

شیمی سبز؛ چشم انداز و کاربرد

مهديه ذوالفقاری^۱، منیره ذوالفقاری^{۲*}

^۱ دبیر شیمی، آموزش و پرورش شهرستان سمنان، بلوار بسیج
^۲ دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی شیمی، دانشگاه سمنان، دانشکده مهندسی شیمی، نفت و گاز

چکیده

امروزه اختراعات تاثیر شگرفی بر تمدن بشری گذارده است. به دلیل نقش مهم علم شیمی در تمدن جدید، خطرات زیادی از فرآیندهای شیمیایی سلامت انسان و محیط زیست را تهدید می کند. به دلیل اهمیت این مساله در مقیاس جهانی، شیمی سبز به موضوعی بین المللی تبدیل شده است. اصطلاح شیمی سبز در مورد فرآیندهای شیمیایی و طراحی محصولاتی به کار می رود که در آن ساخت مواد خطرناک کاهش یافته و یا از بین رفته است. اهداف شیمی سبز شامل استفاده از منابع تجدید شذنی، کاهش تعداد مراحل فرایندها، افزایش بازده انرژی، طراحی مواد و فرآورده های شیمیایی سالم تر، افزایش راندمان یا بازده فرآیندهای شیمیایی، استفاده از مواد اولیه کم خطر است. بنابراین هدف نهایی شیمی سبز، افزایش کیفیت زندگی در یک کره زمین تمیزتر و ایمن تر است. در این پژوهش به بررسی شیمی سبز، اهداف و اصول آن و چشم اندازهای آینده پرداخته شده است.

کلمات کلیدی

شیمی سبز، انرژی تجدیدپذیر، بهره وری از اتم، دستاورد شیمی سبز، زیست تخریب پذیری، سموم شیمیایی کشاورزی

نکات برجسته پژوهش

- مروری بر مفاهیم شیمی سبز و دستاوردهای آن، اصول دوازده گانه شیمی سبز.
- مروری بر اهداف کلی شیمی سبز شامل پیگیری و اجرای پروژه های بازیافت و محیط زیست و نیز آشنا نمودن دانشجویان با مسایل توسعه پایدار و حفاظت محیط زیست.
- مزایای استفاده از علم شیمی سبز و چشم اندازهای آینده آن.

*Email: monireh_zolfaghari@yahoo.com

۱- مقدمه

شیمی سبز عبارت است از: طراحی، توسعه و به کارگیری فرایندها و محصولات برای کاهش یا حذف موادی که برای انسان یا محیط زیست خطرناک هستند اصطلاح شیمی سبز در مورد فرایندهای شیمیایی و طراحی محصولاتی به کار می رود که در آن، بنابراین هدف نهایی شیمی سبز، افزایش کیفیت زندگی در یک کره زمین تمیزتر و ایمن تر است. امروزه دیگر شیمی انحصارا علمی برای فهم و ادراک بهتر پدیده های پیرامون و طبیعت نیست. شیمی یک علم خلاق و تولیدکننده است که مواد و اجسامی با ارزش افزوده بالا ایجاد می کند. بسیاری از ابداعات، اختراعات، و آفرینش های علمی فناوری به دنبال توسعه در سنتزهای شیمیایی صورت گرفته است.

هم اکنون در قرن بیست و یکم، ابداعات و اختراعات تاثیر شگرفی بر زندگی و تمدن بشری گذارده به طوری که جنبه علمی اکثر این موارد بر اساس اصول شیمیایی و فیزیکی استوار گردیده است. از طرفی با وجود نقش حیاتی علم شیمی در خلق تمدن جدید، اما خطرات زیادی نیز از جانب محصولات و فرایندهای شیمیایی سلامت انسان و محیط زیست را تهدید می کند.

کودها و سموم شیمیایی کشاورزی، داروهای صناعی و نیمه صناعی، مواد پلاستیکی، بنزین و سوخت های دیگر، انواع مواد پلیمری، مواد بهداشتی-آرایشی، انواع شوینده ها، انواع افزودنی های شیمیایی در صنایع گوناگون، و ... همگی جزء مواد شیمیایی باارزشی هستند که طی فرایندهای شیمیایی و در کارخانجات شیمیایی تولید می شوند. اما برخی از این مواد و فرایندهای شیمیایی ای که برای ساخت آن ها استفاده می شود به محیط زیست و سلامت انسان ها صدمه می زند. تاکنون در بیشتر راه کارها بر جنبه های پیشگیرانه تاکید شده است اما از دیگر سو، راه های کارآمدتری نیز برای کاهش خطرات فرایندها و محصولات شیمیایی وجود دارد.

فرایندهای شیمیایی باید از لحاظ علمی و تئوری زیبا و در عرصه زندگی، عملی و کاربردی باشند. امروزه دیگر اقتصادی و مقرون به صرفه بودن یک روش نمی تواند برای یک شیمیدان کافی باشد. قابلیت بازیافت مواد اولیه و زیست سازگار بودن روش ها و بی خطر بودن محصولات، از دیگر ابعاد مهمی هستند که یک شیمیدان باید در کنار توجیه اقتصادی فرایند در نظر بگیرد که این فعالیت ها در شیمی سبز تعریف می گردند. در شیمی سبز تلاش بر آن است که آلودگی از طریق جلوگیری از ایجاد آن، کاهش یابد. بنابراین یک شیمیدان آگاه، با اطلاع کافی از خطرات احتمالی یک ماده ی شیمیایی برای سلامتی انسان و محیط زیست، یک فرایند شیمیایی را طراحی می کند.

این روش در ایالات متحده با تصویب قانون جلوگیری از آلودگی در سال ۱۹۹۰ آغاز شد. این قانون پایه گذار سیاست های دولتی ایالات متحده برای کاهش یا جلوگیری از آلودگی در منشاء آن، هر کجا که امکان پذیر باشد، بود. این قانون هم چنین راهی برای اجرای اقداماتی فراتر از آن چه توسط برنامه های سازمان محافظت از محیط زیست (EPA) ایالات متحده انجام می شود، و برنامه ریزی استراتژی های خلاقانه برای محافظت از سلامتی انسان ها و محیط زیست فراهم کرد. طبق این قانون، کاهش آلودگی در منشاء اساسا متفاوت و مطلوب تر از مدیریت زباله و کنترل آلودگی است. پس از تصویب این قانون، اداره جلوگیری از آلودگی و مواد سمی آژانس محافظت از محیط زیست (OPPT) ایده ایجاد یا بهبود محصولات و فرایندهای شیمیایی جهت کاهش خطرات آنها را در دست بررسی قرار داد. در سال ۱۹۹۱، OPPT یک برنامه آزمایشی را آغاز کرد. طبق این برنامه، برای اولین بار کمک مالی به پروژه های تحقیقاتی مربوط به جلوگیری از آلودگی در تولید مصنوعات شیمیایی عرضه شد.

۲- اصول ۱۲ گانه شیمی سبز

اصل اول : پیشگیری از تولید فرآورده های بیهوده

بهتر است که از ساخت و تولید زباله و پسماندهای سمی جلوگیری شود تا اینکه پس از تولید فکری برای بی ضرر نمودن پسماندهای سمی و یا پاک کردن محیط از آنها شود.

اصل دوم : اقتصاد دائم ، افزایش بهره وری از اتم

اقتصاد دائم به این مفهوم است که بازده واکنش های شیمیایی را افزایش دهیم، یعنی طراحی واکنش های شیمیایی به شیوه ای باشند که فرآورده های نهایی بیشتری بدست آید بهتر است با کاهش میزان تولید فرآورده های بیهوده و مازاد، بازده واکنش ها را افزایش دهیم.

اصل سوم : طراحی فرایندهای شیمیایی کم آسیب تر

شیمیدان ها تا جایی که امکان دارد باید شیوه ای را طراحی کنند تا موادی را به کار برد یا تولید کند که اثرات سوء کمتری برای آدمی یا محیط زیست داشته باشند. اغلب برای یک واکنش شیمیایی مواد اولیه گوناگونی وجود دارد که از میان آن ها می توان مناسب ترین را برگزید.

اصل چهارم : طراحی مواد و فرآورده های شیمیایی سالم تر

فرآورده های شیمیایی باید به گونه ای طراحی شوند که با وجود کاهش خطر سمیت، کار خود را به خوبی انجام دهند. فرآورده های جدید را می توان به گونه ای طراحی کرد که سالم تر باشند و در عین حال، کار در نظر گرفته شده برای آنها را به خوبی انجام دهند.

اصل پنجم : بهره گیری از حلال ها و شرایط واکنشی سالم تر

بهره گیری از مواد کمی (مانند حلال ها و عامل های جدا کننده) تا جایی که امکان دارد به کمترین اندازه برسد و زمانی که به کار می روند از گونه های کم آسیب رسان باشند.

اصل ششم : افزایش بازده انرژی

در فرآیندهای شیمیایی، روش های ساخت و جداسازی تا جایی که امکان دارد به گونه ای طراحی شده اند که نیاز به انرژی را کاهش دهند و در انتهای واکنش به انرژی بیشتری دست یابند.

اصل هفتم : بهره گیری از مواد اولیه باز گردانی شدنی

واکنش های شیمیایی باید به گونه ای طراحی شوند تا از مواد اولیه ای که قابلیت بازیابی دارند بهره گرفته شود.

اصل هشتم : پرهیز از مشتقات شیمیایی

مشتق گرفتن (مانند بهره گیری از گروه های محدود کننده یا تغییر های شیمیایی و فیزیکی گذرا) باید کاهش یابد، زیرا چنین مرحله هایی به واکنشگرهای اضافی نیاز دارند که می توانند فرآورده های بیهوده تولید کنند.

اصل نهم : بهره گیری از کاتالیزورها

کاتالیزورها گزینشی بودن یک واکنش را افزایش می دهند؛ دمای مورد نیاز را کاهش می دهند، واکنش های جانبی را به کمترین اندازه می رسانند، میزان تبدیل شدن واکنش گرها به فرآورده های نهایی را افزایش می دهند.

اصل دهم : طراحی برای تخریب پذیر بودن محصولات

فرآورده های شیمیایی باید به گونه ای طراحی شوند که در پایان محصولات به صورتی باشند که در طبیعت تخریب پذیر باشند و در محیط زیست باقی نمانده و هر چه سریعتر تجزیه شوند.

اصل یازدهم: تخمین زمان واقعی یک واکنش برای پیشگیری از آلودگی

بسیار اهمیت دارد که پیشرفت یک واکنش همواره پیگیری شود تا زمان تکمیل واکنش مشخص گردد. زیرا پس از کامل شدن یک واکنش شیمیایی فرآورده های ناخواسته جانبی تولید می شوند.

اصل دوازدهم: کاهش احتمالی روی داده ای نامناسب

یک راه برای کاهش احتمال رویدادهای شیمیایی ناخواسته بهره گیری از واکنشگرها و حلال هایی است که احتمال انفجار، آتش سوزی و رها شدن ناخواسته ی مواد شیمیایی را کاهش می دهند. آسیب های مرتبط با این داده را می توان با تغییر دادن حالت (جامد، مایع، گاز) یا ترکیب واکنشگرها کاهش داد. [۱]

۳- دستاوردهای شیمی سبز

۳-۱- سوخت های جایگزین:

به کارگیری سوخت های فسیلی در خودروها با رها شدن انبوهی از گازهای گلخانه ای به جو همراه شده که دگرگونی های آب و هوایی را در پی داشته است. از سوختن نادرست آن ها نیز، مواد سمی به هوا آزاد شده که سلامتی آدمی را به چالش کشیده است. حتی اگر بتوان بر این دو چالش بزرگ پیروز شد، کاهش روز افزون آندوخته های فسیلی وجود دارد که از آن گریزی نیست. این تنگناها همراه با افزایش روز افزون بهای این گونه سوخت ها، که به نظر می رسد هم چنان ادامه یابد، پژوهشگران و مهندسان بسیاری را به فکر طراحی خودروهایی با سوخت هیدروژن انداخته است. چرا که منشا این سوخت، آب است که فراوان ترین ماده در طبیعت است و فرآورده ی سوختن این سوخت در خودرو نیز خود آب است. با این همه، سوخت هیدروژن با چالش بزرگی روبه رو است. فراهم آوردن هیدروژن از آب با فرآیند الکترولیز انجام می شود که برای پیشبرد آن به الکتروسیسته نیاز است و اکنون نیز بیش تر الکتروسیسته از سوختن آندوخته های فسیلی به دست می آید. شاید روزی با به کار بردن برخی کاتالیزگرها بتوان از انرژی خورشیدی به جای سوخت های فسیلی در پیش بردن روند الکترولیز بهره گرفت، اما هنوز راهکار کارآمدی برای تولید ارزان هیدروژن پیشنهاد نشده است و به نظر نمی رسد در آینده ای نزدیک بتوان به چنین توانی دست پیدا کرد. با این همه، برخی دانشمندان امیدوارند بتوانند منشا زیستی برای هیدروژن به وجود آورند. [۲]

گروهی از پژوهشگران در سال ۲۰۰۰ میلادی گزارش کردند که توانسته اند از جلبک های سبز برای آزاد کردن هیدروژن از مولکول های آب، به همان اندازه که از الکترولیز به دست می آید، بهره گیرند. اما نور خورشید برای این رویکرد گرفتاری درست می کند، چرا که جلبک طی فرآیند فتوسنتز اکسیژن نیز تولید می کند. این اکسیژن از کار آنزیم تولیدکننده ی هیدروژن جلوگیری می کند و در نتیجه هیدروژن اندکی به دست می آید دانشمندان می کوشند با تغییرهایی که در این فرآیند طبیعی می دهند، بازدهی تولید هیدروژن را بالا ببرند. شاید یک روز آنگیز کوچکی که از جلبک پوشیده شده است، منشا هیدروژن خودروهای ما باشد. در رویکرد دیگر که مورد توجه است، از روغن های گیاهی به عنوان منشا برای تهیه ی سوخت جایگزین بهره می گیرند. برای تهیه ی این نوع سوخت، که با عنوان بیودیزل شناخته می شود، پس مانده ی روغن آشپزی را نیز می توان به کار گرفت. هر چند از سوختن این نوع سوخت نیز مانند دیگر سوخت های فسیلی گاز گلخانه ای آزاد می شود، اما به اندازه ای تولید می شود که گیاهان طی فرآیند فتوسنتز آن را برای تولید قند به کار می گیرند. از سوی دیگر، روغن ها گیاهی نوشدنی هستند و از سوختن آن ها گوگرد و آلاینده های آسیب رسان دیگری آزاد نمی شود. از سودمندی های دیگر این نوع سوخت این است که گلیسرین، ماده ای که در صابون، خمیردندان، مواد آرایشی و جاهای دیگر به کار می رود، از فرآورده های

جانبی روند تولید آن است. هم‌چنین، چون طی روند تولید این سوخت، به آن اکسیژن افزوده می‌شود، بهتر از سوخت نفتی در موتور می‌سوزد. به روغن کاری موتور نیز کمک می‌کند و بر درازای عمر آن می‌افزاید.

۳-۲- پلاستیک‌های سبز و تجزیه‌پذیر

زندگی در جهانی بدون پلاستیک بسیار دشوار است. پلاستیک‌ها در تولید هر گونه فرآورده‌ی صنعتی، از صنعت خودروسازی گرفته تا دنیای پزشکی، به کار گرفته شده‌اند. تنها در ایالات متحده‌ی امریکا سالانه نزدیک ۵۰ میلیون تن پلاستیک تولید می‌شود. اما این مواد به عنوان زباله‌های پایدار به تجزیه میکروبی، چالش‌های زیست محیطی پیچیده‌ای به بار آورده‌اند. پلاستیک‌ها علاوه بر این که محل‌های دفن زباله را پر کرده‌اند، سالانه در حجمی برابر با چند هزار تن به محیط‌های دریایی وارد می‌شوند. برآورد شده است که هر سال یک میلیون جانور دریایی به دلیل خفگی حاصل از خوردن پلاستیک‌ها به عنوان غذا یا به دام افتادن در زباله‌های پلاستیکی از بین می‌روند. در سال‌های اخیر، کوشش‌های قانونی برای جلوگیری از دورریزی پلاستیک‌های تجزیه‌ناشدنی، افزایش یافته است. این کوشش‌ها صنعتگران پلاستیک را واداشته است تا در پی پلاستیک‌هایی باشند که پیامدهای زیست محیطی کم‌تری دارند. پلاستیک‌های نشاسته‌ای تجزیه‌پذیر و پلاستیک‌های میکروبی از دستاورد کوشش‌های چند ساله‌ی پژوهشگران این زمینه‌ی در حال پیشرفت و گسترش است. در پلاستیک‌های نشاسته‌ای، قطعه‌های کوتاهی از پلی‌اتیلن با مولکول‌های نشاسته به هم می‌پیوندند. هنگامی که این پلاستیک‌ها در جاهای به خاک‌سپاری زباله‌ها، دور ریخته می‌شود، باکتری‌های خاک به مولکول‌های نشاسته‌یورث می‌برند و قطعه‌های پلی‌اتیلن را برای تجزیه‌ی میکروبی رها می‌سازند. این گونه پلاستیک‌ها اکنون در بازار وجود دارند و به ویژه برای پلاستیک‌ها جابه‌جایی و نگهداری مواد غذایی و دیگر وسایل یکبار مصرف بسیار سودمند هستند. با این همه، کمبود اکسیژن در محل دفن زباله‌ها و اثر قطعه‌های پلی‌اتیلن بر عملکرد باکتری‌ها، بهره‌گیری استفاده از این پلاستیک‌ها را محدود ساخته است.

در سال ۱۹۲۵ میلادی گروهی از دانشمندان کشف کردند که گونه‌های زیادی از باکتری‌ها، بسیار پلی‌دی هیدروکسی بوتیرات (PHB) می‌سازند و از آن به عنوان اندوخته‌ی غذایی خود بهره می‌گیرند. در دهه‌ی ۱۹۷۰، پژوهش‌های انجام شده نشان داد که PHB بسیاری از ویژگی‌های پلاستیک‌های نفتی (مانند پلی‌اتیلن) را دارد. از این رو، کم‌کم گفت و شنود پیرامون بهره‌گیری از این بسیار به عنوان جایگزینی مناسب برای پلاستیک‌های تجزیه‌ناپذیر کنونی آغاز شد. سپس در سال ۱۹۹۲، گروهی از پژوهشگران ژن‌های درگیر در ساختن این بسیار را به گیاه رشادی (*Arabidopsis thaliana*) وارد کردند و به این ترتیب گیاهی پدید آوردند که پلاستیک تولید می‌کند. سال پس از آن، تولید این پلاستیک سبز در گیاه ذرت آغاز شد و برای این که تولید پلاستیک با تولید مواد غذایی رقابت نکند، پژوهشگران بخش‌هایی از گیاه ذرت (برگ‌ها و ساقه‌ها) را، که به طور معمول برداشت نمی‌شوند، هدف قرار دادند. پرورش پلاستیک در این بخش‌ها به کشاورزان امکان می‌دهد که پس از برداشت دانه‌های ذرت، زمین را برای برداشت ساقه‌ها و برگ‌های دارای پلاستیک درو کنند. پژوهشگران درباره‌ی افزایش مقدار پلاستیک در گیاهان، پیشرفت‌های چشم‌گیری داشته‌اند. با این همه، هنوز دشواری‌هایی برای رسیدن به نتیجه‌ی مناسب وجود دارد.

کلروپلاست‌های برگ بهترین مکان برای تولید پلاستیک به شمار می‌آیند، اما چون کلروپلاست‌ها محل جذب نور هستند، مقدار زیاد پلاستیک می‌تواند فتوسنتز را مهار کند و بازده‌ی محصول را کاهش دهد. خارج کردن پلاستیک از گیاه نیز دشوار است. این کار به مقدار زیادی حلال نیاز دارد که باید پس از بهره‌گیری، بازیافت شود. براساس تازه‌ترین تخمین‌ها، تولید یک کیلوگرم PHB در گیاه ذرت در مقایسه با پلی‌اتیلن به سه برابر انرژی بیشتری نیاز دارد. کشت انبوه میکروبی‌های پلاستیک ساز نیز به همین میزان انرژی نیاز دارد.

۳-۳- بازطراحی واکنش‌های شیمیایی

در روند بازطراحی واکنش‌های شیمیایی از واکنشگرهای آغازکننده‌ای بهره گرفته می‌شود که سالمتر هستند. در این رو ممکن است روندهای زیست‌شیمیایی نیز سودمند باشند. برای مثال، ادیپیک اسید، یک ماده‌ی خام کلیدی در تولید نایلون و فرآورده‌های مانند آن است که سالانه بیش از ۲ میلیون تن از آن در صنعت به کار گرفته می‌شود. این ماده از بنزن ساخته می‌شود که سرطان‌زا است و از اندوخته‌های فسیلی نونشده‌ی به دست می‌آید. اما به تازگی دو شیمیدان توانسته‌اند این ماده را از یکی از فراوان‌ترین، سالم‌ترین و نوشدنی‌ترین مواد طبیعی، یعنی گلوکز، بسازند. آن‌ها در این راه از باکتری‌هایی کمک گرفتند که با مهندسی ژنتیک آنزیم ویژه‌ای در آن‌ها کار گذاشته شده بود و به ناچار طی یک روند زیست‌شیمیایی ناخواسته، بنزن را از گلوکز می‌سازند. توجه به اقتصاد اتم نیز کمک زیادی می‌کند. برای مثال، پژوهشگران توانسته‌اند اقتصاد اتمی را در روند تولید ایبوپروفن، ترکیبی که در بسیاری از آرامش‌بخش‌ها به کار می‌رود، از ۴۰ درصد به ۷۷ درصد برسانند و این یعنی، اتم‌های بیشتری که شرکت داروسازی برای آن‌ها هزینه پرداخته است، به صورت مولکول پر فروشی در می‌آیند و فرآورده‌های بی‌هوده، که می‌توانند به محیط‌زیست آسیب برسانند، کم‌تر تولید می‌شوند.

۳-۴- چندسازه‌های زیستی

اگر چه موادشناسان تنها در چند دهه‌ی گذشته به سوی چندسازه‌ها گرایش پیدا کرده‌اند، طبیعت در خود چندسازه‌های بسیار سخت، پیچیده و گوناگونی دارد که از دیدگاه سختی و وزن، ماندگی برای آن‌ها نمی‌توان یافت. به هر جای طبیعت که بنگرید، با یک چندسازه رو به رو خواهید شد. برای نمونه، صدف‌های دریایی از چندسازه‌ی سرامیکی سختی ساخته شده‌اند. این سرامیک از لایه‌هایی از بلورهای سخت تشکیل شده که در زمینه‌ی سیمانی نرم‌تری جای دارند. این سرامیک سخت و پایدار، جاندار درون خود را از آشوب موج نگهداری می‌کند که پیوسته آن را بر سطح صخره‌ها می‌کوبد. بدن ما یک چند سازه است که از چندسازه‌هایی مانند استخوان، غضروف و پوست درست شده است.

بشر از سالیان دور از چندسازه‌های طبیعی بهره گرفته است. کاه که برای ساختن نخستین چندسازه‌ها به کار می‌رفت، خود نوعی چندسازه است. ابزارهای چوبی، کفش و لباسی که از پوست جانوران تهیه می‌شود، همه چندسازه‌های طبیعی‌اند. به خاطر این گوناگونی و ویژگی‌های بی‌نظیر، موادشناسان تلاش می‌کنند از این مواد برای سختی بخشیدن به چندسازه‌های ساختگی (مصنوعی) بهره گیرند تا از پیامدهای زیست محیطی ناگوار ناشی از مواد ساختگی بکاهند. انویرون (environ) نمونه‌ای از این چندسازه‌هاست که از ۴۰ درصد کاغذ روزنامه، ۴۰ درصد گرد سویا و ۲۰ درصد ترکیب‌های دیگر (از جمله رنگ‌دهنده‌ها و کاتالیزگری که در حضور آب کارا می‌شود و گرد سویا را به رزین دگرگونه می‌کند) ساخته می‌شود. فرآورده‌ی کار، یک چندسازه‌ی زیستی است که ظاهری سنگ مانند دارد، اما مانند چوب می‌توان آن را برید. از این چندسازه می‌توان هر نوع ابزار چوبی را با ظاهری سنگ مانند ساخت. [۳]

۴- مزایای شیمی سبز

دکتر کنت سلان (Kenneth Sellon) استاد شیمی دانشگاه کوئینز از بلغاست ایرلند اظهار می‌دارد که شیمی سبز موضوعی است بین‌المللی زیرا پراکنده شدن آلودگی‌ها و سموم پیامدهای جهانی دارد به طور مثال نشت بنزین که در سال ۲۰۰۵ در چین بر اثر واژگونی کشتی‌های بنزین اتفاق افتاد، آب آشامیدنی میلیون‌ها نفر را آلوده کرد و این آب آلوده به طرف شرقی‌ترین بخش روسیه و رودخانه Songhua روان شد. بنا به اظهارات دانشمندان انگلیسی عدم ایجاد آلودگی یکی از دلایلی است که ممالک در حال رشد به دنبال استفاده از شیمی سبز می‌باشند و دلیل دیگر عدم توانایی چنین ممالکی در

پرداخت روز افزون بهای گزاف مواد پتروشیمی است استفاده از شیمی سبز بطور کلی با کاستن مخارج همراه است که کاهش یا حذف کلی مخارج از بین بردن پسماندهای شیمی جزئی از آن است و نیز پیامدها و اثرات منفی زیست محیطی را به حداقل می رساند این دو عامل رقابت پذیری بیشتری برای کمپانی ها ایجاد می نماید. شیمی سبز کره زمین را تمیز تر، ایمن تر و بهره ورتر می نماید. [۴]

۵-اهداف شیمی سبز در ایران

نظر به اهمیت حفظ محیط زیست از ضایعات مواد پلیمری و ضرورت پرداختن به تحقیقات مرتبط با کاهش خطرات زیان بار آلودگی های ناشی از این مواد در پژوهشگاه پلیمر و پتروشیمی ایران، کمیته ای به نام کمیته ی سبز در این پژوهشگاه تاسیس نموده است اهداف کلی خود را به صورت زیر تدوین نموده است :

- ۱- پیگیری و اجرای پروژه های بازیافت مواد پلیمری
 - ۲- پیگیری و اجزای پروژه ه های پلیمرهای زیست تخریب پذیر
 - ۳- تقویت نگرش پاسخگو بودن در برابر مسایل زیست محیطی
 - ۴- آشنا کردن دانشجویان با مسایل توسعه پایدار و حفاظت محیط زیست
 - ۵- بررسی و امکان جایگزینی حلال های آلی با آب در محصولات پلیمری
 - ۶- کمک به تدوین استانداردهای زیست محیطی
- با توجه به اهداف فوق پروژه های سبز آغاز شد که از جمله پروژه های انجام شده می توان به موارد زیر اشاره نمود:

- ۱- بالا بردن استحکام کیسه های پلاستیکی تهیه شده از ضایعات
- ۲- بازیابی مخلوط ضایعات پلی اتیلن، پلی پروپیلن و پلی وینیل کلراید به همراه کاغذ
- ۳- بازیابی و ساخت فیلم های رادیولوژی
- ۴- بررسی و جایگزین آزیست (پشم شیشه) با الیاف پلیمری در کامپوزیت های سیمان
- ۵- بازیافت ضایعات PET (بطری های نوشابه)
- ۶- بررسی انتقال افزودنی ها، پلاستیک های بسته بندی رایج در مواد غذایی دارویی

۷- بهینه سازی و استخراج و تهیه کینین و کیتوسان از پوست میگو

۸- تهیه و ساخت ایمیلنت بر پایه مرجان دریایی مورد استفاده در جراحی های ارتوپدی

۹- فرمولاسیون و تهیه پلی اتیلن زیست تخریب پذیر بر پایه نشاسته.

۶- نتیجه گیری

شیمیدان‌های شیمی سبز در پی آن هستند که روندهای شیمیایی سالم‌تری را جایگزین روندهای کنونی کنند یا با جایگزین کردن مواد اولیه سالم‌تر یا انجام دادن واکنش‌ها در شرایط ایمن‌تر، فرآورده‌های سالم‌تری را به جامعه هدیه دهند. برخی از آن‌ها می‌کوشند شیمی را به زیست‌شیمی نزدیک کند، چرا که واکنش‌های زیست‌شیمیایی طی میلیون‌ها سال رخ داده‌اند و چه برای آدمی و چه برای محیط زیست، چالش‌ها نگران‌کننده‌ی به وجود نیآورده‌اند. بسیاری از این واکنش‌ها در شرایط طبیعی رخ می‌دهند و به دما و فشار بالا نیاز ندارند. فرآورده‌های آن‌ها نیز به آسانی به چرخه‌ی مواد بازمی‌گردند و فرآورده‌های جانبی آن‌ها برای جانداران سودمند هستند. الگوبرداری از این واکنش‌ها می‌تواند چالش‌های بهداشتی و زیست‌محیطی کنونی را کاهش دهد. بازطراحی واکنش‌ها و روندهای شیمیایی فرصت‌های تازه و بی‌شماری برای شیمیدان‌ها به وجود آورده است و هر شیمیدانی می‌تواند به طراحی هر یک از واکنش‌های شناخته‌شده‌ای که سال‌ها در کارخانه‌ها یا آزمایشگاه‌های دانشگاه‌ها به کار گرفته می‌شد، در راستای سالم کردن آن و کاهش هزینه‌ها و افزایش کارآمدی و بازده، بپردازد. از این رو، به نظر می‌رسد فرصت‌هایی که برای شیمیدان‌ها طی تاریخ دراز و کهن این دانش فراهم شده، اکنون بار دیگر برای شیمیدان‌های امروزی فراهم شده است تا با ویرایش آنچه آنان در تاریخ شیمی به یادگار گذاشته‌اند، یادگارهای سالم‌تری برای آیندگان برجای گذارند. [۵]

مراجع

- [1] Linthorst, J.A., "An Overview: Origins and Development of Green Chemistry". Foundations of Chemistry, Vol. 12, pp. 55-68, 2010.
- [۲] Merrill, L., Parent, M., Kirchhoff, K., Jones, M., "Hydrogen fuel cells for future cars". ChemMatters, April 2003
- [۳] Anastas, P. T., Warner, J. C. **Green Chemistry: Theory and Practice**. Oxford University Press: New York , 1998.
- [4] Roger A. Sheldon, Isabel Arends, Ulf Hanefeld, **Green chemistry and Catalysis**, First edition, (2007).
- [5] مستشاری، سید مرتضی، "دیدگاه‌های آموزشی و پژوهشی شیمی سبز"، محیط شناسی، شماره ۳۳، ۱۰۴-۱۰۰، ۱۳۸۳.