

بازیافت ضایعات کشاورزی در ایران: کنکاشی آماری پیرامون دو دهه فعالیت

سعید مینائی^۱، سیدمتین مرتضوی^{۲*} و علی صائبی^۳

^۱مدیر قطب علمی مهندسی بازیافت و کاهش ضایعات محصولات کشاورزی، تهران، ایران

^۲دانشجوی دکتری مهندسی مکانیک بیوسیستم دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران

^۳دانشجوی دکتری مهندسی مکانیک بیوسیستم دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران

چکیده

میزان ضایعات کشاورزی در ایران ۲۵ برابر کشورهای پیشرفته دنیا است. از جمله راهکارها برای مواجهه با ضایعات و پسماندهای کشاورزی، تلاش برای تولید مواد با ارزش افزوده بیشتر از آنها است. در این مقاله، آمار فعالیت‌های پژوهشی منتشرشده در ایران برای ایجاد فناوری بازیافت ضایعات کشاورزی طی دو دهه اخیر ارائه شده است. در حدود ۳۰۰۰ سند (پایان‌نامه‌ها، طرح‌های پژوهشی، مقاله‌های مجلات و همایش‌ها) در زمینه فرآورده‌های بازیافتی حاصل از ضایعات کشاورزی در بازه سال‌های ۱۳۸۰ تا ۱۴۰۱، بررسی شده است. حوزه «سوخت و انرژی» با ۴۸ درصد و حوزه «کود و کمپوست» با ۱۶ درصد، بیشترین سهم بررسی‌ها را به خود اختصاص داده‌اند. حوزه‌های «مواد صنعتی شیمیایی» و «مواد دارویی و بهداشتی»، علی‌رغم اهمیت و ارزش افزوده آنها، کمترین سهم را در اسناد بررسی شده دارند. سهم تمامی مطالعات یافت‌شده در این دو مقوله، از حوزه «کود و کمپوست» نیز کمتر است. تولید مکمل‌های پروبیوتیک (حوزه مواد دارویی و بهداشتی)، تانن، فورفورال و بیوپلیمر (حوزه مواد صنعتی شیمیایی)، استخراج رنگدانه‌ها (حوزه مواد خوراکی) و تولید نئوپان (صنایع سلولزی)، می‌توانند در مطالعات آینده، بیشتر مورد توجه قرار گیرند.

واژگان کلیدی: آمار توصیفی، پسماند، سوخت و انرژی، ضایعات کشاورزی، کود و کمپوست، مهندسی بازیافت



بیان مسئله

تلفات و پسماندهای حاصل از فعالیتهای متنوع تولیدی در بخش کشاورزی از قبیل کاشت، داشت، برداشت و فرآوری محصولات مزرعهای، باغستانها و تاکستانها، تولیدات دام و طیور، کشتارگاهها، شیلات و غیره را می‌توان ضایعات کشاورزی نامید (رازقی و صدیقی، ۱۳۹۷). همه‌ساله بخش عمده‌ای از تولیدات کشاورزی کشورهای در حال توسعه، به علت ضایعات از چرخه مصرف خارج می‌شود. آمارها و برآوردهای داخل کشور نشان از میزان ضایعات ۲۵ تا ۳۰ درصدی محصولات کشاورزی از مرحله کشت در مزرعه تا مصرف خانوارها دارد. از دلایل بروز ضایعات کشاورزی در ایران می‌توان به نبود الگوی کشت مناسب، عدم آموزش کشاورزان، غیرمکانیزه‌بودن کشاورزی، به‌کارگیری ماشین‌آلات کشاورزی فرسوده، عدم توجه به صنایع تبدیلی و تکمیلی، عدم وجود امکانات مناسب انبارداری در بسیاری نقاط و عدم برنامه‌ریزی در زمینه صادرات اشاره کرد. عدم رعایت اصول نگهداری محصولات کشاورزی در طول زنجیره سرد (اعم از انبارمانی و حمل و نقل) در مراحل پس از برداشت، نیز از گلوگاه‌هایی است که موجب افزایش معنی‌دار تلفات مواد خوراکی فاسدشدنی می‌شود.

از منظر اقتصادی، هدررفت منابع آب و خاک، آفت کمی و کیفی محصول، افزایش نیاز به واردات و کاهش درآمد و تهدید موقعیت شغلی کشاورزان، از مهم‌ترین خسارت‌هایی است که ضایعات و پسماندهای کشاورزی می‌توانند به اقتصاد کشور وارد کنند (ایزدی و حیاتی، ۱۳۹۲). از طرفی، تلفات محصولات کشاورزی موجب تخریب محیط زیست نیز می‌شود. دفن، سوزاندن و رهاکردن ضایعات و پسماندهای کشاورزی، از جمله معضلات زیست‌محیطی کشور محسوب می‌شود که می‌تواند هر سه عنصر آب، خاک و هوا را در معرض خطر قرار دهد (خسروانی و همکاران، ۱۳۹۳). از این رو، اقدام برای بازیافت ضایعات محصولات کشاورزی و استفاده مجدد از آنها، از جمله راهکارهای مدیریتی است که از اوایل دهه ۸۰ به‌طور جدی مورد توجه قرار گرفته است. در کشور ایران مطالعات متعددی در زمینه بازیافت ضایعات کشاورزی و دامی به‌منظور تولید مواد با ارزش افزوده بیشتر انجام شده است. در این مقاله، شمار مطالعات انجام‌شده در ایران برای ایجاد فناوری بازیافت ضایعات کشاورزی طی دو دهه گذشته ارائه می‌شود. چنین آماری می‌تواند توزیع موضوعی بررسی‌های انجام‌شده در حوزه‌های مختلف بازیافت ضایعات محصولات کشاورزی را مشخص کند. در این صورت، دستگاه‌های اجرایی، سیاستگذاران و فعالان حوزه بازیافت ضایعات محصولات کشاورزی آگاه خواهند شد که در چه زمینه‌هایی بررسی‌های مکفی انجام شده و می‌توان بدون نیاز به هزینه‌کردن برای پژوهش‌های جدید، از نتایج مطالعات موجود بهره‌برد. این آمار همچنین می‌تواند مسیر پژوهش‌های آینده را به سمت آن حوزه یا حوزه‌های احتمالی که دارای اهمیت و ارزش افزوده بالا هستند، اما مطالعات کمتری در آنها صورت گرفته، هدایت کند. این آمار برای کارشناسان و پژوهشگران فعال در زمینه مهندسی بازیافت قابل استفاده بوده تا حوزه‌هایی که از منظر مطالعاتی دچار ضعف هستند را برای تعریف موضوعات جدید در فعالیتهای پژوهشی انتخاب و اجراء کنند.

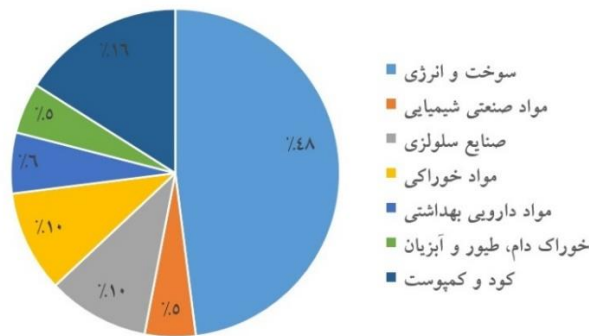
معرفی دستورالعمل

سوخت و انرژی، مواد شیمیایی و صنعتی، مواد سلولزی (از تولید خمیر کاغذ، نئوپان و تخته فیر گرفته تا تولید پروفیل‌های کامپوزیتی)، مواد خوراکی، مواد دارویی و بهداشتی (تولید آنتی‌اکسیدان‌ها، مواد اولیه صنایع آرایشی بهداشتی و مکمل‌های پروبیوتیک)، خوراک دام، طیور و آبزیان و کود و کمپوست از حوزه‌های اصلی فرآورده‌های بازیافتی از ضایعات تولیدات کشاورزی هستند (شکرانی و همکاران، ۱۳۹۰). جزئیات مربوط به سهم هر یک از این گروه‌ها و اسناد یافت‌شده برای آنها در جدول ۱ نشان داده شده است. حوزه‌های سوخت و انرژی و کود و کمپوست به ترتیب با ۴۸ و ۱۶ درصد از کل اسناد یافت‌شده، بزرگترین سهم را در مطالعات مربوط به فرآورده‌های بازیافتی از ضایعات محصولات کشاورزی دارند. حوزه‌های مواد خوراکی و صنایع سلولزی نیز هر یک ۱۰ درصد از کل اسناد یافت‌شده را به خود اختصاص می‌دهند (شکل ۱). تأکید می‌شود که این آمار، منعکس‌کننده شمار مطالعات انجام‌شده است و میزان ضایعات در هر حوزه یا مقادیر فرآورده بازیافتی را نشان نمی‌دهد. آمار مشخصی از این مقادیر در ایران در دسترس نیست.

در ادامه، سهم اسناد موجود در هر یک از حوزه‌های مذکور بیان شده است. به دلیل ماهیت ترویجی مجله (که به لحاظ شمار مراجع قابل استناد دارای محدودیت است)، برای هر حوزه به معرفی برخی از عناوین مطالعات مرتبط اکتفا شده است. در بعضی موارد نیز جدیدترین پژوهش یافت‌شده ارجاع داده شده است.

جدول ۱- شمار انواع اسناد یافت‌شده برای هر حوزه فرآورده بازیافتی

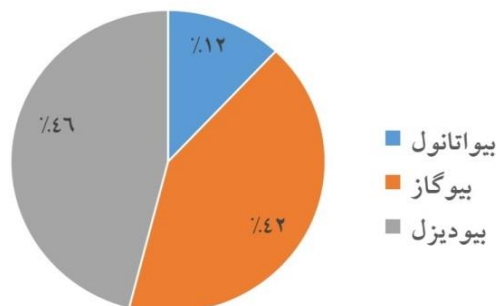
حوزه فرآورده بازیافتی	پایان‌نامه / پیشنهاد	طرح/ پروژه پژوهشی	مقاله ژورنال	مقاله همایش	جمع
سوخت و انرژی	۵۱۸	۳۹	۴۸۲	۳۵۷	۱۳۹۶
مواد شیمیایی صنعتی	۶۲	۱۶	۳۸	۱۷	۱۳۳
صنایع سلولزی	۱۴۰	۲۷	۸۸	۴۸	۳۰۳
مواد خوراکی	۱۰۸	۴۶	۷۹	۴۲	۲۷۵
مواد دارویی بهداشتی	۱۰۶	۲۴	۳۸	۱۹	۱۸۷
خوراک دام، طیور و آبزیان	۷۴	۳۲	۲۱	۱۰	۱۳۷
کود و کمپوست	۲۴۸	۷۶	۶۶	۵۹	۴۴۹
جمع	۱۲۵۶	۲۶۰	۸۱۲	۵۵۲	۲۸۸۰



شکل ۱- سهم حوزه‌های مختلف فرآورده‌های بازیافتی در مطالعات مربوط به بازیابی ضایعات محصولات کشاورزی

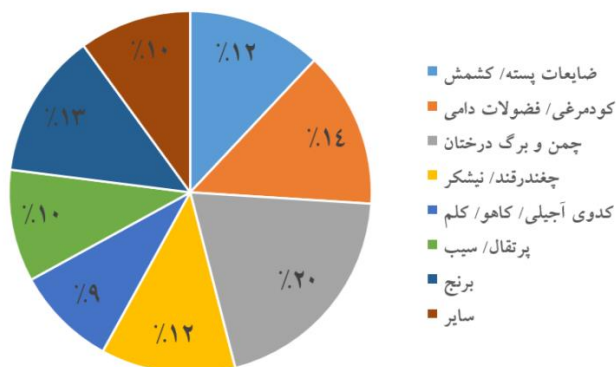
حوزه سوخت و انرژی

سوخت‌های زیستی، آلودگی کمتری نسبت به سوخت‌های فسیلی دارند. انرژی حاصل از منابع زیست‌توده می‌تواند به عنوان جایگزین سوخت‌های تجدیدناپذیر فسیلی استفاده شود. ایران دارای منابع خوبی برای تولید سوخت‌های زیستی است (قبادیان و همکاران، ۱۳۸۸). بیواتانول، بیوگاز و بیودیزل از فرآورده‌های تولیدی مهم حاصل از بازیافت ضایعات کشاورزی در حوزه سوخت و انرژی هستند (شکرانی و همکاران، ۱۳۹۰). تولید بیودیزل با ۴۶ درصد و بیوگاز با ۴۲ درصد، بیشترین سهم را در مطالعات این حوزه دارند (شکل ۲). در زمینه بیوگاز، حدود نیمی از اسناد بررسی‌شده به تولید بیوگاز از چمن و برگ درختان، کود مرغی و فضولات دامی و ضایعات چغندرقتد و نیشکر اختصاص دارد (شکل ۳). از عناوین پژوهش‌ها در این زمینه می‌توان به تولید بیوگاز از فضولات دامی در مناطق با شرایط آب و هوایی سرد، بهینه‌سازی و پتانسیل‌سنجی تولید بیوگاز از تفاله‌های عصاره‌گیری سیب و مقایسه تولید بیوگاز از بقایای کلزا و گندم در ترکیب با کود دامی اشاره کرد. بهینه‌سازی و بهره‌برداری دستگاه هاضم بی‌هوازی با هدف تولید بیوگاز از جدیدترین طرح‌های پژوهشی در خصوص بیوگاز است (قنواتی و همکاران، ۱۴۰۰).



شکل ۲- مطالعات انجام‌شده در زمینه بازیافت ضایعات محصولات کشاورزی در حوزه سوخت و انرژی

بازیافت ضایعات کشاورزی در ایران ... / سعید مینایی، سیدمتین مرتضوی و علی صائبی

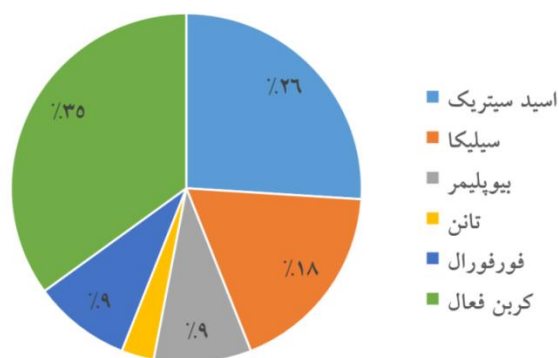


شکل ۳- منشاء ضایعات برای تولید بیوگاز

برخی مطالعات از جمله، بررسی پتانسیل تولید برق از ضایعات نیشکر نیز در زمینه تولید برق بوده است. بر طبق این مطالعه، مجموع پتانسیل اسمی تولید برق از ضایعات مزرعه‌ای و باگاس در یک سال زراعی، بیش از ۲۳۰۰ گیگاوات ساعت است (فیروزی و همکاران، ۱۳۸۸). لازم به ذکر است که شمار مطالعات انجام‌شده در زمینه تولید برق در مقایسه با سایر زمینه‌ها، بسیار اندک است.

حوزه مواد صنعتی شیمیایی

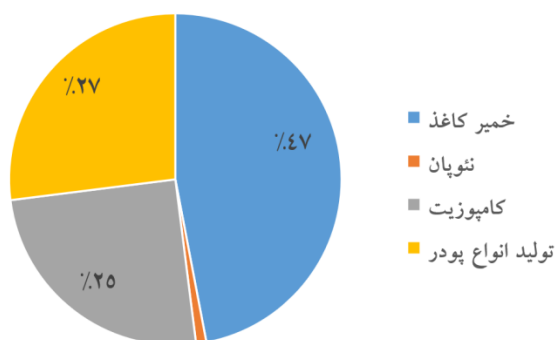
مطالعات در زمینه تولید مواد صنعتی شیمیایی از بازیافت ضایعات محصولات کشاورزی، کمترین سهم را در میان اسناد بررسی شده به خود اختصاص داده است. سیتریک اسید، سیلیکا، بیوپلیمر، فورفورال، تانن و کربن فعال از فرآورده‌های عمده تولیدی از بازیافت ضایعات محصولات کشاورزی در این حوزه بودند. ۳۵ درصد مطالعات انجام‌شده به تولید کربن فعال از هسته خرما، پوست گردو، هسته سخت میوه‌ها، ضایعات سیب و ضایعات ذرت اختصاص دارد (شکل ۴). کربن فعال تقریباً از زائدات کلیه محصولات غنی از لیگنین یا سلولز، قابل استخراج است. کربن فعال به عنوان جاذب بو، رنگ، رطوبت و ماده فعال و متخلخل سطحی برای انجام بسیاری از واکنش‌های آلی و معدنی کاربرد دارد (شکرانی و همکاران، ۱۳۹۰). حذف فلئوئور از آب آشامیدنی شبکه آبرسانی شهر زابل به روش جذب با کربن فعال حاصل از هسته خرما، تولید کربن فعال از پسماند هسته‌های سخت میوه‌ها و بررسی فاکتورهای فرآیندی بر کیفیت عصاره تصفیه‌شده با آن، نمونه‌هایی از مطالعات در زمینه کربن فعال بودند. تولید سیتریک اسید و سیلیکا از ضایعات کشاورزی نیز به ترتیب با ۲۶ و ۱۸ درصد، سهم قابل توجهی را به خود اختصاص داده‌اند (شکل ۴). در یکی از جدیدترین مطالعات، سیتریک اسید از ضایعات لیموترش به روش تخمیر جامد تولید شده است (اربابی، ۱۴۰۰).



شکل ۴- درصد پژوهش‌های انجام‌شده روی بازیافت ضایعات محصولات کشاورزی در حوزه مواد صنعتی شیمیایی

حوزه صنایع سلولزی

تولید خمیر کاغذ، نئوپان، تخته فیبر، پروفیل‌های کامپوزیتی و انواع پودرها، عمده محصولاتی هستند که در حوزه صنایع سلولزی، مورد مطالعه قرار گرفتند. تولید خمیر کاغذ و تخته خرده‌چوب از ضایعات کشاورزی، نزدیک به نیمی از اسناد بررسی‌شده در حوزه صنایع سلولزی را به خود اختصاص داده و از عمده اهداف پژوهشی بازیافتی در این حوزه بوده‌اند (شکل ۵).



شکل ۵- درصد پژوهش‌های انجام‌شده روی بازیافت ضایعات محصولات کشاورزی در حوزه صنایع سلولزی

بررسی پتانسیل پسماند کلزا به عنوان ماده اولیه ساخت کاغذ، کاربرد پسماندهای ساقه پنبه در تهیه خمیر کاغذ، بررسی اثر پیش‌استخراج بر ویژگی‌های خمیر کاغذ حاصل از کاه گندم در یک پالایشگاه زیستی و سنجش ویژگی‌های شیمیایی و پتانسیل کاربرد گیاه کنف در تولید کاغذ، از جمله عناوین پژوهش‌ها در حوزه تولید کاغذ بودند. تولید انواع پودر و کامپوزیت نیز به ترتیب ۲۷ و ۲۵ درصد مطالعات انجام‌شده را به خود اختصاص داده‌اند.

حوزه مواد خوراکی

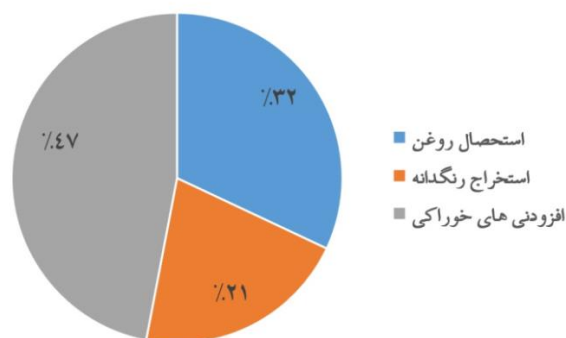
استحصال روغن، استخراج رنگدانه و تولید افزودنی‌های خوراکی، بیشترین فعالیت‌های بازیافتی از ضایعات کشاورزی در حوزه مواد خوراکی بودند. نزدیک به نیمی از مطالعات انجام‌شده در این حوزه، به تولید انواع افزودنی‌ها و مکمل‌های خوراکی از تفاله انگور، تفاله سیب‌زمینی، پوست پرتقال و لیمو اختصاص داشته است (شکل ۶). برای نمونه می‌توان بررسی تولید کیک بدون گلوتن، کم‌کالری و فراسودمند با استفاده از پودر تفاله سیب و صمغ زانتان و بهینه‌سازی استخراج آنتوسیانین‌های گلبرگ زعفران به عنوان مکمل و رنگ غذایی را نام برد. در یکی از جدیدترین مطالعات، امکان استفاده از پودر هسته خرما، به عنوان یک پسماند ارزان و قابل‌فرآوری، در تولید نوشیدنی قهوه مورد بررسی قرار گرفته است (مجریان‌شرقی، ۱۴۰۰).

حوزه مواد دارویی و بهداشتی

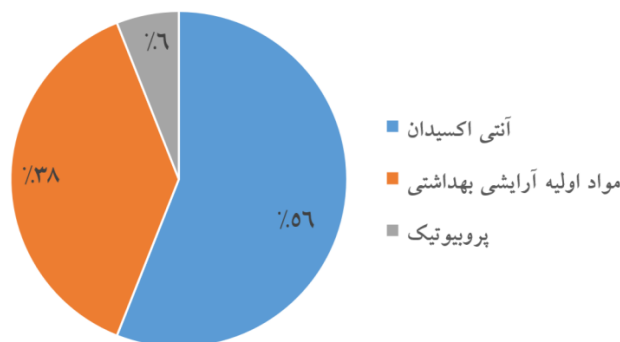
سهم مطالعات انجام‌شده در زمینه تولید مواد دارویی و بهداشتی از بازیافت ضایعات محصولات کشاورزی، تنها ۶ درصد از کل اسناد بررسی شده است. تولید آنتی‌اکسیدان، مواد اولیه آرایشی و بهداشتی و مکمل‌های پروبیوتیک، بیشترین فرآورده‌های بازیافتی از ضایعات کشاورزی بودند. بیش از ۵۵ درصد مطالعات انجام‌شده در این زمینه به حوزه تولید آنتی‌اکسیدان‌ها از ضایعات چغندر قند، هسته خرما، سیوس برنج و غیره مربوط بوده است (شکل ۷).

حوزه خوراک دام، طیور و آبزیان

مطالعات انجام‌شده در زمینه تولید خوراک دام، طیور و آبزیان از بازیافت ضایعات محصولات کشاورزی کمترین سهم را در میان اسناد بررسی شده به خود اختصاص داده است. تنها ۵ درصد از مجموع اسناد بررسی شده، با تولید خوراک دام، طیور و آبزیان از کنجاله ذرت، بقایای بوجاری گندم، پوسته شلتوک برنج، ملاس چغندر و نیشکر، سیوس جو، تفاله سیب و انگور و غیره مرتبط بوده‌اند. بیش از ۵۵ درصد مطالعات انجام‌شده در این حوزه به تولید خوراک دام از ضایعات کشاورزی اختصاص یافته است (شکل ۸).



شکل ۶- درصد پژوهش‌های انجام‌شده برای تولید مواد خوراکی از ضایعات محصولات کشاورزی

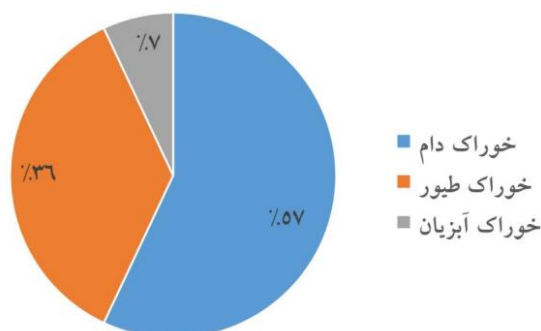


شکل ۷- درصد پژوهش‌های انجام‌شده برای تولید مواد دارویی و بهداشتی از ضایعات محصولات کشاورزی در جدیدترین مطالعات، امکان‌سنجی طراحی سامانه پرتابل تولید خوراک دام، طیور و حیوانات خانگی از پسماند میوه و تره‌بار بررسی شده است (عطاکشی‌زاده، ۱۴۰۱). پسماندهای میوه و تره‌بار در شرایط جمع‌آوری مناسب، آبیگری با دستگاه گریز از مرکز و خشک‌کردن با آون، می‌تواند به عنوان یک جیره مناسب در تغذیه دام و طیور استفاده شود. این جیره غذایی می‌تواند جایگزین بخش اعظمی از علوفه‌ها، کنسانتره‌ها و تفاله‌های گران‌قیمت در جیره غذایی حیوانات شود.

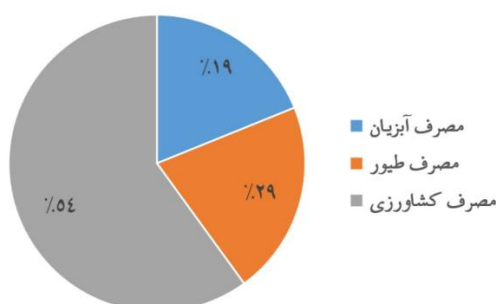
حوزه کود و کمپوست

تولید کمپوست از روش‌های مرسوم تبدیل مواد زائد جامد آلی به موادی مفید و قابل‌استفاده است که برای بازیافت زباله‌های شهری و پسماندهای کشاورزی مرسوم است. بررسی بیش از ۴۰۰ مطالعه مرتبط با این حوزه در بازه سال‌های ۱۳۸۰ تا ۱۴۰۱ نشان می‌دهد بیش از ۵۰ درصد از مطالعات در حوزه تولید کود و کمپوست از بقایای سیب‌زمینی، ضایعات برنج، خرما، گوجه‌فرنگی و غیره، برای مصرف کشاورزی بوده است (شکل ۹). برای نمونه می‌توان به بررسی رشد و تکثیر کرم *ایزینیا فتیدا* در بسترهای حاوی ضایعات مختلف کشاورزی و مقایسه کیفیت تولید دو رقم گل زیتنی شب‌بو در انواع کود ورمی‌کمپوست، امکان‌سنجی تولید کمپوست از دورریزهای کشاورزی و غذایی و اثر باگاس نیشکر و زغال زیستی بر کیفیت کمپوست ضایعات غذایی در راکتور خانگی را نام برد.

بازیافت ضایعات کشاورزی در ایران ... / سعید مینایی، سیدمتین مرتضوی و علی صائبی



شکل ۸- درصد پژوهش‌های انجام‌شده برای تولید خوراک دام، طیور و آبزیان از ضایعات محصولات کشاورزی



شکل ۹- درصد پژوهش‌های انجام‌شده برای تولید کود و کمپوست از ضایعات محصولات کشاورزی

توصیه ترویجی (جمع‌بندی)

در این مقاله، نتیجه بررسی حدود ۳۰۰۰ سند علمی (اعم از پایان‌نامه‌ها، طرح‌های پژوهشی، مقاله‌های مجلات و همایشی) در زمینه فرآورده‌های بازیافتی حاصل از ضایعات محصولات کشاورزی در بازه سال‌های ۱۳۸۰ تا ۱۴۰۱، آورده شده است. حوزه‌های مواد صنعتی شیمیایی و مواد دارویی و بهداشتی، علی‌رغم اهمیت و ارزش افزوده آنها، کمترین سهم را در اسناد بررسی شده داشته‌اند. در حوزه مواد صنعتی شیمیایی، بیشترین تمرکز روی تولید کربن فعال، سیتریک اسید و سیلیکا از ضایعات محصولات کشاورزی بوده است. در حوزه مواد دارویی و بهداشتی، حدود ۹۵ درصد مطالعات دو دهه اخیر در زمینه تولید آنتی‌اکسیدان و مواد اولیه آرایشی بهداشتی بوده‌اند. در حوزه‌های مواد دارویی و بهداشتی (به‌ویژه تولید مکمل‌های پروبیوتیک)، مواد صنعتی شیمیایی (به‌ویژه تولید تانن، فورفورال و بیوپلیمر)، صنایع مواد خوراکی (به‌ویژه استخراج رنگدانه‌ها) و صنایع سلولزی (به‌ویژه تولید نئوپان)، مطالعات کمتری صورت گرفته که باید برای پژوهش‌های آینده، بیشتر مورد توجه قرار گیرند. البته چرایی توزیع مطالعات انجام‌شده در دو دهه گذشته خود مستلزم مطالعات میدانی مفصل است. انگیزه پژوهشگران و امکانات موجود آنها، فراوانی تلفات در حوزه‌ها و مناطق گوناگون، سیاستگذاری مراکز و مؤسسات تحقیقاتی و



مجله مدیریت ضایعات و پسماندهای کشاورزی / دوره ۵ / شماره ۹ / پاییز و زمستان ۱۴۰۲ / ص ۱۹ - ۲۸

سازمان‌ها در دولت‌های مختلف، دسترسی به بودجه لازم و رویکرد تخصصی پژوهشگران هر حوزه از جمله دلایل در این خصوص است. بنابراین، به علت دخیل بودن ابعاد متعدد سیاسی، اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی، بررسی چرایی و چگونگی پدید آمدن وضع موجود، نیاز به یک پروژه بزرگ ملی دارد.

فهرست منابع

- ۱- اربابی، زهرا. ۱۴۰۰. بررسی تولید اسید ستیریک از ضایعات لیموترش. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه سیستان و بلوچستان.
- ۲- ایزدی، نسیم و داریوش حیاتی. ۱۳۹۲. کاهش ضایعات رویکرد آینده ترویج. فصلنامه نظام مهندسی، کشاورزی و منابع طبیعی، ۱۴ (۳۹)، ص ۲۵-۳۸.
- ۳- خسروانی، فرهاد، غلامرضا پزشکی‌راد و همایون فرهادیان. ۱۳۹۳. بررسی وضعیت ضایعات و پسماندهای کشاورزی و ارائه راهکارهای مدیریتی به‌منظور رسیدن به اهداف توسعه پایدار. فصلنامه علمی-ترویجی ترویج علم، ۵ (۶)، ص ۹۵-۱۱۲.
- ۴- رازقی، سیده‌مرضیه و حسن صدیقی. ۱۳۹۷. بررسی سازوکارهای کاهش ضایعات محصولات کشاورزی با استفاده از روش دلفی. مجله علوم و صنایع غذایی، ۸۲ (۱۵)، ص ۱-۱۶.
- ۵- شکرانی، محمد، علی پیروزی، فرامرز امینی، سعید شاخصی، فریده روزبهرانی، محمد سرشار، بهاره گلر و محسن نصرتی. ۱۳۹۰. برنامه راهبردی به‌کارگیری باقیمانده‌های گیاهی و زایدات فرآورده‌های کشاورزی و دامی و تبدیل آنها به مواد با ارزش افزوده بیشتر. تهران: انتشارات کارور.
- ۶- عطاکشی‌زاده، زهرا. ۱۴۰۱. امکان‌سنجی طراحی سامانه پرتابل تولید خوراک دام، طیور و حیوانات خانگی از پسماند میوه و تره‌بار. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه محقق اردبیلی.
- ۷- فیروزی، احمد، سیدصادق سیدلو و افشین مرزبان. ۱۳۸۸. تعیین پتانسیل تولید برق از ضایعات نیشکر. چهارمین همایش ملی بررسی ضایعات محصولات کشاورزی، ۲۰ آبان، ۱۳۸۸، تهران: دانشگاه تربیت مدرس، ایران.
- ۸- قبادیان، برات، هادی رحیمی و ایمان براتیان. ۱۳۸۸. تکنولوژی تولید و کاربرد سوخت بیواتانول. تهران: نشر آینه‌نما.
- ۹- قنواتی، حسین، میثم طباطبائی و غلامرضا صالحی‌جوزانی. ۱۴۰۰. بهینه‌سازی و بهره‌برداری دستگاه هاضم بی‌هوازی با هدف تولید بیوگاز. کرج: پژوهشگاه بیوتکنولوژی کشاورزی، ۹۸۰۹۷۱-۰۳۳-۰۵-۰۵-۲۴.
- ۱۰- مجریان‌شرقی، فریده. ۱۴۰۰. بررسی امکان استفاده از پودر هسته خرما در تولید نوشیدنی قهوه. خراسان رضوی: پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه فردوسی مشهد.