



معرفی هاضم بیوگاز



هاضم بی هوازی

احسان سوندرومی

دانش آموخته دکتری مهندسی مکانیک بیوسیستم، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران
savandroumi@ut.ac.ir

کاربرد فرایند هضم بی‌هوازی^۱ از طریق انواع هاضم‌های بیوگاز جهت تصفیه پسماندهای مواد آلی در حوزه‌های مختلف در حال افزایش است. ویژگی قابل توجه این فناوری این است که هم‌زمان با کاهش آلودگی محیط‌زیست، تولید انرژی نیز دارد؛ بنابراین با سرمایه‌گذاری در زمینه تصفیه و بازیافت زباله‌های آلی به‌وسیله‌ی کارخانه‌های بیوگاز، هم‌زمان آلودگی محیط‌زیست را کاهش داده و انرژی را بازیافت می‌نماید و همچنین سهم مؤثری در حل دو چالش بزرگ آلودگی محیط‌زیست و کمبود انرژی در قرن ۲۱ خواهد داشت. در شماره چهارم این نشریه در مبحثی با عنوان «روش‌های تصفیه و ارتقاء بیوگاز» علاوه بر تصفیه بیوگاز، به توضیحاتی در زمینه‌ی هضم بی‌هوازی و منابع تولید بیوگاز پرداخته شد؛ بنابراین در این مقاله، معرفی هاضم بیوگاز و روش‌های معمول تصفیه آن بررسی می‌شود.

1. Anaerobic digestion



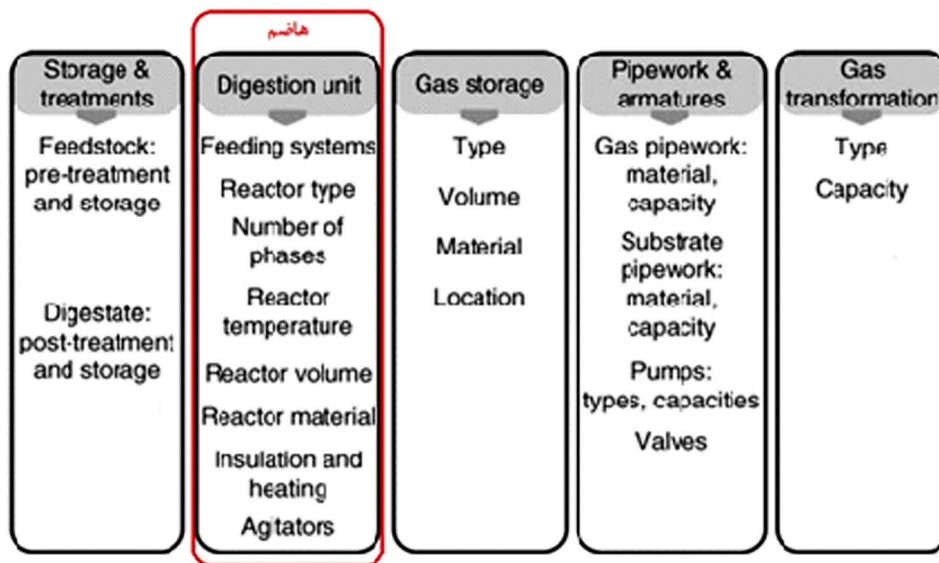
تعریف هاضم

هاضم، هسته‌ی یک کارخانه بیوگاز است، جایی که فرایند هضم (تجزیه خوراک) بدون حضور اکسیژن انجام شده و بیوگاز تولید می‌شود. در واقع ویژگی مشترک همه‌ی هاضم‌ها در این است که ورودی آن‌ها خوراک (مواد آلی) و خروجی، بیوگاز و مواد هضم شده (کود آلی) است. انواع مختلف هاضم‌های بیوگاز در سراسر دنیا در حال کار هستند که بر اساس ویژگی‌های مختلفی طبقه‌بندی می‌شوند.

جایگاه هاضم در کارخانه بیوگاز

کارخانه بیوگاز از بخش‌های مختلفی تشکیل شده است

که در مرحله اجرایی هر بخش تخصص ویژه‌ای نیاز دارد. در شکل زیر بخش‌های مختلف یک کارخانه بیوگاز و مؤلفه‌های طراحی هر بخش ارائه شده است. فرآیند هضم بی‌هوازی، به دلیل پیچیدگی و وابستگی آن به پارامترهای مختلف، زمینه گسترده‌ای جهت تحقیق ایجاد کرده است و بیشتر تحقیقات انجام شده در زمینه‌ی بیوگاز، بر بخش هاضم و شرایط مختلف فرآیند هضم تمرکز دارد؛ اما در کشور ما فعالیت‌های بیوگاز در مرحله تحقیقاتی بوده و وارد صنعت داخلی کشور نشده است؛ بنابراین جهت عملیاتی شدن یک کارخانه بیوگاز، تحقیق در بخش‌های دیگر آن نیز اهمیت زیادی دارد.



مؤلفه‌های طراحی کارخانه بیوگاز (Wellinger, 2013)

روش‌های معمول توصیف هاضم‌های بیوگاز:

معمولاً هاضم بیوگاز با پنج ویژگی زیر مشخص می‌شود.

۱- درصد مواد خشک^۲ موجود در هاضم: بر این اساس در صورتی که درصد مواد خشک محتوی هاضم کمتر از ۱۵ درصد باشد، هاضم تر (wet) و بین ۲۰ تا ۴۰ درصد، هاضم خشک (dry) نامیده می‌شود. در برخی منابع بین ۱۵ تا ۲۰ درصد، نیمه‌خشک طبقه‌بندی شده است.

۲- مرحله تغذیه هاضم: بر این اساس عموماً هاضم‌ها به دو نوع ناپیوسته^۳ و پیوسته^۴ تقسیم می‌شوند و در برخی منابع، نوع سوم نیمه‌پیوسته^۵ معرفی و از نوع پیوسته جدا شده است.

- هاضم ناپیوسته (وعده‌ای): به هاضم‌هایی گفته می‌شود که خوراک‌دهی آن، یک‌بار با تمام ظرفیت آن انجام شده و پس از هضم، نسبتاً کامل از آن تخلیه می‌شود. این هاضم از لحاظ ساخت، ساده‌ترین هاضم بوده و معمولاً برای هضم خشک و همچنین در آزمایشگاه استفاده می‌شود.
- هاضم نیمه‌پیوسته: در این نوع هاضم، خوراک تازه هر روز به صورت یک تا هشت مرحله تزریق می‌شود.
- هاضم پیوسته: در این نوع، خوراک تازه به‌طور پیوسته وارد هاضم می‌شود. نوع پیوسته مناسب خوراک‌های حاوی مواد خشک زیر پنج درصد است.

2. Dry matter
3. Batch
4. Continuous
5. semi-continuous

پلاگ به کار می‌رود. اصطلاح متداول «CSTR¹⁴» است و به عنوان یک هاضم که خوراک در آن با استفاده از یک همزن مخلوط می‌شود، تعریف شده است. در این تعریف اشاره‌ای به پیوستگی آن نشده است و در عمل نیز هم‌زدن به صورت دائمی یا متناوب (نیمه پیوسته) انجام می‌شود. اصطلاح دیگری که برای این نوع هاضم به کار می‌رود، «هاضم‌های کاملاً مخلوط شونده¹⁵» است و اشاره به این نکته دارد که تمام خوراک هاضم، هم زده می‌شود.



۵- دمای عملیاتی هاضم: دمای یکی از شاخص‌های تعیین کننده در طراحی و معرفی هاضم است که دیگر پارامترهای اساسی را تحت تأثیر قرار می‌دهد. هاضم‌ها معمولاً در دو دامنه‌ی مزوفیلیک (دمای ۳۰ تا ۴۲ درجه سانتی‌گراد) و ترموفیلیک (دمای ۴۳ تا ۵۵ درجه سانتی‌گراد) فعالیت دارند.

برای نمونه، یک هاضم را می‌توان به صورت هاضم تر پیوسته‌ی تک‌مرحله‌ای دائم همزن در دمای مزوفیلیک معرفی کرد.

هاضم‌ها از لحاظ کاربری نیز به سه گروه هاضم‌های مستقل (Stand-Alone Digesters)، هاضم‌های کشاورزی (On-Farm Digesters) و هاضم‌های تصفیه فاضلاب (Wastewater Treatment Plant Digester) تقسیم می‌شوند. هاضم‌های مستقل، به عنوان یک حرفه بازیافت مواد آلی محسوب شده و در ازای دریافت شارژ از تولیدکننده‌های پسماند آلی (به ویژه پسماندهای غذایی) خدمات بازیافت انجام می‌دهند.

۳- مرحله انجام فرایند هضم: هضم بی‌هوازی در چهار فاز^۶ هیدرولیز، اسیدزایی، استات‌زایی و متان‌زایی انجام می‌گیرد. به نوعی از هاضم‌ها که چهار فاز در یک هاضم هم‌زمان انجام شود، هاضم تک‌مرحله‌ای^۷ گفته می‌شود. در مقابل هاضم‌های تک‌مرحله‌ای، هاضم‌های چندمرحله‌ای^۸ هستند که معمولاً فاز اول و دوم در یک هاضم و فاز سوم و چهارم در یک هاضم جدا با شرایط بهینه میکروارگانیسم‌های متان‌زا انجام می‌شود و به هاضم دومرحله‌ای نیز معروف هستند.



۴- نوع همزن: در هاضم‌های پیوسته و نیمه پیوسته نوع مخلوط کردن مواد در هاضم، فاکتور مهمی در طراحی یا معرفی هاضم است که به طور کلی به دو نوع تقسیم می‌شوند:

• جریان پلاگ^۹ (جریان بین لایه‌ای یا جریان درونی^{۱۰}): در این نوع همزن از اثر فشاری که خوراک تازه زمان ورود ایجاد می‌کند، برای هم زدن خوراک در هاضم‌های خشک و تر استفاده می‌شود و اصطلاح جریان درونی برای حالت هاضم تر معمول است. البته در این نوع، تجهیزاتی مانند پدال یا بافل برای هم‌زدن عمودی (عمود بر راستای جریان) نصب می‌شود.

• همزن پیوسته^{۱۱} یا کامل^{۱۲}: در این نوع هاضم، عمل هم‌زدن و مخلوط شدن خوراک توسط یک مخلوط کننده^{۱۳} انجام می‌شود و در واقع یک هاضم معمول در هاضم‌های پیوسته بوده و کاربرد زیادی نیز در مقیاس آزمایشگاهی دارد. در منابع، دو اصطلاح برای این نوع در برابر جریان

- 6. Phase
- 7. One stage 0.(single stage)
- 8. multi-stage
- 9. Plug-flow
- 10. through-flow
- 11. Continuously

- 12. Completely
- 13. Agitator, stirrer or mixer
- 14. Continuously Stirred Tank Reactor (CSTR)
- 15. Completely mixed digesters



منابع:

- * Wellinger, Arthur, Jerry Murphy, and David Baxter. 2013. The Biogas Handbook.
- * Seadi, T. A., D. Rutz, H. Prassl, M. Köttner, T. Finsterwalder, S. Volk, and R. Janssen. 2008. Biogas Handbook.
- * Schnürer, Anna and Asa Jarvis. 2010. "Microbiological Handbook for Biogas Plants." Swedish Gas Centre Report 207.
- * <https://www.epa.gov/anaerobic-digestion/types-anaerobic-digesters> (3/2/2020)

