. به علاوه مشکل خنثی سازی محیط واکنش نیز در انتها وجود دارد. از جمله اسیدهای به‌کار رفته، پلی فسفیک اسید (PPA) است که به سهولت در دسترس است و بازده خوبی از محصول را به دست می‌دهد [۱۵]، [۱۶]، [۱۷]، [۱۸]؛ لیکن این واکنشگر مایع و بسکوزی است که در دمای اتاق حلالیت خوبی ندارد و باید واکنش در دمای بالا انجام شود. در سالهای اخیر از زئولیت‌هایی مانند بنتاسیل زئولیت و... [۱۹]، [۲۰]، [۲۱] در فاز گازی استفاده شده است ولی زئولیت‌ها تنها در دمای بالا (۳۰۰°C) کارایی دارند [۱۳].

توجه به مسائل زیست محیطی و توسعه "شیمی سبز" باعث شده است که حذف مواد اسیدی بسیار فعال و غلیظ و اجتناب از استفاده حلال‌های آلی در سرلوحه تحقیقات جدید در واکنش‌های شیمیایی قرار گیرد. هدف از این تحقیق بررسی واکنش ذیل در راستای برنامه "شیمی سبز" است.




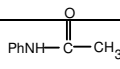
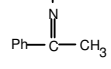
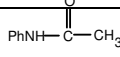
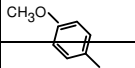
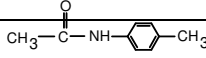
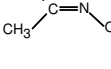
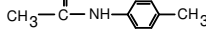
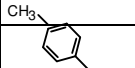
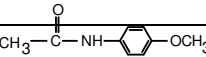
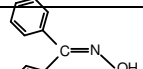
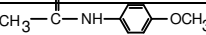
شکل ۲

### بخش تجربی

حلال‌ها و واکنش‌گرها از شرکت Merck تهیه شده‌اند. TLC با استفاده از صفحات پلاستیکی پوشیده از سیلیکاژل شرکت Fluka انجام شده است. طیف‌های  $^1\text{H-NMR}$  با استفاده از دستگاه Hitachi ۶۰ MHz و IR با استفاده از دستگاه Perkin Elmer ۸۴۳ و نقطه ذوب‌ها با دستگاه Stuart Scientific SMP1 گرفته شده و بدون تصحیح گزارش شده است.

کتواکسیم (۱ میلی‌مول) و آلومینیم کلرید (به نسبت درج شده در جدول) در هاون به خوبی مخلوط و با هم سائیده شدند. خروج بخار HCl در ضمن سایش مشاهده شد و مخلوط خمیری به دست آمد. مخلوط خمیری حاصل تحت تابش میکروویو در مدت زمان و توان لازم (جدول) قرار گرفت، در این حال بخار HCl زیادی در هنگام تابش تولید شد (لازم است که کلیه مراحل واکنش در زیر هود انجام شود). آلومینیم کلرید اضافی با آب سرد عمل شد و محصول واکنش دو بار با کلروفرم استخراج شد. پس از تیخیر حلال بلورهای حاصل در مخلوط آب و اتانول متبلور گردید. نتایج به دست آمده از واکنش‌های متفاوت در جدول درج شده‌اند.

## نتایج بررسی نوآرایی بکمن کتوآکسیم‌ها در حالت جامد با استفاده از آلومینیم کلرید خشک

| No | Oxime   | $\frac{\text{AlCl}_3}{\text{Oxime}}$ | $P_{\text{rdn}}$<br>(w) | $t_{\text{rdn}}$<br>(s) | Mp<br>(°C) | mp (°C)<br>reported  | Yield<br>(%) | Product  |
|----|---|--------------------------------------|-------------------------|-------------------------|------------|----------------------|--------------|--|
| 1  |    | 3/1                                  | 400                     | 120                     | 107-110    | 109-111 <sup>a</sup> | 93           |   |
| 2  |    | 4/1                                  | 400                     | 100                     | 132-135    | 133-136 <sup>a</sup> | 75           |   |
| 3  |    | 3/1                                  | 400                     | 150                     | 153-155    | 155-157 <sup>a</sup> | 80           |   |
| 4  |    | 3/1                                  | 400                     | 120                     | 170-176    | 173-175 <sup>a</sup> | 95           |   |
| 5  |   | 2/1                                  | 400                     | 120                     | 69-71      | 72-75 <sup>a</sup>   | 52           |  |
| 6  |  | 3/1                                  | 400                     | 60                      | Oil        | ---                  | 70           |  |

a = مرجع [۱۰]

## بحث و نتیجه گیری

بر ادامه تحقیقات قبلی خود در زمینه سنتز در حالت جامد [۲۲]، [۲۳] علاقه مند به بررسی نوآرایی بکمن کتوآکسیم‌ها در این شرایط شدیم. در اینجا از شرایط ملایمی که شامل استفاده از  $\text{AlCl}_3$  و تابش میکروویو بود برای تبدیل کتوآکسیم‌ها به آمید مربوطه استفاده شد که بازده خوبی به دست آمد. تابش میکروویو به عنوان یک عامل مؤثر و سریع برای تبدیل درحالت جامد به کار رفته است. برای به دست آوردن بهترین شرایط تابش میکروویو (زمان و توان تابش) و همچنین بهترین نسبت آلومینیم کلرید به اکسیم، آزمایش‌های متعددی انجام شد. شرایط بهینه انجام واکنش‌ها در جدول آمده است. برای دریافت بهترین بازده، توان بهینه تابش ۴۰۰ وات است. توان‌های بالا باعث از بین رفتن محصول و ماده اولیه و تولید جسم جامد سیاه رنگ می‌شود. توان‌های پایین نیز باعث طولانی شدن زمان واکنش می‌شود.

نکته قابل توجه در این واکنش آن است که بر خلاف واکنش حرارتی که دو محصول با نسبت‌های متفاوت می‌دهد، تحت تابش میکروویو تنها یک محصول ناشی از مهاجرت گروه آنتی نسبت به OH بدست می‌آید. برای مثال در مورد استوفنون اکسیم در نوآرایی حرارتی دو محصول به نسبت  $\frac{\text{CH}_3\text{CONHPh}}{\text{PhCONHCH}_3} = \frac{1}{4}$  حاصل می‌شود [۲۴]، ولی در تابش میکروویو فقط محصول استانیلید به دست می‌آید.

نتایج قابل توجه به دست آمده از این تحقیق در فاز جامد را می‌توان در دو محور اساسی خلاصه کرد:

الف) انجام واکنش سریع و محیط دوست با بازده‌های خوب و هم‌سو با برنامه "شیمی سبز".  
 ب) انتخابی بودن واکنش از نظر مهاجرت گروه‌های استخلافی کربن.

### منابع

1. E. Beckmann, , *Ber*, **19** (1886) 988.
2. For review see: R. E. Gawky; *Org. React.*, 1988, 351-420; C. G. McGoutry, in *patai*; The Chemistry of the Carbon- Nitrogen Double Bond; Wiley: New York, 1970, 408-439.
3. Tivan. Es, *J.Chem. Soc.* (1965) 3881.
4. R. S. Morson., B. M. Broline., *Can. J. Chem.* **51** (1973) 942.
5. R. N. Bulta, D, A O'Donoghue, *J. Chem. Res.* (1983) 18.
6. A. Costa, R. Mestres, Riego. J. M, *Synth. Commun.* **12** (1982) 1603.
7. P. E. Eaton, E. Rcoulson, J. T. Lea., *J. Org. Chem.* **38** (1973) 4071.
8. R. F. Broun, N. M. Van Gulik, G. H. Schmid, *J. Am. Chem. Soc.* **77**(1955) 1094.
9. R. T. Conley, J. R. Lang, *J. Org. Chem.* **28** (1963) 210.
10. Meisenheimer, J. *Ber.* **54** (1921) 3206.
11. M. A. Kira, *Egypt. J. Chem.* **16** (1973) 1551.
12. M. E. Jung, *Tet. Lett.* **24** (1983) 4533.
13. T. Imamoto, *Tet. Lett.* **22** (1981) 1803.
14. M. Dongsen, L. Guanzhong, Ch.Qinling, L. Wenkui, X. Zaiku, *Huagon Jinzhan*, **19** (2000)  
 25 ' *Chem. Abst.* Vol. 133, R74336a (2000); D. Handt, M. C. Louisa, W.Van den, J. R -  
 Dimphina, J. A. Withelmus, PCT Int. Appl. Wo 0066,561 (Cl.Co7D223/10), (2000), NL  
 Appl. 1011936 (1999) ' *Chem. Abst.*, Vol. 133, P335640f (2000) '.
15. E. C. Horning, *J. Am. Chem. Soc.* **74** (1952) 2680.
16. R.P. Banes, *J. Am. Chem. Soc.* **77** (1955) 5388.
17. R. K. Hill, *J. Am. Chem. Soc.* **74** (1952) 1064.
18. F. D. Popp, *Chem. Rev.* **58** (1958) 321.
19. B. M. Bhawal, *Synth. Commun.* **25** (1995) 3315.
20. Roseler, J. *Appl. Catal. A.* **144** (1996) 319.
21. Mobil Oil Corp, Neth. Appl, 6, 614009 (1996).
22. M. A. Bigdeli , M. M. Alavi Nikje, S. Jafari, M. M. Heravi, *J. Chem. Res.* (2002) 21.
23. M. A. Bigdeli, M. M. Alavi Nikje, M. M. Heravi, *Monatshefteh.* **132** (2001) 1547.
24. M. Ghiaci, G. H. Imanzadeh, *Synth. Commun.* **28** (1998) 2275.