فصلنامه علمی-پژوهشی
جغرافیا (برنامه‌ریزی منطقه‌ای)
سال نهم، شماره ۱، زمستان ۱۳۹۷
صص: ۲۰۵-۱۸۵

ارزیابی و برنامه‌ریزی مجتمع‌های صنعتی سبز به عنوان ابزاری برای توسعه پایدار صنعتی (نمونه موردی: مجتمع صنعتی سبز شهرستان کرج)

سعید حق‌شناس گرگانی[۱]

دانشجوی دکتری شهرسازی دانشگاه هنر اصفهان، اسفهان، ایران

سیاوش انصاری‌نیا

استادیار بازنشسته گروه شهرسازی دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران

محمود قلعه‌نوعی

استادیار و عضو هیأت علمی گروه شهرسازی دانشگاه هنر اصفهان، اصفهان، ایران

تاریخ دریافت:۱۳۹۶/۰۳/۰۳ تاریخ پذیرش:۱۳۹۷/۰۷/۲۴

چکیده

در طی قرن گذشته، برخلاف اصول پارادایم توسعه‌پایدار، فرایند جهانی‌شدن و رقابت بین‌المللی سبب شکل‌گیری یک مسابقه نامحدود برای رشد اقتصادی میان کشورها گردیده‌است. مواجهه با اثرات منفی چنین رشد اقتصادی (مبتنی بر تولید و مصرف‌انبوه)، در کنار گسترش توجهات جهانی به مسائل زیست‌محیطی و ظهور مفاهیمی نظیر تولید پاکیزه، بوم‌شناسی‌صنعتی و مشاغل‌سبز، موجب‌شده بسیاری از کشورها، مجتمع‌های صنعتی سبز را به عنوان یکی از ابزارهای تحقق پارادایم توسعه‌پایدار در زمینه توسعه صنعتی مورد توجه قرار دهند. از این‌رو، هدف کلی این مقاله "برنامه‌ریزی یک مجتمع صنعتی سبز متناسب با ویژگی‌ها، امکانات و محدودیت‌های شهرستان کرج" می‌باشد. تحقیق از نوع پژوهش‌های کاربردی و به شیوه اکتشافی انجام گرفته‌است. محدوده مطالعه شهرستان کرج است و داده‌های مورد استفاده همگی داده‌های ثانویه هستند که به روش اسنادی جمع‌آوری و تحلیل شده‌اند. نتایج تحقیق نشان می‌دهند که با توجه به قابلیت‌ها و محدودیت‌های شهرستان کرج، از میان انواع مجتمع‌های صنعتی سبز، مجتمع صنعتی سبز کشاورزی برای این شهرستان مناسب می‌باشد. با توجه به ترکیب بهینه صنایع برای دستیابی به بیش‌ترین هم‌افزایی‌ها در تبادلات آب، انرژی و مواد فرعی و نیز با درنظرگرفتن روندهای گذشته صنعت و کشاورزی شهرستان، این مجتمع با مساحت حدود ۱۶۰ هکتار شامل مجتمع تبدیل پسماند، خوشه فرآوری موادغذایی، خوشه تولیدکنندگان متراکم موادغذایی، مزارع و باغات پشتیبان و موسسات آموزشی و برای اشتغال حدود ۳۰۰۰ نفر برنامه‌ریزی شده و می‌تواند از سه جنبه تبادل آب، مواد فرعی سیستم و انرژی، به بسته شدن اکوسیستم صنعتی کمک کند و در کنار آن، مزایای شناخته شده کشاورزی شهری را نیز فراهم سازد.

واژگان کلیدی: مجتمع صنعتی سبز، بوم‌شناسی صنعتی، مجتمع صنعتی سبز کشاورزی، شهرستان کرج

۱- (نویسنده مسئول) haghshenas61@gmail.com

مقدمه

پارادایم توسعه‌پایدار بر دو نکته کلیدی تاکید دارد: ۱) منابع زمین محدود هستند و ۲) در درون سیستم پشتیبان حیات، همه چیز به هم مرتبط است. برخلاف این دو نکته، در طی قرن گذشته و به ویژه پس از جنگ جهانی دوم، فرایند جهانی شدن و رقابت بین‌المللی، سبب شکل‌گیری یک مسابقه نامحدود برای رشد اقتصادی میان کشورها گردیده‌است. استخراج منابع زمین از ۴۰ میلیارد تن در سال ۱۹۸۰ میلادی به حدود ۵۵ میلیارد تن در سال ۲۰۰۲ رسیده و پیش‌بینی می‌شود که تا سال ۲۰۲۰ به ۸۰ میلیارد تن برسد (OECD, 2008) نکته قابل توجه در این میان این‌که نیمی از این مقدار در طی زمانی کمتر از شش ماه دوباره به عنوان پسماند به زمین بازگردانده می‌شود. رشد لجام گسیخته صنایع باعث شده که امروزه صنعت مصرف حدود ۳۰ درصد انرژی و تولید ۵۰ درصد گازهای گلخانه‌ای دنیا را برعهده داشته‌باشد و این در حالی است که بنابر پیش‌بینی‌ها، مصرف انرژی در طی ۳۵ سال آینده در بخش صنعت نزدیک به یک و نیم برابر خواهدشد و در حالی که مصرف انرژی در بخش صنعت کشورهای بیشتر توسعه یافته (که در حال حاضر مصرف بخش عمده انرژی در صنعت را برعهده دارند)، سالانه حدود ۰/۲ درصد رشد خواهد داشت، بخش اعظم افزایش مصرف انرژی بخش صنعت بر عهده کشورهای کمتر توسعه‌یافته با افزایش سالانه ۱/۸ درصد خواهد بود (EIA, 2010).

فرایندهای صنعتی سنتی، یک فرایند خطی را طی می‌کنند که با استخراج مواد خام آغاز می‌شود و با پردازش این مواد و تبدیل به کالا، تحویل مصرف‌کننده می‌گردند. پسماندهای این سیستم دور انداخته می‌شوند و هزینه‌های دفع این مواد و تامین مواد جدید بر صنایع و مصرف‌کنندگان تحمیل می‌شود و از سوی دیگر باعث آلودگی محیط‌زیست و از میان رفتن منابع تجدیدناپذیر (حداقل در کوتاه مدت) می‌گردند. مواجهه با اثرات منفی اقتصاد مبتنی بر تولید و مصرف انبوه، بسیاری از کشورها را به فکر یافتن یک چشم‌انداز جایگزین برای توسعه صنعتی انداخته‌است. با گسترش توجهات جهانی به مسائل زیست محیطی و ظهور مفاهیمی نظیر تولید پاکیزه[1]، بوم‌شناسی صنعتی[2] و مشاغل سبز[3]، بسیاری از کشورها مجتمع‌های صنعتی سبز[4] را به عنوان یکی از ابزارهای تحقق پارادایم توسعه پایدار تصدیق نموده و انواع مختلفی از این‌گونه پروژه‌ها را گسترش داده‌اند به نحوی که در سال ۲۰۰۰ میلادی، با گذشت تنها هفت سال از پدیدار شدن مفهوم مجتمع‌های صنعتی سبز، بطور مثال در کشور ژاپن بیش از ۶۰ نمونه از این گونه مجتمع‌ها در حال فعالیت یا احداث بوده‌اند و در سایر نقاط جهان نیز پروژه‌هایی از این دست در حال گسترش هستند.

در ایران نیز تجارب مشابهی با آن‌چه در مورد سایر کشورهای جهان ذکر شد وجود داشته‌است و فرایندهای تولید صنعتی سنتی به ویژه در اطراف شهرهای بزرگ، آلودگی‌ها و پسماندهای بسیاری را به محیط تحمیل کرده‌اند. نمونه‌ای از این شهرها، کرج می‌باشد. وجود صنایع کهنه و دارای رتبه بالای آلایندگی (شامل تولیدات پلاستیکی، ریسندگی و بافندگی، صنایع شیمیایی، کودهای شیمیایی و آفت‌کش‌ها و صمغ مصنوعی) در اطراف این شهر و به

[1] -Cleaner Production
[2] -Industrial Ecology
[3] -Green Jobs
[4] -Eco-Industrial Parks

ویژه استقرار حدود ۳۰ صنعت واقع در میان ۵۰ صنعت آلاینده جهان در شهرک صنعتی اشتهارد، تولید کننده پسماندها و انتشاراتی هستند که هزینه‌های مادی و محیطی بسیاری را تحمیل می‌کنند. بروز عوامل محیطی (مصرف منابع و تولید پسماندها)، انگیزه‌های اقتصادی و رقابتی (که کارآمدی در بهره‌گیری از منابع را در کاهش هزینه‌های تولید موثر می‌داند) و افزایش آگاهی و خواست جامعه برای یافتن روش‌های تولید پایدارتر و دوستدار محیط زیست از جمله عواملی هستند که برنامه‌ریزی و احداث یک مجتمع صنعتی سبز در شهرستان کرج را توجیه می‌کند. بنابراین پژوهش حاضر با انتخاب شهرستان کرج به عنوان نمونه‌موردی در پی برنامه‌ریزی یک مجتمع صنعتی سبز در شهرستان کرج می‌باشد. با توجه به قابلیت‌ها و محدودیت‌های توسعه مجتمع‌های صنعتی سبز در شهرستان کرج و نیز روند موجود صنایع مستقر در این شهرستان، بر مبنای راهبردهای کلی برنامه‌ریزی مجتمع صنعتی سبز و روش‌های هم‌زیستی صنایع در این مجتمع‌ها، نوع، اعضا و اندازه مجتمع صنعتی سبز شهرستان مشخص و برنامه‌ریزی شده‌است.

مفاهیم، دیدگاه‌ها و مبانی نظری (مجتمع‌های صنعتی سبز)

مجتمع‌های صنعتی سبز، یکی از راهبردهای اساسی در پیاده‌سازی مفهوم بوم‌شناسی صنعتی هستند که ایده آن اولین بار در یکی از کنفرانس‌های سازمان ملل در مورد محیط زیست و توسعه در سال ۱۹۹۲ مطرح شد و در سال ۱۹۹۳ از طریق یکی از موسسات وابسته به سازمان حفاظت محیط‌زیست ایالت متحده، به مفهومی شناخته‌شده در جهان تبدیل شد. (Fleig, 2000,10)

به منظور برنامه‌ریزی برای مجتمع‌های سبز و استفاده از راهبردهای این رویکرد برای زمینه‌های مختلف با بررسی تعاریف این نوع مجتمع‌ها، مهم‌ترین ویژگی‌ها و اصول اساسی آن‌ها تبیین می‌شود. بر مبنای این اصول و روش‌های هم‌زیستی صنایع در این مجتمع‌ها، امکان برنامه‌ریزی فراهم می‌شود. بنابراین نخستین گام راستای نیل به هدف برنامه‌ریزی برای مجتمع صنعتی سبز، بررسی موارد مذکور در بالا است.

ارائه یک تعریف واحد از مجتمع‌های صنعتی سبز که مورد قبول همه متخصصان مرتبط با موضوع باشد، دشوار است. نمرو (۱۹۹۵)، یک مجتمع صنعتی سبز را به صورت: "یک مجموعه منتخب از کارخانه‌های صنعتی سازگار که در یک جای مشخص در کنار هم قرار گرفته‌اند تا هم آثار زیست‌محیطی و هم هزینه‌های تولید را به حداقل رسانند. این اهداف به وسیله به‌کارگیری پسماندهای یک کارخانه به عنوان مواد خام کارخانه دیگر با حداقل حمل و نقل، ذخیره‌سازی و آماده‌سازی مواد خام انجام می‌گیرد" تعریف می‌کند (El – Haggar, 2007, 92). تعریف دیگری که امروزه تقریباً مورد قبول و استفاده اکثر متون مرتبط با موضوع می‌باشد، مجتمع‌های صنعتی سبز را به صورت "اجتماعی از مشاغل تولیدی و خدماتی که در یک ملک مشخص در کنار هم قرار گرفته‌اند و مشاغل عضو در پی عملکرد ارتقاء یافته اقتصادی، اجتماعی و زیست‌محیطی از طریق همکاری در مدیریت منابع و محیط زیست هستند و اجتماع مشاغل به وسیله همکاری با هم، در پی یک مزیت دسته جمعی هستند که از جمع مزایای فردی که هر شرکت به وسیله بهینه‌سازی عملکرد خود می‌توانست به‌دست‌آورد، بیشتر است" تعریف می‌کند (Lowe, 2001 ((a),1.

مهم‌ترین تفاوت میان یک مجتمع صنعتی و مجتمع صنعتی سبز را در موارد زیر دانسته‌اند:

همکاری و تبادل بیش‌تر میان شرکت‌ها، مدیریت مجتمع و تصمیم‌سازان محلی و منطقه‌ای
کنشگران حاضر در یک مجتمع صنعتی سبز در جهت ایجاد یک چشم‌انداز از فعالیت‌های صنعتی که از نظر اقتصادی، اجتماعی و بوم‌شناسی پایدار هستند، تلاش می‌کنند (Fleig, 2000,3).

مزایا و معایب مجتمع‌های صنعتی سبز نیز از جمله عواملی است که به تبیین این مفهوم کمک می‌کند. یک مجتمع صنعتی سبز سعی در پر کردن شکاف میان منافع صنایع و منافع عمومی دارد و صنایع را قادر می‌سازد تا علاوه بر توسعه خود، منافع متعددی را هم برای اجتماع و هم برای محیط زیست فراهم سازند. با این حال استفاده از این رویکرد می‌تواند با چالش‌ها و مخاطراتی نیز مواجه گردد (جدول شماره ۱).

جدول شماره ۱- مزایا و معایب توسعه مجتمع‌های صنعتی سبز

منافع	چالش‌ها
• منافع برای صنایع	• مخاطرات مالی
ایجاد ارزش افزوده بالاتر و تولید کالاهای رقابتی‌تر	دوره بازگشت طولانی سرمایه‌گذاری در هزینه‌های اضافی مجتمع
اشتراک هزینه‌های خدماتی	خطر افزایش نیازها و هزینه‌های زیست محیطی
• منافع برای محیط‌زیست	• مخاطرات زیست‌محیطی
کاهش استفاده از منابع	افزایش وابستگی شرکت‌های عضو به مواد سمی
کاهش تولید آلودگی‌ها	وابستگی اعضا به شرکت‌های کوچک آلاینده در خارج مجتمع
توسعه مطابق با توان تحمل محیطی	
• منافع برای جامعه	• مخاطرات قانونی و برنامه‌ریزی
توسعه متنوع اقتصادی و ایجاد مشاغل جدید	نیازمندی مجتمع به برنامه‌ریزی متمرکز
افزایش ذخایر مالی شرکت‌ها و تثبیت موقعیت شغلی	احتراز صنایع از ورود به تعامل و تبادل با یکدیگر به دلیل عدم اعتماد
بهبود کیفیت شغلی	مغایرت برخی ابتکارات مورد نیاز در مجتمع با ضوابط موجود

منبع: نگارندگان بر اساس Lowe, 2001 (a)

با توجه به ضرورت‌های مذکور و تعاریف ارائه شده، اصول اساسی برنامه‌ریزی مجتمع‌های صنعتی سبز، راهبردهای کلی برنامه‌ریزی این مجتمع‌ها و روش‌های هم‌زیستی صنایع در آن‌ها به منظور ارائه برنامه‌ریزی اصولی مورد توجه و بررسی قرار گرفته‌است.

اصول اساسی مجتمع‌های صنعتی سبز

مفهوم مجتمع‌های صنعتی سبز بر پایه زمینه‌های نظری و تجربی بنا شده که در دهه‌های ۱۹۸۰ و ۱۹۹۰ پدیدار گشتند. این زمینه‌ها شامل تولید پاکیزه، بوم‌شناسی صنعتی و برنامه‌ریزی، معماری و ساختمان‌سازی پایدار می‌گردد که همه در زیر چتر توسعه پایدار قرار گرفته‌اند.

- تولید پاکیزه

تولید پاکیزه یک زمینه تحقیقی و تجربی است که با مفهوم بوم‌شناسی صنعتی در اهداف و اصول اولیه مشترک است (Veiga, Magrini, 2009,2). بر اساس تعریف برنامه محیط‌زیست سازمان ملل متحد و سازمان توسعه صنعتی ملل متحد، تعریف تولید پاکیزه به صورت زیر است:

"تولید پاکیزه، بکارگیری یک راهبرد زیست‌محیطی پیشگیرانه در فرآیندها، تولیدات و خدمات برای افزایش بهره‌وری نهایی و کاهش مخاطرات برای انسان و محیط زیست است. هدف نهایی تولید پاکیزه، به صفر رساندن مقدار پسماندها دانسته‌شده‌است. این هدف، صنایع را از کنترل آلودگی‌ها به سمت یک انگاشت جدید سوق می‌دهد: خوشه‌های صنعتی که در آن‌ها پسماند یک صنعت، ورودی دیگری است" (Ibid, 2).

- بوم‌شناسی صنعتی

بوم‌شناسی صنعتی را "دانش توسعه‌پایدار" دانسته‌اند و ادعا شده که فهم گسترده‌تری نسبت به تولید پاکیزه ارائه می‌کند (Lowe, 2001(a) ,4). این مفهوم به عنوان یکی از زیر شاخه‌های بوم‌شناسی شناخته‌می‌شود حداقل به دو دلیل:

- به اکوسیستم‌های طبیعی غیرانسانی به عنوان مدل‌هایی برای فعالیت صنعتی می‌نگرد زیرا اغلب اکوسیستم‌های طبیعی به طور ویژه در بازیافت منابع موفقند و بنابراین به عنوان مثال‌هایی برای چرخه کارآمد مواد و انرژی در صنعت به‌شمار می‌آیند.
- فعالیت‌های تکنولوژیکی انسان ـ صنعت ـ را در زمینه اکوسیستم گسترده‌تری که آن را پشتیبانی می‌کند قرار می‌دهد و منابعی که در این اجتماع مصرف می‌شود و محلی که مواد دفعی را جذب می‌کند یا در جهت باز تولید آن عمل می‌کند را شناسایی می‌نماید. این جنبه از بوم‌شناسی، بوم‌شناسی صنعتی را به سوالاتی در رابطه با ظرفیت تحمل و قابلیت بازگشت و این پرسش که چگونه و چقدر جامعه تکنولوژیکی بر اکوسیستم‌هایی که خدمات اساسی را برای بشر فراهم می‌سازند، ضربه وارد می‌سازد، مرتبط می‌کند (Lifset, E.Graedel, 2001, 3-4).

همچنین بوم‌شناسی صنعتی، صنعتی است از آن جهت که بر روی تولید و فرآیند تولید تمرکز دارد و در آن شرکت‌ها به عنوان عواملی دیده می‌شوند که باعث ارتقاء کیفیت محیط‌زیست می‌گردند زیرا تخصص‌های تکنولوژیکی ایجاد می‌کنند که برای موفقیت در طراحی زیست‌محیطی فرآیندها و تولیدات ضروری هستند. در این مفهوم بر روی صنعت به عنوان بخشی از جامعه که اغلب کالاها و خدمات را تولید می‌کند تمرکز شده‌است زیرا موفقیت بخش مهم اما نه انحصاری آسیب‌های زیست‌محیطی را برعهده دارد.

در تعریف اکوسیستم صنعتی گفته شده است "سیستمی است که مصرف مواد و انرژی در آن بهینه است، تولید زباله در آن به حداقل می‌رسد و پسماندهای یک فرآیند، مواد خام فرآیند دیگر را تشکیل‌می‌دهند" (Heere et al., 2004,986). اکوسیستم‌ها در طبیعت خود، راهبردهای فراوانی برای مصرف پسماندها دارند که می‌تواند با صنعت مرتبط باشد:

- منبع یگانه انرژی برای اکوسیستم‌ها، خورشید است.
- مواد سمی به صورت محلی تولید و مصرف می‌شوند.
- کارایی و بازدهی با قابلیت بازگشت در یک تعادل پویا هستند.
- اکوسیستم‌ها در برابر تغییرات از طریق تنوع گونه‌ها که در یک شبکه روابط پیچیده سازمان یافته‌اند، حالت ارتجاعی دارند. بسیاری از روابط از طریق فرآیندهای خودسازمان‌دهی محافظت می‌شوند و نه توسط کنترل مرکزی.
- در یک اکوسیستم، هر گونه‌ای مستقلانه عمل می‌کند اما در الگوهای فعالیت خود با دیگر گونه‌ها نیز همکاری می‌کند. همکاری و رقابت در یک تعادل با هم قرار دارند.

بوم‌شناسان معتقدند که سیستم‌های صنعتی پایدار، بیشتر ارائه‌دهنده چنین خصوصیاتی هستند (Lowe, 2001(b),4-5).

مفهوم مجمع‌های صنعتی سبز بر پایه اصول بوم‌شناسی صنعتی شکل گرفته و بر این اساس در برخی تعاریف، یک مجتمع صنعتی سبز به صورت "مشارکت عمومی یا خصوصی در جایی که رویکرد بوم‌شناسی صنعتی در توسعه صنایع به کار گرفته شده‌است" تعریف شده و مجتمع‌های صنعتی سبز و بوم‌شناسی صنعتی، جلوه‌هایی تکاملی از اندیشه پایداری شناخته شده‌اند (Potts Carr, 1998,240).

راهبردهای کلی برنامه‌ریزی مجتمع‌های صنعتی سبز

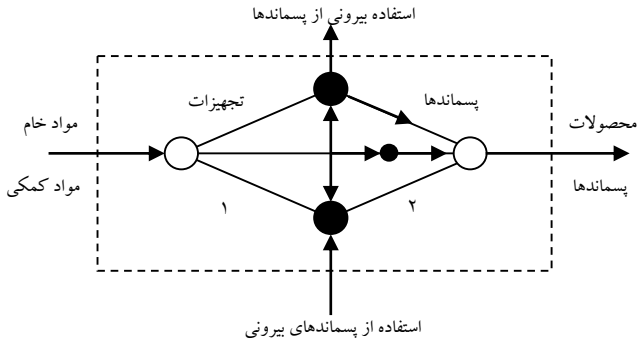
هدف عمده یک مجتمع صنعتی سبز ارتقاء عملکرد اقتصادی در کنار کاهش اثرات زیست محیطی است و راهبردهای دستیابی به این اهداف شامل موارد زیر می‌گردد ((Lowe, 2001 (a)):

- انطباق با محیط طبیعی
- بهره‌وری بالا در استفاده از انرژی
- استفاده حداکثر از انرژی‌های تجدیدپذیر
- استفاده از مواد فرعی سیستم
- استفاده مجدد از پسماندها
- استفاده مجدد از آب
- استفاده از سیستم‌های حمایتی پیشرفته
- توسعه خدمات پشتیبانی مشترک

روش‌های هم‌زیستی صنایع در مجتمع‌های صنعتی سبز

هم‌زیستی صنایع را تجلی منطقه‌ای اصول اساسی مفهوم بوم‌شناسی صنعتی می‌دانند و آن را به صورت "وجود یک شبکه تبادل مواد فرعی برای دستیابی به مزایای دوجانبه" (Lambert, Boons, 2002, 474) و یا "هم‌زیستی صنایع، صنایع جدا از هم را در یک رویکرد کلی برای به‌دست‌آوردن مزایای رقابتی با استفاده از تبادل مواد، انرژی، آب و مواد فرعی، یکپارچه‌می‌سازد" (Mirata, Pearee, 2006, 79) تعریف کرده‌اند. (شکل شماره ۱).

مهم‌ترین ابزار هم‌زیستی صنایع که گاهی با معنای مترادف با آن نیز به کار گرفته‌شده، تبادل مواد فرعی نام دارد و آشناترین مفهوم بوم‌شناسی صنعتی به‌شمار می‌آید. عنصر اصلی این مفهوم ایجاد یک سیستم برای تبادل مواد، انرژی و آب فرعی میان کارخانه‌های اغلب در یک مجتمع یا در یک منطقه می‌باشد. با وجود آن که ایجاد یک سیستم تبادل مواد فرعی یکی از راهبردهای اساسی در مجتمع‌های سبز به شمار می‌آید با این حال این سیستم، تنها یکی از عناصر توسعه چنین مجتمعی است و راهبردهای فراوان دیگری برای دستیابی به بازده بالاتر منابع و پسماندهای کمتر وجود دارد. ایجاد یک سیستم تبادل مواد فرعی ممکن است در یک مجتمع امکان‌پذیر باشد و یا نباشد. با این حال برای دستیابی به استفاده بهینه از مواد فرعی، ممکن است از یک سیستم بازیافت یکپارچه بهره گرفته‌شود که شامل حمل، استفاده مجدد، بازیافت، تولید مجدد، کمپوست و تولید انرژی‌های زیستی باشد و گاهی نیز این کار از طریق تبادل مستقیم مواد فرعی میان شرکت‌ها مقرون به‌صرفه‌تر می‌باشد (Lowe, 2001(a),9-10)



شکل شماره ۱: هم‌زیستی صنایع

منبع: Lambert, Boons, 2002: 475

برای انتخاب اعضای مجتمع صنعتی سبز با استفاده از رویکرد بوم‌شناسی صنعتی و هم‌زیستی صنایع، مشخص ساختن جریانات انرژی، مواد و آب و شناسایی امکانات بالقوه تبادل میان گروه‌های مختلف صنایع، ضروری است. برای این منظور دو ابزار به نام‌های تحلیل جریانات مواد[1] و ارزیابی چرخه عمر[2] وجود دارد (Hodge, 2007,15). ابزار تحلیل جریانات مواد به تحلیل سلسله فرآیندهای مربوط به استخراج مواد اولیه، تغییرات شیمیایی، فرآیند تولید، مصرف، بازیافت و دفع مواد می‌پردازد (Bringezu, Moriguchi, 2002,79). ابزار ارزیابی چرخه عمر، روشی برای ارزیابی جنبه‌های زیست‌محیطی و اثرات بالقوه مرتبط با تولید یک محصول به وسیله جمع‌آوری فهرست دروندادها و بروندادهای یک سیستم و تفسیر آن فهرست و اثرات آن بر اهداف مطالعه است (Haes, Helias, 2001, 138). با این حال این دو ابزار نیازمند اطلاعات و آمار دقیق دروندادها و بروندادهای هر محصول هستند. در کنار این ابزارها، چند مدل رایانه‌ای نیز به طور ویژه برای برنامه‌ریزی یک مجتمع صنعتی سبز ایجاد شده‌اند. یکی از این مدل‌ها که توسط سازمان حفاظت محیط‌زیست ایالات متحده ایجاد شده، یک ابزار یاری‌رسان تصمیم‌گیری است که شامل سه جنبه مختلف برنامه‌ریزی می‌باشد: مدل هم‌زیستی کارخانه‌ها که اطلاعات اولیه برای برنامه‌ریزی یک مجتمع صنعتی سبز را فراهم می‌کند و شامل یک بانک اطلاعاتی از ویژگی‌های صنایع مختلف است و دروندادها و بروندادهای انواع مختلف کارخانه‌ها را که می‌توانند در مجتمع مستقر شوند ارائه می‌کند و به برنامه‌ریز اجازه می‌دهد که ترکیب بهینه صنایع را بر اساس بهینه‌سازی نوع و اندازه صنایع مستقر و میزان زمین موجود برای توسعه و با مشخص‌کردن اتصالات میان کارخانه‌ها، برگزیند.

دو مدل دیگر شامل مدل طراحی اکوسیستم‌های صنعتی است که یک مدل برنامه‌ریزی خطی است و امکان‌پذیری ترکیب‌های مختلف کارخانه‌ها را معین می‌کند و به برنامه‌ریز اجازه می‌دهد که میزان اهمیت نسبی اهداف حفاظت از محیط زیست، هزینه کمتر و ایجاد مشاغل بیش‌تر را تعیین کند و ترکیب مشخص شده توسط مدل هم‌زیستی کارخانه‌ها را بهینه‌سازی کند. مدل دیگر، مدل قانونی، اقتصادی و منطقی است و رهنمودهای قانونی، اقتصادی و منطقی در مورد استفاده و استفاده مجدد مواد، انرژی و آب در یک مجتمع ارائه می‌کند (Industrial Economics, Incorporared Cambridge,1998,314-321).

[1] - Material Flow Anlysis
[2] - Life Cycle Assessment

جدول شماره ۲: ترکیب‌های بهینه هم‌نشینی صنایع در مجتمع‌های صنعتی سبز

جنبه‌های جذب اعضا مجتمع‌های صنعتی سبز	اعضای بالقوه
مجتمع صنعتی سبز کشاورزی	تامین‌کنندگان تجهیزات، انرژی و خدمات خوشه فرآوری مواد غذایی استفاده‌کنندگان از مواد فرعی بخشی از سیستم تولیدکنندگان متراکم مواد غذایی
مجتمع صنعتی سبز بازیافت مواد	خوشه بازیافت مواد خوشه تولیدکنندگان مرتبط با پسماندها خوشه تولیدکنندگان متراکم مواد غذایی
مجتمع صنعتی سبز انرژی‌های تجدیدپذیر	نیروگاه تبدیل پسماند خوشه انرژی‌های تجدیدپذیر تولیدکنندگان تجهیزات افزایش کارایی انرژی تولید تجهیزات انرژی‌های تجدیدپذیر
مجتمع صنعتی سبز نیروگاهی	نیروگاه برق فسیلی خوشه تامین مواد اولیه، تجهیزات و خدمات نیروگاه استفاده‌کنندگان از مواد فرعی نیروگاه تولیدکنندگان تجهیزات صرفه‌جویی در مصرف انرژی
مجتمع صنعتی سبز پتروشیمی	پالایشگاه مواد نفتی خوشه تولیدات شیمیایی سبز تولیدکنندگان متراکم مواد غذایی

منبع: Lowe, 2001(c):18

مدل دیگر مدلی است که توسط شرکت "بچتل" ایجاد شده‌است. این مدل شامل دو ابزار به نام‌های "دایم" و "مچ میکر"[2] است (Grant, 2006,39) و به طور کلی یک مدل برنامه‌ریزی خطی است که به یک بانک اطلاعاتی شامل دروندادها، بروندادها، فرآیند تولید دفع پسماند و تجهیزات مورد نیاز متصل است و تبادلات امکان‌پذیر میان کارخانه‌ها در یک مجتمع را معین می‌کند (Lowe, 2001(c),18). مدل "ابزار برنامه‌ریزی بوم‌شناسی صنعتی"[3] اولین مدل هم‌زیستی صنایع بود که از امکانات سیستم اطلاعات جغرافیایی برای این منظور بهره می‌برد و توانایی محاسبه هزینه‌های حمل و نقل مواد و مواد فرعی میان کارخانه‌ها را داشت (Grant, 2006,40).

در کنار این ابزارها و مدل‌ها که استفاده از هریک از آن‌ها نیازمند دسترسی به اطلاعات جزئی مربوط به دروندادها، بروندادها و فرآیند تولید محصولات مختلف و یا دسترسی به مدل رایانه‌ای مورد نظر است، مدل‌های کلی از انواع بهینه هم‌زیستی صنایع در یک مجتمع صنعتی سبز نیز ارائه شده‌اند (جدول شماره ۲).

مواد و روش‌ها

محدوده مطالعه تحقیق، شهرستان کرج است که با وسعت ۲۴۵۷ کیلومتر مربع، پر وسعت‌ترین شهرستان استان البرز[4] به‌شمار می‌آید و شهر کرج با ۱/۳۸ میلیون جمعیت در سال ۱۳۸۵، به عنوان پرجمعیت‌ترین شهر استان البرز و پنجمین کلان شهر بزرگ کشور در آن واقع شده‌است (مهندسان مشاور باوند، ۱۳۸۷).

---

[1] - DIME
[2] - Matchmaker
[3] - Industrial Ecology Planning Tool (IEPT)
[4] – لازم به ذکر است با توجه به این که تا قبل از سال ۱۳۸۹ شهرستان کرج بخشی از استان تهران به شمار می‌رفته و در تقریبا همه موارد آمارها و اطلاعات این شهرستان در کنار آمارها و اطلاعات استان تهران ذکر می‌شده‌است و دسترسی به آمار مستقل استان البرز برای سال‌های گذشته امکان‌پذیر نبوده‌است، در مواردی مقایسه آمار شهرستان با استان تهران آمده‌است.

تحقیق مورد نظر یک پژوهش کاربردی بوده و به شیوه اکتشافی انجام گرفته است و در پی شناسایی نوع، اندازه و ترکیب صنایع مناسب یک مجتمع صنعتی سبز با توجه به فرصت‌ها و محدودیت‌های شهرستان کرج می‌باشد. مطالعه ویژگی‌های ساختار فضایی شهرستان با هدف به‌دست آوردن تصویری از قابلیت‌ها و محدودیت‌های آن برای توسعه یکی از انواع مجتمع‌های صنعتی سبز به روش اسنادی و با استفاده از داده‌های ثانویه انجام گرفته‌است و نشانگر آن است که در سال ۱۳۸۷، در مجموع ۱۶۴۲ واحد صنعتی در حال فعالیت و دارای مجوز از وزارت صنایع و معادن ایران در شهرستان کرج وجود داشته و ۴۵۶۵۴ نفر در این واحدها اشتغال داشته‌اند (وزارت صنایع و معاددن ایران، ۱۳۸۸) و در میان گروه‌های عمده صنعتی، بیش‌ترین تعداد شاغلین در گروه کالاها و ماشین‌آلات صنعتی فلزی (۱۶۴۴۰ نفر)، تولیدات شیمیایی (۹۹۶۲ نفر)، تولیدات نساجی (۶۸۷۲ نفر) و صنایع غذایی (۵۶۵۲ نفر) مشغول به کار بوده‌اند. بر این اساس، آلاینده‌ترین گروه‌های صنعتی شهرستان کرج را گروه‌های صنعتی تولیدات پلاستیکی طبقه‌بندی‌نشده، ریسندگی و بافندگی، صنایع شیمیایی، کودهای شیمیایی و آفت‌کش‌ها و صمغ مصنوعی، مواد پلاستیکی و فیبر مصنوعی تشکیل می‌دهند (شکل شماره ۲).

بحث (برنامه‌ریزی مجتمع صنعتی سبز شهرستان کرج)

مطالعه اسناد و آمارهای رسمی، نشان می دهد شهرستان کرج به دلایل ذیل به توسعه صنعتی در کنار توجه به موضوعات محیط زیستی نیاز دارد:

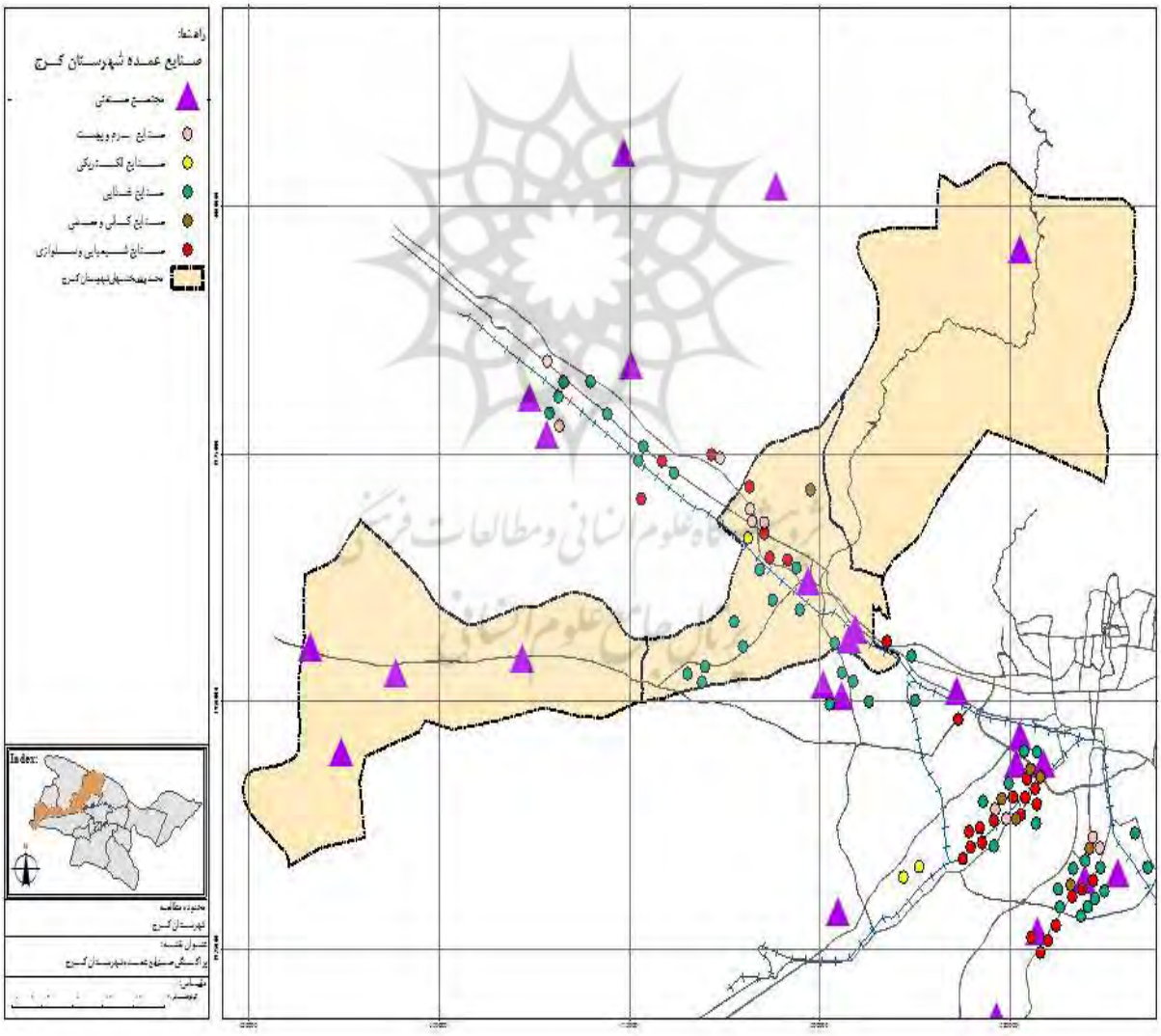
- نسبت بالاتر بیکاری نسبت به میانگین کشور (مرکز آمار ایران، ۱۳۹۰)
- بالاتر بودن نسبت جمعیت واقع در سن فعالیت نسبت به استان تهران (همان)
- ایجاد تنها هفت درصد فرصت‌های شغلی استان تهران در شهرستان کرج (در مقابل نسبت جمعیت ۱۳ درصدی) (همان)
- حادث شدن حدود ۹۷ درصد توسعه‌های صنعتی طی دهه ۸۸ ـ ۱۳۷۷ در اراضی نامناسب برای توسعه صنعتی (مهندسان مشاور باوند، ۱۳۸۷).

خصیصه خوابگاهی ناشی از رشد انفجاری جمعیت و مشکلات ناشی از ان شامل (همان):اتلاف زیاد وقت و نیروی انسانی در روند تردد روزانه طولانی میان محل زندگی و کار؛

افزایش هزینه خانوارهای عموماً کم‌درآمد و میان‌درآمد که گاه نزدیک به یک سوم درآمد ماهانه خود را صرف پرداخت کرایه وسایل نقلیه عمومی می‌کنند؛

- بالا رفتن حجم تردد برون شهری که باعث افزایش آلودگی هوا، بروز تصادفات با خسارت‌های مالی و انسانی می‌شود.
- تداخل فعالیت‌های آلاینده (مرغداری، دامپروری و صنایع مزاحم) با سکونتگاه‌ها (همان)
- قرار دادن چشم‌انداز "حوزه‌ای که قطب چند کارکردی مکمل تهران و تامین‌کننده خدمات برتر در غرب استان تهران خواهدبود و صنایع غیرآلاینده یکی از پایه‌های اصلی توسعه آن را شکل خواهند داد" در طرح حوزه شهری کرج شهریار (همان).

- قرار دادن چشم‌انداز "حوزه‌ای با قطب‌های اقتصادی موفق در زمینه سرمایه‌گذاری و اشتغال که در آن پارک‌های علمی، اداری و صنعتی هم‌پیوند با واحدهای پژوهشی و دانشگاهی ایجاد می‌گردد"در طرح حوزه شهری کرج شهریار (همان)
- قرار دادن چشم‌انداز "حوزه‌ای با خودبسندگی نسبی که تعادل میان عرصه‌های سکونت، خدمات و اشتغال در آن تامین می‌شود و زندگی، کار و فعالیت آن را از وضعیت خوابگاهی خارج خواهد کرد" در طرح حوزه شهری کرج شهریار (همان)
- اتخاذ راهبرد "تشویق سرمایه‌گذاری در صنایع پیشرفته و غیرآلاینده" در طرح حوزه شهری کرج شهریار
- اتخاذ راهبرد "ایجاد فرصت‌های شغلی کافی" در طرح حوزه شهری کرج شهریار
- اتخاذ راهبرد "سرمایه‌گذاری در کشاورزی و باغداری پیشرفته و ترویج تولید صنعتی و کارگاهی دانش‌محور، مرتبط با کشاورزی و باغداری و فرآوری مواد غذایی" در طرح حوزه شهری کرج شهریار.



شکل شماره ۲: نحوه پراکنش گروه‌های صنعتی عمده شهرستان کرج

منبع: نگارندگان، براساس آمار وزارت صنایع و معادن، ۱۳۸۸

قابلیت‌های توسعه مجتمع صنعتی سبز

- آستانه جمعیتی مناسب شهرستان کرج؛
- ترکیب جوان جمعیت؛
- اقلیم معتدل؛
- وسعت پوشش سبز؛
- کانون صنعتی غرب استان تهران؛
- زیرساخت‌های ارتباطی مناسب؛
- قرارگیری در موقعیت ارتباطی مناسب؛
- وجود مراکز آموزشی و پژوهشی (با مزیت نسبی کشاورزی و منابع طبیعی)؛
- بالا بودن ضریب مکانی فعالیت‌های کشاورزی و باغداری در شهرستان، (۲/۱۹) (مهندسان مشاور باوند، ۱۳۸۷)؛
- سهم بالاتر اراضی زراعی و به‌ویژه باغی شهرستان کرج نسبت به محدوده‌های اطراف (قرارگیری هشت درصد اراضی باغی و سه درصد از اراضی زراعی استان تهران در شهرستان کرج (در مقابل سهم ۷/۶ درصدی شهرستان از وسعت استان تهران)؛
- تولید دو درصد محصولات زراعی و هشت درصد محصولات باغی استان تهران در شهرستان کرج (بیشترین محصولات زراعی را نباتات علوفه‌ای، سبزیجات و غلات و بیشترین محصولات باغی را میوه‌های هسته‌دار، میوه‌های دانه‌دار و میوه‌های دانه‌ریز تشکیل می‌دهند)؛
- سهم بالای شهرستان کرج در تولید گوشت مرغ، تخم‌مرغ و آبزیان در استان تهران (اداره جهاد کشاورزی استان تهران، ۱۳۸۸)؛
- سهم بسیار بالای اراضی مناسب برای توسعه کشاورزی از اراضی شهرستان کرج (وزارت جهادکشاورزی، ۱۳۸۶).

محدودیت‌های توسعه مجتمع صنعتی سبز

- تقلیل سهم بخش کشاورزی در فعالیت‌های اقتصادی شهرستان از سه درصد در سال ۱۳۷۳ به ۱/۶ درصد در سال ۱۳۸۱؛
- روند عمده تغییر کاربرد زمین به سمت کاهش اراضی کشاورزی (زراعی و باغی) و افزایش کاربرد مسکونی و صنعتی؛
- بیلان آبی منفی شهرستان کرج (در صورت اجرای طرح‌های بازیافتی آب، ۱۵ میلیون متر مکعب آب بازیافتی به کشاورزی وارد خواهد شد)؛
- تضعیف فعالیت‌های کشاورزی و باغداری و تغییر کاربرد این اراضی به مسکونی؛
- کاهش آب‌دهی رودخانه کرج و پایین رفتن سطح آب سفره‌های زیرزمینی.

اعضای مجتمع صنعتی سبز شهرستان کرج

با توجه به قابلیت‌های و محدودیت‌های توسعه انواع مجتمع‌های صنعتی سبز در شهرستان کرج، به ویژه:

- ممنوعیت احداث واحدهای صنعتی جدید (جز صنایع غذایی) در شعاع ۱۲۰ کیلومتری تهران؛
- توصیه برنامه فرادست به توسعه صنایع مرتبط با کشاورزی و باغداری؛
- روند توسعه صنایع غذایی در شهرستان کرج؛
- امکان ارتقاء کارایی استفاده از آب و خاک و حفاظت از توان‌های زیست‌محیطی شهرستان کرج؛
- مزایای کشاورزی شهری شامل: کاهش فاصله تولید و مصرف و در نتیجه آن کاهش حمل‌ونقل و انبار محصولات که به کاهش تولید گازهای گلخانه‌ای منجر می‌شود، بهبود خرد اقلیم محلی، ایجاد تعادل میان دی‌اکسیدکربن تولیدی در شهرها با مصرف بخشی از آن در مزارع، ارتقاء تنوع‌زیستی، ایجاد مشاغل تازه و ساختارهای جدید برای توسعه اقتصادی؛

الگوهای عمومی مجتمع‌های صنعتی سبز معرفی شده در بند ۲-۳، مورد سنجش قرار گرفتند و با توجه به روش دستیابی به اهداف (که به صورت خلاصه در جدول شماره ۳ ارائه شده است) مجتمع صنعتی سبز کشاورزی به عنوان هدف اصلی جذب اعضای مجتمع در نظر گرفته شده‌است. با توجه به مطالعات صورت گرفته در مورد ترکیب بهینه اعضای مجتمع‌های صنعتی سبز (مبتنی بر جریانات کلی تبادل مواد، آب و انرژی)، اعضای بالقوه برای استقرار در یک مجتمع صنعتی سبز کشاورزی را تامین‌کنندگان تجهیزات، انرژی، مواد و خدمات، شرکت‌های نوآوری موادغذایی و توزیع آن، شرکت‌های استفاده‌کننده از مواد فرعی بخشی از سیستم و تولیدکنندگان موادغذایی به صورت متراکم تشکیل می‌دهند. بنابراین با توجه به قابلیت‌ها و محدودیت‌های شهرستان کرج، اعضای مجتمع صنعتی سبز این شهرستان شامل اعضای زیر می‌گردد:

- مجتمع تبدیل پسماند
- خوشه تولید متراکم مواد غذایی که شامل گلخانه‌ها و استخرهای پرورش آبزیان می‌شود
- خوشه فرآوری مواد غذایی که اعضای آن با توجه به نوع تولیدات مجتمع، فرآورندگان سبزی و صیفی‌جات نظیر کارخانه‌های تولید رب و سس گوجه‌فرنگی، فرآورندگان میوه و فرآورندگان آبزیان خواهند بود؛
- مزارع و باغات پشتیبان برای تامین بخشی از منابع تولید خوشه فرآوری مواد غذایی؛
- تصفیه‌خانه‌ی بی‌هوازی؛
- موسسات آموزشی که فن‌آوری‌های نوین تولید و آموزش‌های مربوط را در اختیار اعضای مجتمع قرار می‌دهند.

اندازه مجتمع صنعتی سبز کشاورزی شهرستان کرج

اندازه مجتمع صنعتی سبز شهرستان کرج برابر با مجموع نیاز به فضای خوشه صنعتی فرآوری موادغذایی و خوشه تولید متراکم مواد غذایی بوده و از طریق تقابل امکانات و محدودیت‌های توسعه‌ی هریک از خوشه‌های عضو کنترل شده‌است.

جدول شماره ۳: سنجش قابلیت انواع مجتمع‌های صنعتی سبز بر اساس اهداف

اهداف	زیست‌محیطی (۵)		اقتصادی (۲)		قانونی و نهادی (۵)		مجموع (∑)
	قابلیت‌ها (+)	محدودیت‌ها (-)	قابلیت‌ها (+)	محدودیت‌ها (-)	قابلیت‌ها (+)	محدودیت‌ها (-)	
مجتمع صنعتی سبز کشاورزی	- دسترسی به بازار تولید محصولات زراعی و به ویژه باغی شهرستان کرج و شهریار -اقلیم معتدل و مناسب برای کشاورزی -رتبه پایین تولیدات غذایی و کشاورزی در میان صنایع آلاینده محیط زیست -امکان حفظ و ارتقای کیفیت محیط زیست شهرستان از طریق توسعه فعالیت‌های کشاورزی -امکان بهبود خرد اقلیم محلی از طریق توسعه کشاورزی -ایجاد تعادل میان دی اکسید کربن تولیدی در سکونتگاهها و مصرف آن در مزارع	-بیلان منفی منابع آب در آبخیز تهران ـ کرج در وضع کنونی	-امکان توسعه تولیدات متراکم کشاورزی و مواد غذایی (ارتقاء سهم تولیدات غذایی متراکم شهرستان از سه درصد در استان تهران به ۱۰ تا ۱۲ درصد) -ضریب مکانی بالای تولیدات کشاورزی در محدوده حوزه شهری کرج ـ شهریار -دسترسی به بازار مصرف ۱۳ درصدی شهرستان کرج از تولیدات غذایی استان تهران -دسترسی نزدیک به بزرگترین بازار مصرف کشور (شهر تهران) روند افزایشی کسب مجوزهای صنایع غذایی -امکان کاهش فاصله محل تولید و مصرف مواد غذایی و در نتیجه آن کاهش حمل و نقل و انبار و کاهش تولید گازهای گلخانه‌ای	-سهم پایین شهرستان از مجموع تولیدات زراعی استان تهران (سه درصد) سهم پایین تولیدات متراکم غذایی شهرستان نسبت به استان تهران	-توصیه به سرمایه گذاری در صنایع پیشرفته و غیر آلاینده در شهرستان در برنامه های فرادست -توصیه به سرمایه گذاری در کشاورزی و باغداری پیشرفته در شهرستان در در برنامه های فرادست -توصیه به ترویج تولید صنعتی و کارگاهی دانش محور، مرتبط با کشاورزی و باغداری و فرآوری مواد غذایی پیشرفته در در برنامه های فرادست مستثنی شدن صنایع غذایی از ممنوعیت استقرار صنایع جدید در شعاع ۱۲۰ کیلومتری تهران		۵۱=۲+۱۰+۵+۰+۳۱
مجتمع صنعتی سبز بازیافت مواد	-امکان کاهش فشار به محیط زیست منطقه و پاکسازی محیط زیست از طریق بازیافت پسماندها -وجود شهر کرج با بیش از ۱/۳ میلیون نفر جمعیت به عنوان منبع متمرکز تولید پسماند و ایجاد امکان استفاده اقتصادی از پسماندها		-نزدیکی به بازار مصرف پسماندهای بازیافت شده شامل کود و کمپوست، انرژی و مواد بازیافتی -امکان ایجاد مشاغل جدید و کاهش وابستگی شغلی به شهر تهران از طریق توسعه مشاغل مرتبط با بازیافت مواد -عدم وجود سیستم یکپارچه جداسازی، جمع‌آوری و مدیریت پسماندها		-توصیه به ایجاد یک یا دو کانون متمرکز دفع و بازیافت زباله در برنامه های فرادست -توصیه به بازیافت زباله (به صورت کمپوست و دیگر مواد قابل بازیافت) و استفاده از انرژی تولیدی و دفع اصولی زایدات در برنامه های فرادست	-عدم وجود قوانین مربوط به هزینه‌های زیست محیطی در بهای تمام شده کالاها و غیر رقابتی شدن بعضی از تولیدات مربوط به مواد بازیافتی.	۵۰=۱۰+۶+۰+۱۰

مجتمع صنعتی سبز انرژی‌های تجدید پذیر	–قرارگیری کشور ایران در محدوده بسیار مناسب استفاده از انرژی‌های خورشیدی در جهان –کاهش هزینه‌های زیست محیطی از طریق کاهش مصرف انرژی‌های فسیلی	–هزینه‌های بالاتر تولید انرژی های تجدید پذیر در مقایسه با سوختهای فسیلی به ویژه در کشور ایران دوره بازگشت نسبتا طولانی سرمایه گذاری در تولید انرژی‌های تجدیدپذیر	–نزدیکی به شهر کرج به عنوان مصرف کننده بزرگ انرژی، کاهش فاصله میان تولید کنندگان انرژی و مصرف کنندگان و درنتیجه کاهش هزینه‌های انتقال و اتلاف انرژی –کاهش هزینه‌های توسعه شبکه و هزینه‌های متمرکز برای نیروگاه‌های فسیلی –وسعت دامنه مشاغل تبعی وابسته به انرژی‌های تجدید پذیر و امکان ایجاد مشاغل جدید	–حجم بالای سرمایه اولیه مورد نیاز برای توسعه مجتمع های انرژی های تجدید پذیر	–عدم وجود قوانین مربوط به هزینه‌های زیست محیطی در بهای تمام شده انرژی و غیر رقابتی شدن تولید انرژی های تجدیدپذیر	۵–۱۰+۵–۶+۱۰–۵
مجتمع صنعتی سبز نیروگاهی			–وجود نیروگاه تولید برق در شهرستان کرج –امکان ایجاد خوشه‌های کشاورزی و تولید مواد غذایی برای بهره‌گیری از مواد فرعی و پسماندهای نیروگاه		–ممنوعیت احداث صنایع جدید (جز صنایع غذایی) در شعاع ۱۲۰ کیلومتری شهر تهران	۵+۱۰–
مجتمع صنعتی سبز پتروشیمی	–امکان بهبود محیط زیست منطقه از طریق جایگزینی کارخانه های تولید کالاهای شیمیایی کنونی با مجتمع پتروشیمی سبز	–رتبه بالای تولیدات پتروشیمی در میان صنایع آلاینده	–نزدیکی به بزرگ ترین بازار مصرف کشور –سهم بالای تولیدات شیمیایی در صنایع کنونی شهرستان (دومین گروه عمده صنعتی شهرستان) –دسترسی به بازار کار متمرکز و متخصص	–دوری شهرستان کرج از منابع تولید نفت –هزینه های بالای تغییر فرایند تولید یا جابجایی کارخانه های تولید کالاهای شیمیایی	–ممنوعیت احداث واحدهای صنعتی جدید (جز صنایع غذایی) در شعاع ۱۲۰ کیلومتری تهران	۵–۱۰+۵–۱۰+۵–۵

منبع: نگارندگان، ۱۳۸۸

خوشه فرآوری موادغذایی

به منظور تخمین نیاز به فضای خوشه فرآوری موادغذایی، از برون‌یابی روند توسعه صنایع غذایی در شهرستان کرج در دوره‌های ۶۵ ـ ۱۳۵۵، ۷۵ ـ ۱۳۶۵ و ۸۵ ـ ۱۳۷۵ در کنار اندازه مجتمع‌های مشابه در تجارب سایر کشورها و نیز توصیه‌های سازمان توسعه صنعتی ملل متحد بهره گرفته شده است.

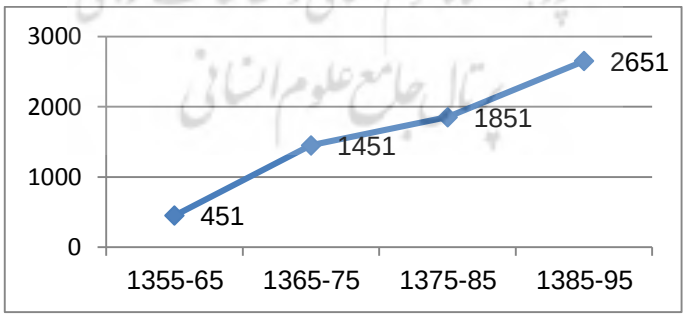
اندازه میانگین خوشه‌های فراوری مواد غذایی در کشورهای آسیایی بین ۲۰ تا ۱۰۰ هکتار متفاوت است (Anbumozhi, 2007). در توصیه‌های سازمان توسعه صنعتی ملل‌متحد، توصیه شده اندازه مجتمع‌های صنعتی بین ۴۰ تا ۸۰ هکتار در نظر گرفته‌شوند زیرا از سویی صرفه‌های مقیاس در سایت‌های با مساحت بالای ۵۰ هکتار اتفاق می‌افتد (برای مثال هزینه زیرساخت‌ها در هر هکتار در مساحت ۱۰ هکتار ۱۱۰۰۰۰ دلار، در ۲۵ هکتار ۵۶۰۰۰ دلار و در ۵۰ هکتار ۴۶۰۰۰ دلار خواهدبود) و از سوی دیگر مساحت‌های بالاتر باعث آلودگی‌های زیست‌محیطی خواهد شد (UNIDO,1997).

در طی دوره ۶۵ ـ ۱۳۵۵، در استان تهران ۶۱۵ مجوز تاسیس واحدهای صنعتی برای اشتغال ۴۱۵۹۷ نفر صادر شده که از این تعداد، ۵۲ مجوز با ۸۴۷۴ نفر اشتغال در شهرستان کرج بوده‌است. از مجموع مجوزهای صادره، ۱۱۶ مجوز با اشتغال ۶۶۶۹ نفر (۱۶ درصد اشتغال ایجادشده در صنعت) در بخش صنایع غذایی بوده‌است و سهم شهرستان کرج از این مجوزها، ۱۷ مجوز با اشتغال ۴۵۱ نفر بوده‌است (شش درصد اشتغال ایجاد شده در صنایع‌غذایی استان و پنج درصد مشاغل جدید صنعتی شهرستان کرج).

در دوره ۷۵ ـ ۱۳۶۵، تعداد مجوزهای صنعتی صادر شده در استان، ۱۲۱۰ مجوز با اشغال ۵۶۰۳۱ نفر بوده که از این تعداد، ۴۵۱ مجوز با اشتغال ۱۱۴۶۶ نفردر بخش صنایع غذایی بوده‌است. (۲۰ درصد اشتغال ایجاد شده در صنعت استان). در این دوره کل مجوزهای صادره در صنایع شهرستان کرج ۲۱۹ مجوز با اشتغال ۸۹۸۸ نفر (۱۶ درصد اشتغال ایجاد شده در صنعت استان) و مجوزهای صنایع غذایی شهرستان، ۷۲ مجوز با اشتغال ۱۴۵۱ نفر بوده‌است. (۱۲ درصد اشتغال ایجاد شده در صنایع غذایی استان و ۱۶ درصد اشتغال ایجاد شده در شهرستان کرج).

در دوره ۸۵ ـ ۱۳۷۵، کل تعداد مجوزهای صنعتی صادر شده در استان تهران، ۱۲۷۸ مجوز با اشتغال ۴۴۱۶۰ نفر و تعداد مجوزهای صنایع غذایی استان، ۴۴۸ مجوز با اشتغال ۱۱۴۸۴ نفر بوده‌است (۲۶ درصد کل اشتغال ایجاد شده در صنعت استان). در این دوره مجوزهای صادره در صنایع شهرستان کرج، ۵۵۸ مجوز با اشتغال ۲۰۱۱۹ نفر (۴۵ درصد کل اشتغال ایجاد شده در صنایع استان) و مجوزهای صادره در بخش صنایع غذایی شهرستان ۷۷ مجوز با اشتغال ۱۸۵۱ نفر بوده‌است (۱۶ درصد اشتغال ایجاد شده در صنایع‌غذایی استان و نه درصد اشتغال ایجاد شده در صنعت شهرستان کرج). ارقام فوق، نشانگر روند افزایشی سهم صنایع غذایی از صنعت استان، روند افزایشی سهم صنایع غذایی شهرستان کرج از صنایع غذایی استان و روند افزایشی ایجاد اشتغال در صنایع کشاورزی شهرستان کرج در مقابل روند کاهشی ایجاد اشتغال صنعتی در استان تهران می‌باشد.

با برون‌یابی روند ایجاد اشتغال در بخش صنایع‌غذایی شهرستان کرج، تعداد ایجاد مشاغل جدید در این بخش در شهرستان کرج در دوره ۹۸ ـ ۱۳۸۵، ۲۶۵۱ شغل بدست خواهد آمد (شکل شماره ۳).



شکل شماره ۳: برون‌یابی تمایل صدور مجوز در صنایع غذایی شهرستان کرج در سال‌های ۱۳۵۵-۱۳۹۵

منبع: نگارندگان بر اساس وزارت صنایع و معادن، ۱۳۸۸

از میان مجموع مشاغل بخش صنایع‌غذایی، ۱۸ درصد مشاغل به تولیدات گلخانه‌ای، پرورش آبزیان و تولیدات باغی مرتبط می‌باشد.

در سال ۱۳۸۵، ۲۱۷ واحد با اشتغال ۵۶۵۲ نفر در بخش صنایع‌غذایی شهرستان کرج فعالیت داشته‌اند (میانگین ۲۷ نفردر هر واحد) از میان این واحدها آمار مربوط به مساحت زمین ۱۷۴ شرکت موجود است که در مجموع

۲۱۳۹۶۳۳ مترمربع مساحت دارند. با حذف پنج شرکت بسیار بزرگ دارای مساحت بیش از ۵۰۰۰۰ مترمربع، میانگین مساحت واحدهای صنایع‌غذایی شهرستان ۴۸۰۳ مترمربع می‌باشد و بنابراین تراکم صنعتی خالص[۱] برابر با ۲۸۳ مترمربع به ازاء هر نفر شاغل خواهد بود.

بنابراین با فرض ایجاد ۴۴۷ شغل جدید در صنایع غذایی شهرستان در طی دوره ۹۵ ـ ۱۳۸۵، به حدود ۱۸ هکتار فضای جدید برای توسعه این صنایع نیاز خواهدبود. و با توجه به این که بنابر توصیه سازمان توسعه صنعتی ملل‌متحد، ۴۵ درصد زمین در مجتمع‌های صنعتی به اراضی صنعتی و ۵۵ درصد به معابر و سایر خدمات اختصاص می‌یابد، اندازه خوشه مورد نظر حدود ۴۰ هکتار خواهد بود که با اندازه توصیه‌شده توسط سازمان توسعه صنعتی ملل‌متحد و اندازه مجتمع‌های مشابه در کشورهای آسیایی نیز مطابقت دارد.

بنابر توصیه‌های سازمان توسعه صنعتی ملل متحد برای چنین خوشه‌ای تامین یک مگاوات برق در روز به ازی هر ۱۰ هکتار و ۴۰ تا ۸۰ مترمکعب آب (بسته به نوع صنایع و میزان تمرکز آن‌ها) در هر هکتار در روز ضروری خواهد بود (UNIDO,1997) و بنابراین خوشه مورد نظر نیازمند چهار مگاوات برق و بین ۱۶۰۰ تا ۳۲۰۰ متر مکعب آب در روز خواهد بود.

خوشه تولیدات غذایی متراکم

علاوه بر خوشه فرآوری موادغذایی و تولید انرژی از پسماند، مجتمع تولید متراکم موادغذایی نیز از اعضای مجتمع صنعتی سبز کشاورزی شهرستان کرج خواهدبود. بر اساس نتایج یک تحقیق در ایران، استقرار مجتمع‌های پرورش آبزیان در کنار مزارع و مراکز تولید گلخانه‌ای، کارایی نهاده‌های تولید را افزایش می‌دهد (خیاطی و مشعوفی، ۱۳۸۶). از سوی دیگر نزدیکی مجتمع‌های تولید متراکم موادغذایی و فراوری موادغذایی، ضمن کاهش هزینه‌های حمل‌ونقل، امکان تبادل آب، آب‌گرم، موادغذایی مورد نیاز خوشه فراوری موادغذایی، تولید مشترک انرژی از پسماندها و استفاده از کود ارگانیک و کمپوست را فراهم می‌سازد. همچنین توسعه کشت‌های گلخانه‌ای و متراکم، ضمن ارتقای کارایی مصرف آب از ۱۸۰۰۰ مترمکعب در هکتار در سال در مزارع به ۷۵۰۰ مترمکعب در گلخانه‌ها، باعث افزایش تولید تا ۱۰ برابر مزارع می‌گردد (دهقانی سانیچ و زارعی، ۱۳۸۶).

میانگین تولید محصول در هر هکتار کشت گلخانه‌ای در سال ۱۳۸۵ در این شهرستان ۲۱۰ تن در هکتار بوده‌است. در همین شدت فعالیت[۲] میانگین درونداد صنایع‌غذایی در شهرستان کرج، ۴۵۴ کیلوگرم محصول در هر مترمربع بوده‌است (وزارت صنایع‌ومعادن، ۱۳۸۸). بنابراین برای ایجاد تعادل میان خوشه تولیدات متراکم غذایی و خوشه فرآوری موادغذایی، به ۱۳۲ هکتار زمین برای تولیدات غذایی نیاز خواهد بود. براساس آمارها، به ازای هر هکتار مجتمع گلخانه‌ای، ۲۲ نفر (۲۰ کارگر و ۲ متخصص) اشتغال می‌یابند (افشار، ۱۳۸۱). بنابراین خوشه تولیدات متراکم مواد غذایی حدود ۱۳۲ هکتار مساحت خواهد داشت و روزانه نیازمند حدود ۲۷۰۰ متر مکعب آب خواهد بود و برای حدود ۲۹۰۰ نفر شغل ایجاد خواهد کرد.

---

[۱]– تعداد شاغلین صنعتی/ سطح ساختمان های صنعتی (دانشپور، ۱۳۸۶)

[۲]– برونداد/ واحد سطح

خلاصه مشخصات مجتمع صنعتی سبز کشاورزی شهرستان کرج به صورت جدول شماره ۴ می‌باشد.

در مجتمع صنعتی سبز کشاورزی برنامه‌ریزی شده، عنصر اصلی در تبادل، مجتمع تبدیل پسماندها خواهدبود که خروجی‌های آن شامل کودهای ارگانیک، کمپوست، برق، آب گرم، بخار آب و غذای حیوانات به عنوان درونداد سایر اعضای مجتمع مورد استفاده قرار می‌گیرد. جدا از پسماندهای کشاورزی و صنایع‌غذایی، چنین مجتمعی می‌تواند پسماندهای شهری را نیز مورد استفاده قرار دهد. دومین عنصر اساسی در این مجتمع، تصفیه‌خانه آب است که برای بازیافت آب خوشه صنایع غذایی و فاضلاب شهری می‌تواند به کار گرفته‌شود.

در این مجتمع، از میان اعضای بالقوه یک مجتمع صنعتی سبز کشاورزی، با توجه به آلایندگی فعالیت‌های مرغداری و دامپروری، مجتمع پرورش دام و طیور حذف می‌شود و اعضا به صورت زیر می‌باشند:

مجتمع تبدیل پسماند که شامل منبع ذخیره پسماندها، کارخانه تولید کمپوست و کودهای ارگانیک، منبع ذخیره بیوگاز، منبع ذخیره فاضلاب و ژنراتور برق می‌باشد و در صورت استفاده از پسماندهای شهری کرج می‌تواند تا ۷۴ mw/h برق تولید کند. گزینه دیگر تولید برق مجتمع، استفاده از تولید همزمان برق و حرارت با استفاده از گاز طبیعی است که امکان‌سنجی ایجاد آن در شهرک‌های صنعتی سپیدان فارس و علی‌آباد در استان گلستان، نشان می‌دهد که استفاده از چنین سیستمی، ضمن ارتقاء بهره‌وری انرژی از ۳۶٪ در نیروگاه‌های حرارتی کنونی به ۹۰٪، می‌تواند از نظر اقتصادی نیز مقرون به‌صرفه باشد (شرکت مهندسی مشاور نیروی خراسان، ۱۳۸۷).

تصفیه‌خانه‌ی بی‌هوازی که با استفاده از نیروی الکتریسیته دریافتی از مجتمع تبدیل پسماند و یا مجتمع تولید همزمان برق و حرارت، فاضلاب‌های شهری و فاضلاب‌های تولیدی در خوشه تولید موادغذایی را تصفیه می‌کند و آب بازیافتی می‌تواند در گلخانه‌ها، مزارع پرورش آبزیان و مزارع به‌کار گرفته‌شود.

جدول شماره ۴: خلاصه مشخصات مجتمع صنعتی سبز کشاورزی شهرستان کرج

اعضای مجتمع	اندازه	تعداد کارگر	آب مورد نیاز روزانه (مترمکعب)	برق مورد نیاز روزانه
خوشه فرآوری مواد غذایی	۴۰ هکتار	۴۴۷ نفر	بین ۱۶۰۰ تا ۳۲۰۰	۴ مگاوات
خوشه تولیدات متراکم مواد غذایی	۱۳۲ هکتار	۲۹۰۰نفر	۲۷۰۰ متر مکعب در روز	–
مجتمع بازیافت پسماند	بسته به میزان پسماند بازیافتی	بسته به میزان پسماند بازیافتی	–	–
کل	حداقل ۱۷۲ هکتار	حداقل ۲۳۴۷ نفر	بین ۴۳۰۰ تا ۵۹۰۰	

منبع: نگارندگان

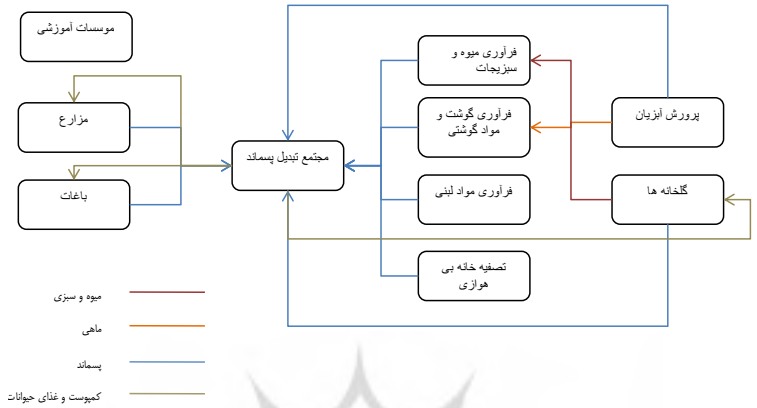
خوشه تولید متراکم موادغذایی شامل گلخانه‌ها و استخرهای پرورش آبزیان می‌شود. محصول عمده گلخانه‌ها با توجه به تولیدات کنونی گلخانه‌های استان تهران، سبزی و صیفی‌جات خواهدبود که در کارخانه‌های فرآوری میوه و سبزیجات به کار گرفته‌می‌شوند. مطالعات نشان داده‌است که میزان بهره‌وری عوامل تولید در مزارع دو منظوره تولید محصولات گلخانه‌ای در کنار پرورش آبزیان بیشتر خواهدبود (خیاطی و مشعوفی، ۱۳۸۶) با توجه به این مطلب، در کنار گلخانه‌ها، پرورش آبزیان نیز از دیگر اعضای مجتمع خواهندبود.

خوشه فرآوری موادغذایی که اعضای آن با توجه به نوع تولیدات مجتمع، فرآورندگان سبزی و صیفی‌جات نظیر کارخانه‌های تولید رب و سس گوجه‌فرنگی، فرآورندگان میوه و فرآورندگان آبزیان خواهندبود. فرآیند فرآوری موادغذایی، نیازمند آب گرم و بخار آب است که از طریق مجتمع تبدیل پسماند و یا کارخانه تولید مشترک برق و

حرارت تامین می‌شود و پسماندهای مایع مجتمع (شامل فاضلاب با "ب ا دی (BOD)" بالا) در تصفیه‌خانه، تصفیه می‌شود و پسماندهای جامد برای تولید کمپوست به مجتمع تبدیل پسماند وارد می‌شوند.

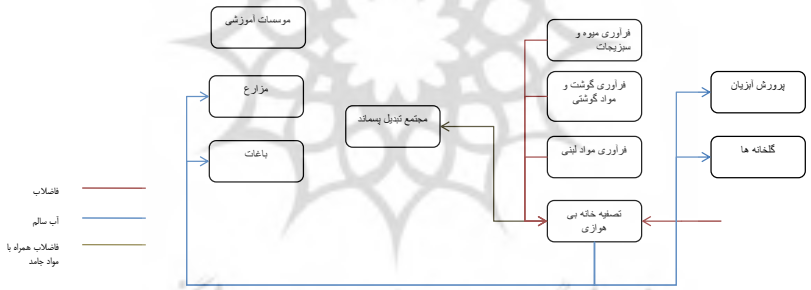
موسسات آموزشی که فن‌آوری‌های نوین تولید و آموزش‌های مربوط را در اختیار اعضای مجتمع قرار می‌دهد.

مزارع و باغات پشتیبان برای تامین بخشی از منابع تولید خوشه فرآوری مواد غذایی جریانات بالقوه مواد، آب و انرژی به منظور به حداکثر رساندن کارایی به صورت شکل‌های شماره ۴ تا ۶ خواهدبود.

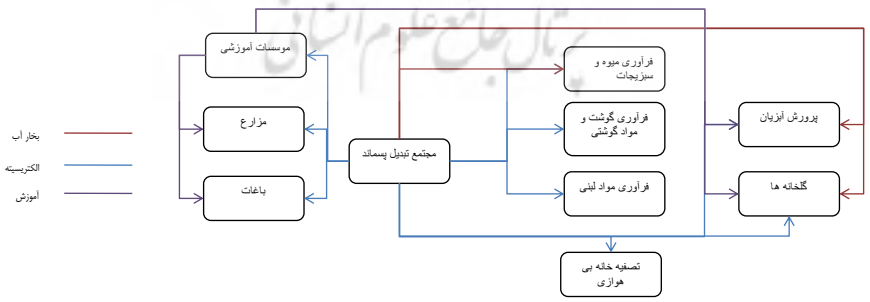


شکل شماره ۴- جریانات بالقوه مواد در مجتمع صنعتی سبز کشاورزی شهرستان کرج

منبع: نگارندگان



شکل شماره ۵- جریانات بالقوه آب در مجتمع صنعتی سبز کشاورزی شهرستان کرج منبع: نگارندگان



شکل شماره ۶- جریانات بالقوه انرژی در مجتمع صنعتی سبز کشاورزی شهرستان کرج

منبع: نگارندگان

نتیجه‌گیری

در حالی‌که فرایند صنعتی شدن رفاه و توسعه را برای کشورها به ارمغان آورده، اما جنبه‌های دیگری نیز با خود به همراه داشته‌است. یکی از این جنبه‌ها، تولید آلودگی‌هایی بوده که امروزه سلامت و حیات بشر را به مخاطره انداخته

و از سوی دیگر، بهره‌برداری از منابع زمین را به نحو لجام گسیخته‌ای افـزایش داده‌اسـت. مواجهـه بـا اثـرات منفـی اقتصاد مبتنی بر تولید و مصرف انبوه و ظهور مفاهیمی نظیر تولید پاکیزه، بوم شناسی صنعتی و مشاغل سبز، زمینه‌ساز شکل‌گیری مفهوم جدیدی به نام مجتمع‌های صنعتی سبز گردیده و بسیاری از کشورها آن را به‌عنـوان ابـزاری بـرای تحقق پارادایم توسعه پایدار تصدیق نموده‌اند.

پژوهش حاضر با هدف "برنامه‌ریزی یک مجتمع صنعتی سبز متناسـب بـا ویژگـی‌هـا، امکانـات و محـدودیت‌هـای شهرستان کرج" انجام گرفته و از میان انواع مجتمع‌های صنعتی سبز در ترکیب‌های بهینه هـم‌نشـینی صـنایع (شـامل: مجتمع صنعتی سبز کشاورزی، مجتمع صنعتی سبز بازیافت مواد، مجتمع صنعتی سبز انرژی‌های تجدیدپذیر، مجتمـع صنعتی سبز نیروگاهی و مجتمع صنعتی سبز پتروشیمی) بر اساس بررسی قابلیت‌ها و محدودیت‌های هریـک از ایـن انواع و با توجه به ممنوعیت احداث واحدهای صنعتی جدید (جز صنایع غـذایی) در شـعاع ۱۲۰ کیلـومتری تهـران؛ توصیه برنامه فرادست به توسعه صنایع مرتبط با کشاورزی و باغداری؛ روند توسعه صنایع غذایی در شهرستان کرج؛ حفاظت از توان‌های زیست‌محیطی شهرستان و امکان ارتقا کارآیی منابع آب آن و مزایای کشاورزی شهری، احـداث یک مجتمع صنعتی سبز کشاورزی را شامل مجتمع تبدیل پسماند، خوشه فرآوری مواد غذایی، خوشـه تولیدکننـدگان متراکم موادغذایی، مزارع و باغات پشتیبان و موسسات آموزشی پیشنهاد کرده‌است. ایـن مجتمـع مـی‌توانـد از طریـق ایجاد تبادل آب بازیافتی میان تصفیه‌خانه و گلخانه‌هـا و مـزارع پـرورش آبزیـان، تبـادل میـوه و مـواد غـذایی خـام، پسماندها و کمپوست میان مزارع، مجتمع تبدیل پسماند و گلخانه‌ها و انتقال بخـار آب از مجتمـع تبـدیل پسـماند و کارخانه‌های فرآوری مواد غذایی به گلخانه‌ها و مزارع پرورش مـاهی و نیـز انتقـال بـرق تولیـدی از مجتمـع تبـدیل پسماند به کارخانه‌های فرآوری مواد غذایی، گلخانه‌ها و مزارع پرورش ماهی به بسته شدن اکوسیستم صـنعتی کمـک کند و نیز با گسترش کشاورزی شهری، به کاهش حمل‌ونقل و انبار محصولات و کاهش تولیـد گازهـای گلخانـه‌ای، بهبود خرداقلیم‌محلی، ایجاد تعادل میان دی‌اکسیدکربن تولیدی در شهرها با مصـرف بخشـی از آن در مـزارع، ارتقـاء تنوع‌زیستی، ایجادمشاغل‌تازه و ساختارهای جدید برای توسعه اقتصادی و در نتیجه بهبود محیط زیست شهری کمک کند.

با وجود مزایای برشمرده، توجه به این نکته ضروری است که اگرچه مجتمـع‌هـای صـنعتی سـبز مـی‌تواننـد مزایـای زیست‌محیطی، اجتماعی و اقتصادی فراوانی داشته‌باشند و ابزاری برای توسـعه پایـدار صـنعتی بـه شـمار آینـد، امـا موضوع برنامه‌ریزی متمرکز و نیز همکاری مداوم میان دولت، بخش خصوصی و نهادهای علمی و دانشـگاهی کـه از الزامات موفقیت چنین مجتمع‌هایی هستند همچنان مورد بحث می‌باشند به نحـوی کـه برخـی از کشـورها بـه جـای رویکرد متمرکز مجتمع‌های صنعتی سبز، رویکرد بوم‌شناسی صنعتی را کـه دارای انعطـاف بیشـتر بـوده و بـر تمرکـز جغرافیایی اعضا تاکید نمی‌کند به عنوان یک راه‌حل جایگزین انتخاب کرده‌اند. با توجه بـه ایـن موضـوع، بـه منظـور موفقیت برنامه‌ریزی یک مجتمع صنعتی سبز، توجه به موارد زیر ضروری است:

- همکاری مداوم میان دولت، صاحبان صنایع، بانک‌ها، نهادهای عمومی و دانشگاه‌ها؛
- اعتماد میان اعضای مجتمع و نیز اعضا و مدیریت مجتمع برای تداوم فعالیت اقتصادی اعضا؛

- نقش مهم دولت به‌ویژه در مراحل ابتدایی پروژه در زمینه: تدوین قوانین زیست‌محیطی مناسب، پرداخت تسهیلات و حمایت‌های قانونی؛
- افزایش حساسیت و آگاهی‌های عمومی به ویژه در زمینه مسائل زیست‌محیطی.

منابع

اداره جهاد کشاورزی استان تهران (۱۳۸۸). خلاصه اطلاعات تولیدات کشاورزی شهرستان کرج در سال ۱۳۸۶. سایت اینترنتی اداره جهاد کشاورزی استان تهران (www.tehran.agri-jahad.ir).

خیاطی، مهدی و مشعوفی، محمد (۱۳۸۶). اندازه گیری و تحلیل بهره‌وری کل عوامل تولید در مزارع پرورش ماهی، مطالعه موردی: مزارع گرمابی و سردابی استان گیلان. اقتصاد کشاورزی و توسعه، تهران: شماره ۵۹.

دهقانی سانیچ، حسین و زارعی، قاسم (۱۳۸۶۶). بررسی مدیریت آبیاری و کارایی مصرف آب در گلخانه‌ها، مسائل و چالش‌ها، تهران: اولین کارگاه فنی ارتقاء کارایی مصرف آب با کشت محصولات گلخانه‌ای.

شرکت مهندسی مشاور نیروی خراسان (منیران) (۱۳۸۷). امکان سنجی تولید محلی برق در شهرک صنعتی سپیدان استان فارس. تهران: وزارت نیرو- دفتر خصوصی‌سازی صنعت برق ایران.

مهندسان مشاور باوند (۱۳۸۷). برنامه راهبردی و طرح ساختاری (جامع) حوزه شهری کرج- شهریار سطح یک: مقیاس حوزه شهری. تهران.

وزارت جهاد کشاورزی (۱۳۸۶). آمارنامه کشاورزی استان تهران، تهران.

وزارت صنایع و معادن (۱۳۸۸).آمار واحدهای صنعتی کشور، تهران: دفتر آمار و اطلاع‌رسانی وزارت صنایع و معادن.

Anbumozhi, V. (2007). Eco-Industrial Clusters in Urban-Rural Fringe AreasInstitute fo .r Global Environmental Strategies - Kansai Research Centre.

Bringezu, Stefan and Moriguchi, Yuichi (2001). Material flow analysis in Ayres, Robert U. and Ayres, Leslie W. (2001): A Handbook of Industrial Ecology, UK: Edward Elgar.

El Haggar, Salah M. (2007). Sustainable Industrial Design and Waste Management. United States of America:Elsevier Academic Press.

Fleig, Anja-Katrin (2000). Eco-Industrial Parks A Strategy towards Industrial Ecology in Developing and Newly Industrialized Countries. Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (GTZ) GmbH.

Grant, Gabriel (2006). Information Technology for Industrial symbiosis Birmingham:Yale school of Forestry and Environmental Studies.

Heeres, R.R. and Vermeulen. W.J.V and Walle, F.B. de (2004). Eco-industrial park initiatives in the USA and the Netherlands: first lessons. Journal of Cleaner Production, no.12.

Hodge, Matthew M. (2007). Quantifying Potential Industrial Symbiosis: A Case Study of Brick Manufacturing. Submitted for the Engineering Systems Divisions in Partial Fulfillment of the Requirements for the Degree of Master of Science in Technology and Policy, Massachusetts Institute of Technology.

Industrial Economics Incorporated Cambridge (1998). Applying Decision Support Tools for Eco-Industrial Park Planning, A case study in Burlington, Vermont. Office of Policy, Planning and Evaluation, U.S: Environmental Protection Agency, United States of America.

Lambert, A.J.D. and Boons, F.A. (2002). Eco-industrial parks: stimulating sustainable development in mixed industrial parks. Journal of Technovation, no.22.

Lifset, Reid and Graedel, Thomas E. (2001). Industrial ecology: goals and definitions in Ayres, Robert U. and Ayres, Leslie W. (2001): A Handbook of Industrial Ecology, UK: Edward Elgar.

Lowe, Ernest (a) (2001). Eco-industrial Park Handbook for Asian Developing Countries. Report to Asian Development Bank, Vol.1.

Lowe, Ernest (b) (2001). Eco-industrial Park Handbook for Asian Developing Countries. Report to Asian Development Bank, Vol.2.

Lowe, Ernest (c) (2001). Eco-industrial Park Handbook for AsianDeveloping Countries. Report to Asian Development Bank, Vol.5.

Mirata, Murat and Pearce, Richard (2006). Industrial symbiosis in the UK, in Green, Ken (2006): Industrial Ecology and Spaces of Innovation, Edward Elgar Publishing, Inc.

Potts Carr, Audra J. (1998) .Choctaw Eco-Industrial Park: an ecological approach to industrial land-use planning and design, Journal of Landscape and Urban Planning, no.42.

Stano, Joseph (2008). Finding Common Ground: Using Water and Heat Optimization to Facilitate Eco-Industrial Development, A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements for the Degree of Master of Applied Science, Vancouver: the University of British Columbia.

Haes, Udo de, Helias A. (2001). Industrial ecology and life cycle assessment in Ayres, Robert U. and Ayres, Leslie W. (2001). A Handbook of Industrial Ecology. UK: Edward Elgar.

United Nations Industrial Development Organization (UNIDO) (1997). Industrial Estates Principals and Practices, UNIDO.

Veiga, Lilian and Bechara, Elabras and Magrini, Alessandra (2009). Eco-industrial park development in Rio de Janeiro, Brazil: a tool for sustainable development, Journal of Cleaner Production.

White, Robert M. (1994). The Greening of Industrial Ecosystems Washington, D.C :National Academy of Engineering

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی