فصلنامه علمی تخصصی معماری سبز
سال پنجم، شماره ۳ (پیاپی: ۱۶)، شهریور ۱۳۹۵
ISSN: 2476-5368

نقش ریز جلبک‌ها در معماری پایدار؛ بررسی نماهای جلبکی

علیرضا مشبکی اصفهانی[1]*، محمدرضا مشبکی اصفهانی[2]

تاریخ دریافت: ۹۸/۰۳/۲۰
تاریخ پذیرش: ۹۸/۰۴/۲۲
کد مقاله: ۲۴۴۹۴

چکـیده

امروزه در عصر صنعت، انقلاب صنعتی و پیشرفت‌های فنی- تکنولوژیکی مسائل و مشکلات فراوانی را به وجود آورده است. مصرف انرژی فسیلی و آلودگی‌ها و تغییرات اقلیمی حاصل از آن و تولید گازهای گلخانه‌ای از جمله دی‌اکسید کربن به معضلی برای جوامع بشری تبدیل شده است. همچنین با توجه به رو به اتمام بودن منابع سوخت فسیلی، امروزه نیاز به یافتن جایگزین مناسبی به‌عنوان سوخت بیش‌ازپیش احساس می‌شود. در راستای حل این موضوع لزوم بررسی همه‌جانبه و اصلاح ساختار ساختمان‌های در حال احداث، امری ضروری به نظر می‌رسد. یکی از راه‌کارهای ارائه شده در این راستا طراحی و ساخت ساختمان‌های انرژی صفر (ZEB) می‌باشد، (ZEB) ساختمانی است که انرژی مصرفی کل سال آن با منابع انرژی تجدید پذیر فراهم شود. اصل مصرف انرژی شبکه صفر به‌عنوان یک ابزار برای کاهش آلایندگی کربن و کاهش میزان وابستگی به سوخت‌های فسیلی در نظر گرفته می‌شوند. تکنولوژی استفاده از انرژی جلبکی، یکی از روش‌های ارائه شده جهت ساختمان‌های صفر انرژی می‌باشد. این پژوهش به بررسی چگونگی استفاده از انرژی جلبکی به‌عنوان انرژی مصرفی در ساختمان‌ها می‌پردازد، در این راستا مطالعات به‌صورت اسنادی- کتابخانه‌ای انجام شده و شاخص‌های انرژی تولید شده از این طریق و همینطور عوامل موثر بر میزان آن، از طریق مطالعات ادبیات موجود و آزمایشات صورت گرفته استخراج شده است.

واژگـان کلـیدی: ساختمان‌های انرژی صفر (ZEB)، منابع انرژی تجدیدپذیر، ریز جلبک، نما جلبک

۱- عضو هیئت علمی گروه معماری دانشگاه پیام نور استان تهران، ایران (نویسنده مسئول) (*alirezamoshabaki@yahoo.com*)
۲- کارشناسی ارشد جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری

۱- مقدمه

دنیایی که امروزه ما در آن زندگی می کنیم بدون وجود انرژی جایی غیر قابل تصور برای زندگی می‌باشد. انرژی با زندگی انسان در هم آمیخته و از عنصر جدایی ناپذیر زندگی شهری محسوب میشود و راحتی و اسایش و پویایی را به ارمغان می آورد بسیاری از انرژیها از منابع تجدید نشدنی مانند منابع فسیلی تامین می شوند که علاوه براینکه محدود هستند آلودگی های بسیاری را نیز به دنبال دارند و اسیب های شدیدی را به محیط زیست وارد می نمایند (ترابی و پورابریشمی، ۱۳۹۴).

با توجه به مصرف روز افزون انرژی و کمبود سوختهای فسیلی و نظر به اینکه سهم قابل توجه مصرف انرژی در ساختمان‌ها که در حدود ۴۰/۶ درصد از کل این میزان است، لذا کاهش مصرف انرژی در این بخش ضروری می‌باشد. رویکردها و راهبردهای کاهش تراز مصرف انرژی در ساختمان، در دو بخش اصلی طراحی ساختمانهای انرژی کارا و بهینه سازی مصرف انرژی در ساختمانهای موجود، قابل بررسی است. با ظهور فناوریهای مختلف، پیچیدگی و هزینه های اجرایی نیز افزایش یافته و تصمیم گیری در رابطه با انتخاب بهینه ترین استراتژیها و راهکارهای کاهش مصرف انرژی در ساختمان‌ها اهمیت بیشتری پیدا میکند. (زمردیان وتحصیلدوست، ۱۳۹۴)

از این رو، از سال ۲۰۲۰، ساخت خانه های صفر انرژی (ZEB)، در آلمان و برخی از کشورهای اروپایی اجباری خواهد شد؛ یعنی هر ساختمان جدید باید همان مقدار انرژی که مصرف می کند را تولید کند. برای دستیابی به این نتایج، نیاز به پیشرفت های تکنولوژیکی در صنعت انرژی است که نه تنها از لحاظ اقتصادی امکان پذیر باشد، بلکه کارآمد و سازگار با محیط زیست نیز باشد. با توجه به انتشار گازهای گلخانه‌ای در شهرها، جلبک ها، به‌عنوان سیستم های زیستی راکتور، می توانند پایداری و سلامت محیط را در هر شرایطی بهبود بخشند.(kempkes,2015)

بنابراین نوعی از انرژی، مطلوب نامیده می شود که علاوه بر اینکه نیازهای انرژی آینده را تامین می نماید بلکه کمترین آلودگی زیست محیطی را نیز بوجود می اورد. تولید انرژی زیستی یک تدبیر و استراتژی بسیار مهم در کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای و تولید یک انرژی پایدار و پاک می‌باشد. انرژی های زیستی، غیرسمی و دوست دار محیط زیست بوده و از یک منبع قابل تجدید تهیه می شوند (ترابی و پورابریشمی،۱۳۹۴).

۲- ادبیات و پیشینه پژوهش

با توجه به اینکه سوخت های فسیلی با انتشار دی اکسید کربن در هوا منجر به تغییرات آب و هوا، خشکسالی، گسترش بیماری و تغییر در اندازه جمعیت گونه های گیاهی و جانوری می شود، ما نیاز به منابع انرژی تجدیدپذیر مانند خورشید، زیست توده، باد و آب داریم .زیست توده به‌عنوان یک منبع انرژی تجدید پذیر در نظر گرفته شده است، به‌عنوان منبعی با بیشترین پتانسیل در برآورده کردن نیازهای انرژی جهانی است. اسی های چرب آلکیل (به ویژه متیل) به‌عنوان بیودیزل و جایگزینی برای سوخت معمولی دیزل شناخته شده اند در حال حاضر بسیاری از کشورهای دنیا در حال هدف گذاری برای حمایت و تولید از سوخت های گیاهی هستند. سوخت های گیاهی در دنیا به دو شکل اتانول و بیودیزل تولید می شوند (خلجی و هدایتی،۱۳۹۶).

ایده اصلی و اولیه سوخت های زیستی به سال ۱۹۱۱ بر می گردد .در سال ۱۹۱۱ رودولف دیزل بیان کرد که موتور دیزل می تواند با روغن های نباتی تغذیه شود و موجب توسعه کشاورزی شود. تحقیقات و تلاشهای بسیاری پیرو یک منبع پایدار، اقتصادی و سازگار با محیط زیست و قابل استفاده برای حمل و نقل روی تبدیل مواد خام مختلف به سوخت زیستی متمرکز شدند. در حال حاضر سوخت زیستی از مواد اولیه مختلفی ساخته شده است که شامل :روغن خالص گیاهی، چربی حیوانات و پسماند کشاورزی می باشند. چربی حیوانات در مقایسه با روغن گیاهی از نظر اقتصادی برای تولید سوخت زیستی مناسب تر هستند. روغن خالص گیاهی از گیاهانی مانند لوبیا سبز، کلزا، ذرت، پنبه دانه، کتان، آفتابگردان مشتق می شوند (خلجی و هدایتی،۱۳۹۶).

توسعه انرژی زیست توده می تواند به توسعه پایدار در چند جهت، محیط زیست، اجتماعی و اقتصادی کمک کند. جلبک (ماکرو و میکروجلبک) معمولا دارای کارایی فتوسنتزی بالاتری نسبت به سایر زیست توده ها است ((Sharif Hossain. 2008.

در مقاله "نقش ریز جلبک‌ها برای تولید بیودیزل و کاربرد های دیگر" با مقایسه ریز جلبکها با سایر مواد اولیه بیودیزل پتانسیل این مواد نسبت به سایر موارد مشخص شده است همچنین بررسی ها نشان داده است که نمی توان از روغن های گیاهی به طور مستقیم به‌عنوان جایگزین مناسبی برای سوخت دیزل استفاده نمود .جرم مولکولی زیاد روغن های گیاهی و لزوجت نسبتا زیاد آنها استفاده از روغن های مذکور را به‌عنوان سوخت دیزل محدود می کند؛ و همچنین اشاره شده که جلبکها به دلیل کم هزینه ودر دسترس بودن آن یک انتخاب اقتصادی برای تولید بیودیزل است، بنابراین می توان ازجلبکها به‌عنوان انرژی تجدید پذیر استفاده شود (Mata, Martins and Caetano,2010) (جدول ۲).

جدول ۱- خلاصه‌ای از پیشینه پژوهش، (منبع: نگارنده)

موضوع	نویسنده	سال	هدف	روش	مولفه ها	نتیجه
مطالعه امکان سنجی سیستم نما جلبک A Feasibility Study of an Algae Façade System	Kyoung-Hee Kim	۲۰۱۳	کاربردی	تجربی	نمای جلبکیAlgae FaçadeCO2 Absorption جذب دی اکسید کربنسوخت زیستیBiofuel	سیستم نما جلبک پتانسیل بالایی برای توسعه و استفاده درآینده دارد. مزایای استفاده از این سیستم شامل عملکرد حرارتی خوب، انتقال نور روزافزونی، یکپارچگی ساختاری میباشد وانتشار گازهای گلخانه ای را کاهش میدهد.
نقش ریز جلبکها برای تولید بیودیزل و کاربرد های دیگر	Teresa m.mata Antonio martins Nidia caetano	۲۰۱۰	کاربردی	تجربی	ریز جلبکMicroalgae بیودیزل Biodiesel فتوبیوراکتورPhotobioreactors سطحهای باز Open pondsEnvironmental Applicationsبرنامه های محیط زیست	ازبرنامه های کاربردی بالقوه و فواید ریز جلبکها کاهش CO2، تصفیه فاضلاب، ، به عنوان افزودنی مواد غذایی، و برای آبزی پروری تاثیرش در سلامت انسان می باشد.
Biodiesel Fuel Production from Algae as Renewable Energy	A.B.M. Sharif Hossain, Aishah Salleh, Amru NasrulhaqBoyce, Partha chowdhury and Mohd Naqiuddin	۲۰۰۸	کاربردی	تحلیلی	Algal oil, biodiesel, transesterification, glycerineروغن جلبک-بیودیزل-	استفاده از جلبکها به دلیل کم هزینه و دسترس بودن آن یک انتخاب اقتصادی برای تولید بیودیزل است. بیودیزل را می توان از ریز جلبک تولید کرد بنابراین میتوان از ریزجلبکها به عنوان انرژی تجدید پذیر استفاده کرد.
The BIQ House: first algae-powered building in the world ساختمان بی ای کیو: اولین ساختمان ساخته شده دزر جهان با انرژی جلبکی	Christoph kempkes	۲۰۱۵	کاربردی	توصیفی	نمای جلبکیAlgae FaçadeBIQ House	ساختمان بی ای کیو اولین ساختمانی است که با نمای جلبکی ساخته شده است و بخشی از انرژی مصرفی خود را از این طریق تامین میکند. نتایج بدست امده نشاندهنده بازدهی مثبت این سیستم در معماری میباشد.
ریزجلبک ها، منابع اینده تولید انرژی زیستی	امیر امینوار	۱۳۹۳	کاربردی	توصیفی	جلبک، سوخت زیستی ، انرژی	با توجه به منابع ، روش تولید و همچنین بررسی مزایا و معایب استفاده از جلبک در حال حاضر برای تولید بیودیزل مقرون به صرفه است اما در کاربردهایی با مقیاس کوچکتر هزینه بالای تولید سوختهای زیستی جلبکی بزرگترین چالش اینگونه کاربردهاست.
نقش ریز جلبک ها در معماری اینده در طراحی ساختمان های اکسیژن ساز و دوست دار محیط زیست (برج میلاد درخت زندگی تهران آینده)	یاسین ترابی، پریسا پوراربیشمی	۱۳۹۶	کاربردی	توصیفی	معماری آینده محیط زیست ریز جلبک ها فتوبیوراکتور ساختمانهای اکسیژن ساز برج میلاد	استفاده از این سیستم در معماری (بدنه برج میلاد: به عنوان نمونه) با استفاده از زیست توده هایی به نام ریز جلبک ها منجر به تولید انرژی پاک و معماری سبز میشود.
مکانیزم های بهبود بازده تولید سوخت زیستی از جلبک های دریایی	مهتاب خلجی ، سید علی اکبر هدایتی	۱۳۹۵	کاربردی	توصیفی	جلبکهای دریایی، سوخت زیستی، فتوبیوراکتور، محیط کشت	به کمک سیستمهای کشت بسته فتوبیو راکتورها می توان بیومس بالایی از ریز جلبک در مدت زمان کوتاهی به دست آورد که در مقایسه با دانه های روغنی مورد استفاده برای تولید بیودیزل مقرون به صرفه میباشد.

جدول ۲- تاثیر جلبک‌ها در تولید مواد اولیه بیودیزل، (منبع: ۲۲۱ :Mata, Martins and Caetano,2010).

Plant source	Seed oil content (% oil by wt in biomass)	Oil yield (L oil/ha year)	Land use (m^2 year/kg biodiesel)	Biodiesel productivity (kg biodiesel/ha year)
Corn/Maize (*Zea mays* L.)	44	172	66	152
Hemp (*Cannabis sativa* L.)	33	363	31	321
Soybean (*Glycine max* L.)	18	636	18	562
Jatropha (*Jatropha curcas* L.)	28	741	15	656
Camelina (*Camelina sativa* L.)	42	915	12	809
Canola/Rapeseed (*Brassica napus* L.)	41	974	12	862
Sunflower (*Helianthus annuus* L.)	40	1070	11	946
Castor (*Ricinus communis*)	48	1307	9	1156
Palm oil (*Elaeis guineensis*)	36	5366	2	4747
Microalgae (low oil content)	30	58,700	0.2	51,927
Microalgae (medium oil content)	50	97,800	0.1	86,515
Microalgae (high oil content)	70	136,900	0.1	121,104

در واقع جلبک‌ها بیشترین میزان تولید مواد اولیه را برای بیودیزل دارند. جلبک می تواند مقدار ۲۵۰ برابر روغن سویا در هر هکتار را تولید روغن کند. جلبک ها ۷ تا ۳۱ بار بیشتر از روغن نخل، تولید روغن می کنند. استخراج روغن از جلبک ها بسیار ساده است. بهترین جلبک برای بیودیزل ریز جلبک ها هستند(Sharif Hossain et al. 2008). ریز جلبک ها که منبع تولید این انرژی های زیستی هستند با دریافت دی‌اکسید کربن، اکسیژن تولید می کنند که به نوعی می توان گفت که عمل فوتوسنتز را انجام می دهند. بررسی ها نشان میدهد که استفاده از سوخت‌های زیستی با عث کاهش آلاینده ها از جمله مونوکسید کربن، دی‌اکسید گوگرد، هیدرو کربن های سوخت نشده و ذرات معلق می شود. تقریبا ده درصد وزنی سوختهای زیستی را اکسیژن

تشکیل می دهد (امیدوار،۱۳۹۳). کشت ریز جلبک به منظور استفاده ی آنها در تولید انرژی زیستی به روش‌های مختلفی انجام می‌شود:

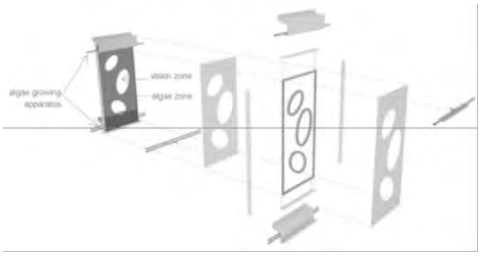
- روش اول: سیستم های فوتوبیو راکتور باز
- روش دوم: سیستم های فوتو راکتور بسته ی لوله ای
- روش سوم: پنل های مسطح بیو راکتور

ولی تنها روش سوم یعنی پنل های مسطح فوتو بیو راکتور هستند که برای نماسازی و دیگر اجزای وابسته به معماری مورد استفاده قرار می گیرند (ترابی و پورابریشمی، ۱۳۹۴). یک بیو راکتور می تواند اشاره به هر گونه دستگاه مهندسی شده یا ساخته شده یا سیستمی داشته باشد که یک محیط فعال از نظر زیستی را حمایت می کند یا اشاره به یک دستگاه یا سیستمی داشته باشد که از آن به منظور تولید سلول ها یا بافت ها در زمینه کشت سلولی استفاده می شود. این دستگاه ها برای استفاده در مهندسی بافت یا مهندسی بیو شیمیایی توسعه می یابند. یک فوتو بیو راکتور ((PBRیک بیو راکتوراست که از یک سری منبع نوری استفاده می کند. به طور کلی هر ظرف شفاف میتواند یک PBR نامیده شود. کشت ریز جلبک ها به عوامل مختلفی بستگی دارد که به طور اجمالی شامل موارد ذیل می شود:

- نور: مهمترین منبع انرژی کشت ریز جلبک هاست. طول موج ها و شدت نورهای مختلف می تواند بر موفقیت یا شکست در روند کاشت ریز جلبک ها موثر باشند در شدت نور صفر یعنی در طول مدت شب، ریز جلبک ها به هیچ عنوان رشد نمی کنند. همچنین اگر از نقطه ی اشباع فراتر روند نه تنها نمی توانند سریعتر رشد نمایند بلکه به جای آن میزان رشد آنها کاهش می یابد.
- درجه حرارت: افزایش درجه حرارت دما تا حدودی باعث افزایش میزان رشد ریز جلبک ها می شود ولی با این حال، افزایش بیش از حد دما نیز همانند میزان شدت نور باعث افت میزان رشد می گردد.
- تبادل گازی: این زیست توده ها تقریبا ۴۰ تا ۴۵ درصد کربن می باشند که آن را از طریق فتوسنتز بدست می آورند. برای دست یابی به بالاترین میزان رشد مقدار ذخیره دی‌اکسید کربن فشرده از اهمیت بسیار زیادی برخوردار است. این میزان کربن می تواند از خروجی واحد های صنعتی، از دی‌اکسید کربن موجود در جو و یا هر منبع دیگری جمع آوری شود. برای تولید ۱ تن از زیست توده های جلبکی ۱,۸ تن دی‌اکسید کربن مورد نیاز می‌باشد.
- مواد غذایی: مواد معدنی مورد نیاز برای رشد ریز جلبک ها شامل فسفوروس، نیتروژن، پتاسیم، گوگرد و سیلیکون می‌باشد ولی مقدار مورد نیاز این مواد بسیار ناچیز می‌باشد. برای مثال تنها ۱ درصد حجم آنها شامل گوگرد می‌باشد.
- آب: برای فوتوسنتز در حدود ۰,۷۵ لیتر آب برای هر کیلو از زیست توده ی ریز جلبک ها مورد نیازاست.میزان مطلوب سطح ph برای رشد گونه های مختلف ریز جلبک ها، متفاوت می‌باشد ولی برای اکثر آنها چیزی در حدود ph ۷ تا ۹ می‌باشد.
- شرایط پر فشار: شرایط پر فشار از جمله محروم ماندن از مواد غذایی میزان بسیار بالای نور غلظت زیاد اکسیژن و میزان بسیار پایین سطح phباعث کاهش در میزان رشد ریز جلبک ها می گردد (ترابی و پورابریشمی،۱۳۹۴).

کیونگ هی کیم (۲۰۱۳) در مقاله "مطالعه امکان سنجی سیستم نماجلبکی" به معرفی سیستم نما جلبک پرداخته است. سیستم نما جلبک از یک سیستم پیوراکتور جلبک ساخته شده است که بین دو صفحه یکپارچه شده است. سیستم بین دو ورق اکریلیک که جلبک ها در مایع غنی از مواد مغذی آن رشد می کنند قرار گرفته است. "منطقه دید" و "منطقه رشد جلبک دریایی" به گونه ای پیکربندی شده اند تا انرژی و عملکرد ساختاری خوبی به ارمغان بیاورند. منطقه دید بدون مانع امکان مشاهده، روشنایی روزانه و تهویه مورد نیاز را فراهم می کند. منطقه رشد جلبک، حفره ای حاوی آب جهت کشت جلبک ها است. دستگاه رشد جلبک از لوله های توزیع و سیستم های مکانیکی شامل یک پمپ هوا و پمپ آب و سیستم تصفیه جلبک ساخته شده است. شکل زیر نمای کلی این سیستم را نشان می دهد (Hee Kim,2013). در این چرخه، تبادل انرژی در پنل های مسطح استفاده شده در نما سازی های ساختمان نمایش داده شده است و مشخص می گردد که توده های زیستی که نور خورشید را دریافت می کنند می توانند نوعی بیو گاز تولید کنند که این بیوگاز وارد سلولهای سوختی می گردد. در سلولهای سوختی از این بیوگاز انرژی گرمایشی، جریان الکتریسیته و دی‌اکسید کربن بدست می آید. دی‌اکسید کربن که دوباره می تواند وارد مخازن ریز جلبک ها شده و به‌عنوان منبع تغذیه برای آنها مورد استفاده قرار گیرد؛ بنابراین هیچ گونه آلاینده ای توسط پنل های مسطح فوتوبیو راکتور تولید نمی گردد انرژی گرمایشی وارد مخازن انواع بخاری ها، سیستم گرمایشی سرویس های بهداشتی و دیگر منابع انرژی می شوند و جریان الکتریسته نیز وارد مخازن ذخیره سازی جریان های الکتریکی می گردند. تاکنون در دنیا در طراحی مفهومی یا نمونه هایی از سیستم های با نمای جلبک استفاده شده است. نمونه های ساخته شده در طرح پیشنهادی GSA در LA که توسط HOK پیشنهاد شده، با نمای جلبک طراحی شده است. کاربرد دیگر آن در اینجا برای تصفیه فاضلاب و جذب انتشار CO2 از بزرگراه ها

و همینطور وسیله ای برای سایه اندازی جهت فضای داخلی نیز می‌باشد. همچنین یکی از اهداف آن تولید لیپیدها بوده که می توانند به سوخت زیستی تبدیل شوند.



شکل ۱- سیستم نمای جلبکی
(منبع: Hee Kim,2013: 334)

شکل ۲: پنل نمای جلبکی

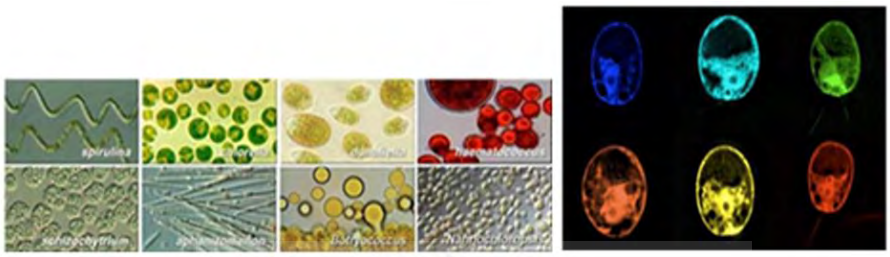
شکل ۳: چرخه تبادل انرژی

نمونه قابل ذکر در این رابطه، ساختمان بی آی کیو است که شامل ۱۵ آپارتمان است که اولین نمای تمام بیو راکتیوی دنیا است. منبع اصلی انرژی این ساختمان بازیابی حرارتی با استفاده ازمیزان انرژی است که در محلول وجود دارد و در عمل فتوسنتز از آن استفاده نشده است. نمای این ساختمان همچنین به‌عنوان یک ترموستات طبیعی عمل می کند: رشد انبوه جلبک ها در تابستان مانع ورود نور خورشید می شود. تکنولوژی این ساختمان توسط شرکت مشاوره ی علمی راهبردی اس اس سی اختراع شده است. در ساخت این بنا شرکت های طراحی، مهندسی و مشاوره آروپ ، شرکت بین المللی مدیریت پروژه کولت و اتووولف در هامبورگ با هم همکاری داشته اند.

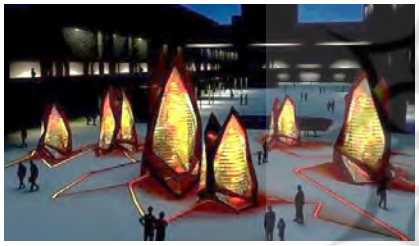
شکل ٤- ساختمان بی ای کیو در آلمان

این ساختمان از سمت شرقی و جنوبی انرژی خورشید را دریافت می‌کند و به سیستم نورگیر هوشمند مجهز است. دیواره بیرونی این ساختمان با ریزجلبک‌ها پوشیده شده‌اند و پنل‌های مخصوص نورگیرهای هوشمند ۲۰۰ مترمربع از فضای بیرونی خانه را به خود اختصاص داده‌اند تا انرژی موردنیاز جلبک‌ها را تامین کنند. ساختمان B. I.Q توسط بیو راکتورها پوشیده شده است: مخازن شفافی که محیط کنترل‌شده‌ای را برای پرورش جلبک‌های دریایی پدید می‌آورند. جلبک‌ها که در معرض نور خورشید قرار می‌گیرند، با انجام عمل فتوسنتز در حین رشد، گاز دی‌اکسیدکربن را جذب می‌کنند. در محلول موجود در این بیوراکتورها (راکتورهای زیستی) مواد مغذی و دی‌اکسیدکربن در گردش هستند تا روند رشد این جلبک‌ها را بهبود بخشند. جلبک‌ها به‌طور منظم جمع‌آوری شده و در یک واحد زیست‌توده در همان نزدیکی، تخمیر و سوزانده می‌شوند و از این طریق الکتریسیته تولید می‌شود (kempkes,2015). میکروجلبکهای مورد استفاده در نمای ساختمان ها در پنل های شیشه ای تخت، کشت می شوند. بیوراکتورهای اندازه گیری شده 0.7*۲,۵ متر و در مجموع، ۱۲۹ بیوراکتور در دو طرف جنوب غربی و جنوب شرقی ساختمان مسکونی نصب شده است (Hee Kim,2013).

قلب این سیستم، یک مرکز مدیریت انرژی خودکار است که در آن انرژی حرارتی خورشید و جلبکها در یک حلقه بسته قرار دارد و برای ذخیره و تولید آب گرم مورد استفاده قرار می گیرند. از این رو، گرما به‌صورت انرژی گرمایی به طور مستقیم در خانه قابل دسترسی است. از نظر "جن ورم" مدیر تحقیقاتی آروپ در اروپا:" نمایش بازدهی و عملکرد این گونه ساختمان ها نه تنها موجب اثبات یکی از منابع انرژی پایدار می شود بلکه می تواند سبب شکل دهی شهرهای آینده نیز شود." اگر ما بتوانیم نماهای میکرو جلبکی را نمایان کنیم، می توانیم محیط شهری را تغییر داده ومنبع الهام جدیدی برای معماران در طراحی باشیم". (kempkes,2015) علاوه بر نماسازی پنل های مسطح فوتوبیو راکتور می توانند به‌عنوان منابع نوری نیز مورد استفاده قرار گیرند. برخی از گونه های ریز جلبک ها توانایی این را دارند که تحت شرایط خاصی روشنایی ایجاد نمایند و بدرخشند. زیست شناسان دانشگاه یوسی سن دیگو موفق شدند با استفاده از وارد کردن پروتین های فلئورسنت دار در سلول های جلبکی علاوه بر ایجاد درخشش در آنها رنگ های متفاوتی از نور را نیز در آنها به وجود آورند. با این کار جلبک ها می توانند در طول مدت شب بدرخشند و می‌توانند در طراحی نما با رنگ‌های مختلفی به‌عنوان منابع کوچک نوری مورد استفاده قرار گیرند.



شکل ۵- راست: ایجاد رنگها ی مختلف با استفاده از پروتین های فلورسنت، چپ: نمایش غلظت ها و رنگهای متفاوت در ریز جلبک ها



شکل ٦- منابع نوری زیستی در فضای شهری

همچنین با اضافه کردن نورهای LED به این فوتوبیو راکتورها می توان از آنها به‌عنوان منابع نوری در مبلمان شهری استفاده کرد باتری های تعبیه شده در داخل این منابع نوری در طول مدت روز با استفاده از نور خورشید جذب شده می توانند شارژ شده و در طول مدت شب برای روشنایی LED علاوه بر ایجاد نور در هنگام شب در فضای شهری افراد میتوانند رشد ریز جلبک ها و حرکت حبابها و مایع شناور زیستی را مشاهده نمایند.

این منابع نوری میتوانند دی‌اکسید کربن هوای اطراف را جذب کرده از آن به‌عنوان منبع تغذیه برای رشد ریز جلبک ها استفاده کنند و اکسیژن آزاد نمایند (ترابی و پورابریشمی،۱۳۹۴). مزایای استفاده از این سیستم شامل عملکرد حرارتی خوب، انتقال نور روزافزون، یکپارچگی ساختاری. کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای و منجر به ایجاد یک نمای کامپوزیت با جلبک با سیستم انرژی پایدار می شود. این سیستم دارای سه مزیت اصلی است: الف-تولید زیست توده با کیفیت بالا برای اهداف انرژی، ب- انرژی گرمایی خورشیدی تولید می کند ج- می‌توان آن را به‌عنوان سایه دینامیکی و نور روز طبیعی استفاده کرد. از دیگر مزیت‌های آن اینست که کشت ریز جلبک‌ها در پنل فتو بیوراکتورها نیازی به استفاده از زمین اضافی ندارد و تا حد زیادی تحت تاثیر شرایط آب و هوایی قرار نمی‌گیرد. علاوه بر این، به لطف توانایی جلبک‌ها در عملکرد سیستم کربن، ساختمان قادر به از بین بردن ۲,۵ تن CO_2 در سال است (kempkes,2015).

جدول۳- شاخص‌ها برای ۲۰۰ متر مربع بیو راکتور با ۳۰۰ روز تولید / سال

شاخص‌ها برای ۲۰۰ متر مربع بیو راکتور با ۳۰۰ روز تولید / سال	
انرژی در متان	۶،۴۸۷ کیلووات ساعت در سال
تولید BIOMETHANE	۶۱۲ متر مکعب در سال
انرژی خالص از متان	تقریبا. ۴،۵۴۱ کیلووات ساعت در سال
انرژی خالص از گرما	تقریبا. ۶۰۰۰ کیلووات ساعت در سال
کاهش گازهای دی‌اکسیدکربن	۶ تن در سال
داده های پایه بر حسب BIOREACTORمتر مربع	
تولید بیوماس	۹۰۰ کیلوگرم در سال
تولید انرژی دربیوماس	۳۴۵kJ / m2 / day
تولید بیوگاز از بیوماس	۱۰,۲۰ لیتر متان / مترمربع در روز

تنها مشکل اصلی گسترش و پذیرش این فن آوری، هزینه بالای تولید آن است. از ۵ میلیون یوروی سرمایه گذاری شده در این پروژه توسط دولت آلمان و آی بی ای در هامبورگ (نمایشگاه بین المللی ساختمان)، بیش از۳,۱ میلیون یوروی آن صرف ساخت بیوراکتور ها شده است. به هر حال "مارتین کرنر" مدیر اس اس سی باور دارد که این تکنولوژی قابل رقابت در بازار خواهد بود، او می گوید: "ما به استانداردسازی برای تولید قطعات وسخت افزار نیاز داریم تا از میزان هزینه ها کاسته شود". میزان انرژی الکتریکی تولید شده با این روش محدود است به طور مثال برای خانه BIQ که دارای ۱۵ آپارتمان است، با پانل های بیوراکتور فقط الکتریسیته یکی از آنها را می تواند به طور کامل تامین کرد اما این روش می تواند گرمای تعداد بیشتری از آپارتمان ها را فراهم کند. از این رو این روش برای تولید گرما (۶۰۰۰ کیلو وات ساعت در سال) استفاده می شود نه برای تولید برق؛ که این مقدار گرما برابر است با تامین گرمای ۴ آپارتمان، به تنهایی توسط بیوراکتورها (www.buildup.eu,2015). البته شرکت اس اس سی ادعا می کند که راندمان میزان تبدیل (میزان نور تابیده شده به نما که به انرژی تبدیل می شود) برای گاز های زیستی ۱۰ درصد و برای حرارت ۳۸ درصد است که مجموعاً به حدود ٪ ۵۰ می‌رسد. در آینده تحقیقات بیشتری بر روی این موضوع انجام خواهد شد. این در مقابل راندمان ۱۵ درصدی معمول سیستم های فتوولتائیک است. صفحات خورشیدی نصب شده بر بام و سیستم ذخیره حرارت زیرزمینی می توانند مکمل انرژی و گرمای ایجاد شده توسط بیوراکتورها باشند. سازندگان ادعا می کنند که می توان به این طریق ۱۰۰٪ انرژی مورد نیاز ساختمان را تامین کرد (kempkes,2015).

نتیجه گیری

استفاده از ریز جلبکها در تولید انرژی مصرفی ساختمان ها به‌عنوان یک انرژی زیستی میتواند یک ابزار برای کاهش آلایندگی کربن و وابستگی به سوخت‌های فسیلی در نظر گرفته شود اما با توجه به میزان تولید انرژی حاصل از این روش و با توجه به اینکه متوسط مصرف سرانه خانگی در کشور ما سه برابر متوسط جهانی است؛ به کار گیری این روش مستلزم بررسی و مطالعات بیشتری در این زمینه می‌باشد.

منابع

۱. امیدوار، امیر. (۱۳۹۳). ریزجلبکها، منابع آینده تولید انرژی زیستی، دو فصلنامه علمی - تخصصی انرژیهای تجدیدپذیر و نو، سال اول، شماره ۱، بهار.

۲. ترابی، یاسین؛ پورابریشمی پریسا، (۱۳۹۴).نقش ریز جلبک ها در معماری آینده در طراحی ساختمان های اکسیژن ساز و دوست دار محیط زیست (برج میلاد درخت زندگی تهران آینده). سومین کنفرانس بین المللی پژوهشهای کاربردی در مهندسی عمران، معماری و مدیریت شهری

۳. خلجی، مهتاب؛ هدایتی، سید علی اکبر. (۱۳۹۶). مکانیزم های بهبود بازده تولید سوخت زیستی از جلبک های دریایی. فصلنامه علوم و فناوری دریا شماره ۸۱، ص۵۷.

۴. زمردیان، زهراسادات ؛ تحصیلدوست، محمد. (۱۳۹۴). اعتبار سنجی نرم افزارهای شبیه سازی انرژی در ساختمان: با رویکرد تجربی و مقایسه ای نشریه انرژی ایران، دوره ۱۸، شماره ۴.

5. Hee Kim- k.(2013). A Feasibility Study of an Algae Façade System International Conference on Sustainable Building Asia
6. Kempkes ch.(2015). The BIQ House: first algae-powered building in the world.
7. Mata,T. Martins, A. Caetano, N. (2010). Microalgae for biodiesel production and other applications. Renewable and Sustainable Energy Reviews 14
8. Sharif Hossain, A.B.M. Salleh, A. Nasrulhaq Boyce,A. Chowdhury, P. and Naqiuddin,M. (2008). Biodiesel Fuel Production from Algae as Renewable EnergyAmerican Journal of Biochemistry and Biotechnology 4 (3):250-254.
9. http://www.buildup.eu/en/practices/cases/biq-house-first-algae-powered-building-world

The role of microalgae in sustainable architecture Assessment of algal Facades

Alireza Mashabaki Isfahani[1*], Mohammad Reza Moshabaki Isfahani[2]

1*- Faculty Member of Architecture Department, Payame Noor University(pnu), Tehran, Iran *(Corresponding author), Email: alirezamoshabaki@yahoo.com*
2- Master of Geography and Urban Planning

Abstract

Today, in the industrial age, the industrial revolution and technical-technological progress has created a lot of problems. The use of fossil fuels and pollution and its climate change and greenhouse gas emissions, including carbon dioxide, have become a problem for human societies. Also, given the expiration of fossil fuels, today the need to find a suitable alternative fuel is felt more and more. In order to solve this problem, it is necessary to examine the comprehensive and modify the structure of the under construction. One of the solutions proposed in this regard is the design and construction of Zero Energy Buildings (ZEB), a building that will provide renewable energy throughout the year. The principle of Zero Energy Consumption is considered as a tool for reducing carbon emissions and reducing the level of dependence on fossil fuels. Algae energy technology is one of the methods proposed for zero energy buildings. This study examines the use of algae energy as energy consumption in buildings. In this regard, studies have been carried out in the form of a documentary-library, and the energy indicators produced by this way, as well as the factors influencing it, through literature studies Existing experiments and exams have been extracted.

Keywords: Zero Energy Buildings (ZEB), Renewable Energy Sources, Algae, Algae Facade

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی