مجله علوم و صنایع غذایی ایران

سایت مجله: www.fsct.modares.ac.ir

مقاله علمی_پژوهشی

بررسی مدیریت پسماند گل پساب تولیدی در کارخانجات تولید شکر از نیشکر در مناطق جنوب ایران

مرتضی نوروزی[1*]، ابوالفضل دانایی[2]

۱- مدیر طرح و برنامه صنایع غذایی قند و شکر شرکت پانیذ فام و دانشجوی دکترا رشته مدیریت بازرگانی گرایش بازاریابی دانشگاه آزاد اسلامی واحد سمنان.

۲- دانشیار گروه مدیریت، واحد سمنان، دانشگاه آزاد اسلامی، سمنان، ایران.

اطلاعات مقاله

تاریخ های مقاله :

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱ /۰۳/۲۸

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۰۵/۰۹

کلمات کلیدی:

مدیریت ضایعات،

مدیریت کارآیی گل آسیاب،

فلزات سنگین،

ترکیبات مغذی نیشکر.

DOI: 10.22034/FSCT.19.128.23

DOR: 20.1001.1.20088787.1401.19.128.22.7

* مسئول مکاتبات:

norozi_mo@yahoo.com

چکیده

گل آسیاب یکی از محصولات جانبی است که در حجم قابل توجهی تولید می شود. غالباً گل آسیاب با خاکستر آسیاب حاصل از پخت باگاس مخلوط می شود که با هم قسمت عمده ای از ضایعات آسیاب را در کارخانه های شکر تشکیل می دهد که برای دفع است. سطح کم مواد مغذی و رطوبت بالا باعث می شود گل آسیاب به منبع رقیق مواد مغذی تبدیل شود و تقاضای خرید گل آسیاب بعنوان ماده ای با ارزش از سوی کشاورزان و شرکت بیوتکنولوژی بیشتر است که منجر به انباشت گل آسیاب در اکثر کارخانه ها می شود. استفاده های بارز از گل آسیاب به کارگیری آن در مزارع کشت نیشکر می باشد. به موجب آن، استفاده مداوم از گل و خاکستر آسیاب با نرخ های بالا، بدون شناخت مناسب از شرایط خاک و نیازهای محصول، نگرانی های زیادی را در سال های اخیر ایجاد کرده است. خطر کود دهی بیش از حد و آلودگی فلزات سنگین در مزارع نیشکر و نگرانی های مربوط به اثرات خارج از محل از نشت به آبراه ها، سؤالاتی را در مورد استفاده بی رویه از گل آسیاب در صنعت ایجاد کرده است. در این راستا این مطالعه مسائل مربوط به مدیریت مسئولانه گل آسیاب تولیدی در کارخانجات شکر یا ساکارز از نیشکر (مطالعه موردی کارخانه های نیشکر مناطق جنوب ایران) را بررسی می‌کند و مقرون به صرفه بودن کاربرد آن را در طیف وسیع‌تری از مزارع دورتر از آسیاب‌ها به عنوان وسیله‌ای برای به حداقل رساندن خطرات زیست‌محیطی گزارش می‌کند. به طوری که، اندازه تخمینی منابع غذایی در گل آسیاب تولید شده توسط شرکت های کشت و صنعت نیشکر فارابی و دهخدا ۷۳۰۰ تن نیتروژن و ۴۵۰۰ تن فسفر در سال است. این نشان دهنده ۶۰ درصد از ۷۷۰۰ تن فسفر تخمین زده شده به عنوان کود در مزارع نیشکر در سال ۱۴۰۰ است.

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-05-07]

[DOR: 20.1001.1.20088787.1401.19.128.22.7]

[DOI: 10.22034/FSCT.19.128.23]

۱- مقدمه

نیشکر یکی از بزرگترین محصولات زراعی جهان است [۱]. در حدود ۲۶,۹ میلیون هکتار در بیش از ۱۰۹ کشور، با برداشت جهانی ۱,۹۱ میلیارد تن کشت می شود از طرفی نیاز زیاد به عناصر غذایی گیاه، عملکرد محصول را به دلیل کمبود کود محدود می کند [۲].

برزیل یکی از تولیدکنندگان بزرگ نیشکر در جهان است. پنج تولیدکننده اصلی بعدی، با کاهش میزان تولید، هند، چین، تایلند، پاکستان و مکزیک هستند [۳]. در سال ۲۰۱۳، حدود ۱,۹۱ میلیارد تن نیشکر در سراسر جهان تولید شد. ۵۰ درصد آن توسط برزیل و هند تولید شده است [٤]. بیش از ٤۵ میلیون تولید کننده نیشکر در هند و در این بین از این جمعیت حدود ٦۵ درصد از جمعیت روستایی به این صنعت مبتنی بر کشاورزی وابسته هستند. این صنایع برای تامین انرژی با هزینه تولید بالا دست و پنجه نرم می کنند [۵]. شرکت های کشت و صنعت نیشکر با تولید جهانی شکر بیش از ۱۸ میلیون تن در سال، یکی از مهمترین صنایع کشاورزی محسوب می شود [٦]. کشت و برداشت نیشکر در کشورهای پیشرفته بسیار مکانیزه است و از ماشین آلات برای تمام مراحل کشت محصول، برداشت مکانیکی و حمل و نقل کامیونی و ریلی نیشکر برداشت شده به کارخانه استفاده می شود. مواد مغذی برای رشد محصول به عنوان کود مصنوعی استفاده می شود، اگرچه برخی از مزارع از بقایای آسیاب نیشکر (گل و خاکستر آسیاب) و خاکستر حاصل از تخمیر اتانول به عنوان بهبود دهنده خاک یا منابع مکمل مواد مغذی استفاده می کنند. برای کنترل آفات حشرات و علف های هرز از مواد شیمیایی حفاظتی نیز استفاده می شود. بسته به منطقه و فصل، حدود ۳۹٪ (از نظر وزن) از محصول قبل از برداشت سوزانده می شود (C4ES Pty Ltd 2004) بدون احتساب بقایای محصول ("سطل زباله") در مزرعه [۷].

کارخانه های نیشکر در طول فرآیند استخراج شکر، طیف وسیعی از محصولات جانبی تولید می کنند. گل آسیاب یکی از محصولات جانبی است که در حجم قابل توجهی تولید می شود. اغلب گل آسیاب با خاکستر آسیاب حاصل از پخت باگاس مخلوط می شود که با هم قسمت عمده ای از ضایعات آسیاب موجود برای دفع از کارخانه های شکر خام را تشکیل می دهد [۸].

صنعت نیشکر یکی از مصرف‌کنندگان برتر آب و تولیدکنندگان فاضلاب است و میزان مصرف آب به فرآیندهای موجود درون کارخانه بستگی دارد [۹]. اگرچه فناوری‌های مدرن تصفیه فاضلاب، استفاده کارآمدتری از آب، مانند استفاده مجدد، بازسازی و بازیافت آب را فراهم می‌کنند، اما در کارخانه‌های قدیمی‌تر، مصرف ۲۵ تا ٤۵ کیلوگرم آب در هر ۱۰۰ کیلوگرم نیشکر و تخلیه مقدار بیشتری از فاضلاب (از جمله آب موجود در نیشکر فرآوری شده) هنوز نرمال در نظر گرفته می شوند [۱۰]. پساب های تولید شده، اگر به درستی مدیریت نشوند، خطری جدی برای انسان، محیط زیست و آبزیان دریافت کننده هستند، زیرا حاوی غلظت بالایی از ترکیبات آلی، به ویژه پلی ساکاریدهای محلول و نامحلول هستند که محیطی ایده آل برای تکثیر میکروب ها محسوب می شوند [۱۱].

روش‌های مختلف فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی برای تصفیه فاضلاب کارخانه‌های شکر با هدف کاهش نیاز شیمیایی اکسیژن (Chemical Oxygen Demand) پیشنهاد شده‌اند. برخی از فن آوری های پیشرفته شامل هضم بی هوازی به عنوان روش های ترجیحی برای تصفیه فاضلاب در نظر گرفته می شوند. با این حال، این فرآیندها قادر به حذف نیتروژن و فسفر بیولوژیکی نیستند و نیاز به تنظیمات مکرر برای قلیائیت دارند و به دلیل نیاز زمین، تشکیل محصولات جانبی و هزینه های عملیاتی بالا هنوز امکان پذیر نیستند [۹]. اخیراً با توجه به اینکه استانداردهای بهبود کیفیت آب سخت‌گیرانه‌تر شده‌اند، نگرانی در مورد پایداری سیستم‌های تصفیه فاضلاب معمولی از نظر امکان‌سنجی اقتصادی و اثرات زیست‌محیطی افزایش یافته است. این به معنای مصرف انرژی بیشتر و انتشار گازهای گلخانه ای است، جنبه هایی که به عوامل کلیدی در مورد عملکرد کلی تصفیه فاضلاب تبدیل شده اند [۱۲].

در سال‌های اخیر، ایده ادغام ریزجلبک‌های میکسوتروف در تصفیه فاضلاب با توجه به این واقعیت که استفاده از ریزجلبک‌ها در تصفیه فاضلاب یک روش مقرون‌به‌صرفه و امکان‌پذیر برای بیوفیکساسیون CO_2 است، بسیار مورد توجه قرار گرفته است [۱۳]. جدای از توانایی آنها در استفاده از C، N و P آلی و معدنی برای رشد خود، مزیت اصلی ترکیب ریزجلبک ها در تصفیه فاضلاب، تولید O_2 از طریق فتوسنتز است که برای باکتری های هتروتروف برای تجزیه زیستی مواد

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-05-07]
[DOR: 20.1001.1.20088787.1401.19.128.22.7]
[DOI: 10.22034/FSCT.19.128.23]

کربنی ضروری است [۱۱]. قبلاً مشخص شده است که عوامل متعددی مانند نور، pH، نسبت نیتروژن به فسفر، دما، منبع کربن و غلظت باکتری بر بهره‌وری جلبک تأثیر می‌گذارند، بنابراین مقایسه تأثیر کشت جلبک در تصفیه فاضلاب دشوار است [۱۴-۱۷]. علاوه بر حذف آلاینده ها، کشت میکروآل در همراهی با تصفیه فاضلاب می تواند لیپیدهایی را فراهم کند که می توانند به بیودیزل تبدیل شوند [۱۵-۱۸].

با این حال، چندین چالش عملی و اقتصادی هنوز مانع اجرای ریزجلبک ها برای تصفیه فاضلاب در مقیاس بزرگ می شود. در تعدادی از مقالات، پیش تصفیه فاضلاب، مانند رقت، افزودن مواد مغذی، و هضم بی هوازی، قبل از تلقیح میکروجلبک ضروری است [۱۴-۱۷]. از طرفی آسیاب کردن طوقه های نیشکر برای استخراج شکر خام چندین محصول جانبی با کاربردهای متفاوت به دست می دهد. این محصولات جانبی عبارتند از فاضلاب، ملاس، باگاس، گل آسیاب و خاکستر دیگ [۸]. غالباً گل آسیاب با خاکستر دیگ بخار حاصل از پخت باگاس مخلوط می شود که با هم قسمت عمده ای از ضایعات موجود برای دفع کارخانه های شکر خام را تشکیل می دهد. به طور متوسط، به ازای هر هفت تن شکر خام تولید شده در کارخانه نیشکر، یک تن ضایعات تولید می‌کند. آن دسته از آسیاب هایی که ملاس را برای تولید اتانول پردازش می کنند، به عنوان یک محصول جانبی دیگر، پودر زیستی تولید می کنند [۱۹]. صنعت شکر در ایران سابقه طولانی در استفاده از این محصولات جانبی ندارد و بیشتر از در جهت استفاده برای کود یا خوراک دام استفاده شده است [۱۲]. باگاس عمدتاً برای سوخت دیگ‌های آسیاب و تولید برق استفاده می‌شود و گل آسیاب یا صافی گل و خاکستر عمدتاً به عنوان بهبود دهنده خاک یا به میزان کمتر به عنوان مواد مغذی گیاه استفاده می‌شود [۸]. گزارش شده است که بسته به شرایط فصلی در کارخانه های استخراج شکر از نیشکر ۰,۰۲ تا ۰,۰۶ تن گل به ازای هر تن نیشکر آسیاب شده تولید می کنند [۲۰].

برداشت مکانیزه در شرایط آب و هوایی نامساعد، سطح آلاینده‌های مزرعه را که عموماً به عنوان ماده خارجی شناخته می‌شوند، افزایش می‌دهد که بخش عمده‌ای از گل آسیاب را تشکیل می‌دهد. آسیاب ها به طور کلی این روش را با ارائه یارانه حمل و نقل برای کاهش بار هزینه بر روی کشاورزانی که این روش را به عنوان یک اقدام معمول برای حفظ حاصلخیزی خاک اتخاذ می کنند، ترویج می کنند [۲۱].. در سال ۱۹۹۷، کارخانه های صنعت نیشکر کوئینزلند و نیو ساوت ولز بیش از دو میلیون تن گل مرطوب و یک میلیون تن خاکستر دیگ بخار تولید کردند [۲۲].

در استفاده از گل آسیاب بعنوان کود در مزارع، یکی از مشکلات پیشرو، پیامدهای محیط زیستی آن است. با توجه به هزینه کم مواد و در دسترس بودن یارانه حمل و نقل، کشاورزان را در مناطق مجاور کارخانه های شکر خام تشویق کرده است که گل آسیاب را به عنوان یک منبع کود استفاده کنند، که اغلب از پیامدهای آن آگاه نیستند. در سال‌های اخیر، استفاده مداوم از گل و خاکستر آسیاب با نرخ‌های بالا، بدون شناخت مناسب شرایط خاک و نیازهای محصول، نگرانی‌های زیادی را ایجاد کرده است [۲۱]. خطر کوددهی بیش از حد و آلودگی فلزات سنگین مزارع نیشکر و همچنین نگرانی های مربوط به اثرات خارج از محل از نشت به آبراه ها، سؤالاتی را در مورد استفاده بی رویه از گل آسیاب در صنعت ایجاد کرده است. این مطالعه مسائل مربوط به مدیریت مسئولانه‌تر گل آسیاب را بررسی می‌کند و از مقرون به صرفه بودن کاربرد آن در طیف وسیع‌تری از مزارع در فواصل بیشتر از آسیاب‌ها به عنوان روشی برای به حداقل رساندن خطرات زیست‌محیطی در ایران گزارش می‌دهد طبق گزارشات کلی عملکرد کارخانه های شکر ایران [۱۲]، بر این اساس هدف این مطالعه بررسی مدیریت پسماند گل پساب تولیدی در کارخانجات تولید شکر از نیشکر در مناطق جنوب ایران می باشد.

۲- مواد و روش ها

۲-۱- مواد

استات سرب از شرکت مرک آلمان خریداری، آب مقطعر (دیونیزه) از محل آزمایشگاه موجود در کارخانجات استفاده شده است. سایر مواد شیمیایی و شیشه آلات از آزمایشگاههای هر دو شرکت کشت و صنعت فارابی و دهخدا استفاده و بعضی از مواد شیمیایی و شیشه آلات از شرکت پخش مواد شیمیایی و غذایی شیما رز خریداری و استفاده گردید.

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-05-07]
[DOR: 20.1001.1.20088787.1401.19.128.22.7]
[DOI: 10.22034/FSCT.19.128.23]

۲-۲-روش ها

۲-۲-۱- اندازه‌گیری املاح معدنی عصاره نیشکر با دستگاه بتالایزر

این دستگاه برای انالیز عصاره نیشکر برای اندازه‌گیری پتاسیم، سدیم، منیزم، کلسیم، ساکارز و آلفا آمینو ازت مورد استفاده قرار گرفت. بدین منظور ۲۶ گرم از ساقه های نیشکر در محلول استات سرب هضم شد و پس از صاف شدن در این دستگاه آنالیز شد [۲۳].

در این راستا داده های مربوط به املاح معدنی و هزینه های عملیاتی و فروش گل آسیاب در مقایسه با کودهای تجاری از کارخانجات نیشکر مناطق جنوب ایران جمع آوری و بعنوان منبع املاح و ترکیبات مغذی خاک در مزارع نیشکر جنوب مورد استفاده و بررسی قرار گرفت.

روش مطالعه کیفی بوده و داده مربوط به خصوصیات کمی و کیفی گل پساب حاصله از از کارخانجات نیشکر جنوب ایران (کشت و صنعت نیشکر دهخدا و حکیم فارابی) از سال ۹۹ الی ۱۴۰۰ بوده و در خصوص مدیریت دفع و استفاده از آن در مزارع نیشکر و موارد بیولوژیکی مورد بحث قرار گرفته است.

۳- نتایج و بحث

۳-۱- استفاده از گل آسیاب به عنوان کود در خاک

علی‌رغم مزایایی که برای کارخانه‌های شکر خام از داشتن یک راه آماده برای دفع ضایعات آسیاب دارد، استفاده مسئولانه از گل آسیاب به‌عنوان یک نهاده تولید معمول در پرورش نیشکر در مناطق جنوب باید هم خواص تغذیه‌ای و هم خواص بهبود خاک گل آسیاب را در مقابل هزینه‌های استفاده از آن در نظر گرفت. برای یک کشاورز، مدیریت کارآمد گل آسیاب مستلزم آگاهی از مزایا و هزینه های کاربرد آن از منظری وسیع تر است. اولاً، این عمل باید مقرون به صرفه باشد، زیرا آنها باید بر اساس مزیت های زراعی گل آسیاب، بر اساس هزینه مالی موجود، به بازده معقولی دست یابند. از سوی دیگر، کشاورزان نیشکر وظیفه مراقبت از محیط زیست را دارند که به این معنی است که با داشتن یک برنامه مدیریت گل آسیاب کارآمد اثرات زیست محیطی گسترده تر کاربرد گل آسیاب را در نظر و کنترل نمایند.

مزایای زراعی استفاده از گل آسیاب به عنوان یک بهبود دهنده خاک و منبع مواد مغذی گیاه در زیر بخش زیر مورد بحث قرار گرفته است. برخی از نگرانی های زیست محیطی در مورد استفاده بی رویه از گل آسیاب در زیر بخش بعدی بررسی می شود. سپس یک مطالعه موردی در زمینه امکان‌سنجی اقتصادی استفاده از گل آسیاب در طیفی از نرخ‌های کاربرد و در فواصل مختلف از منطقه استان اهواز ارائه می‌شود. این مطالعه همچنین راه های مدیریت کارآمد گل آسیاب را مورد بحث قرار می دهد.

۳-۲-مزایای زراعی کاربرد گل آسیاب

رویه پخش گل آسیاب در زمین های پرورش نیشکر ابتدا در املاک متعلق به آسیاب ها آزمایش شد و در نهایت با گسترش منطقه نیشکر و افزایش عرضه گل آسیاب به سایر مزارع اطراف آسیاب گسترش یافت. خواص مفید گل آسیاب از بهبود خواص شیمیایی و فیزیکی خاک ناشی می شود. اگرچه اعتقاد بر این است که استفاده از گل آسیاب ممکن است خواص بیولوژیکی خاک را افزایش دهد، هنوز هیچ مدرک قطعی برای حمایت یا رد این باور وجود ندارد. به خوبی ثابت شده است که گل آسیاب می تواند به عنوان یک مکمل جزئی برای جایگزینی مواد مغذی حذف شده در محصول در هنگام برداشت، در صورت استفاده همراه با کودهای شیمیایی استفاده شود [۲۰, ۲۴]

گل آسیاب حاوی مواد مغذی مهم گیاهی از جمله نیتروژن، فسفر، پتاسیم، کلسیم و منیزیم است. گل آسیاب همچنین با تأثیر بر شرایط فیزیکی خاک، مانند کاهش جرم ظاهری در سطح خاک و با افزایش pH خاک، به عملکرد، بهره‌وری و سود بهتر کمک می‌کند [۲۵]، در حالی که مخلوط گل آسیاب و خاکستر به عنوان اصلاح کننده خاک برای بهبود ساختار خاک، ظرفیت نگهداری آب و هوادهی استفاده می شود. نتایج این تحقیق در خصوص کاربرد گل و خاکستر آسیاب کارخانه های نیشکر را در زمین های نیشکر متاثر از نمک در اهواز با اثرات مفید بر ساختار خاک می شود. نتایج نشان داد ظرفیت نگهداری رطوبت نیز به طور قابل توجهی افزایش یافته و منجر به بهبود عملکرد می شود. با این حال، به عنوان یک ماده ضایعاتی که از فرآیند آسیاب به دست می آید، خواص مفید

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-05-07]
[DOR: 20.1001.1.20088787.1401.19.128.22.7]
[DOI: 10.22034/FSCT.19.128.23]

گل آسیاب کارخانه کشت و صنعت نیشکر دهخدا و حکیم فارابی می تواند به طور قابل توجهی منعکس کننده شرایط آب و هوایی، ویژگی های محصول، شرایط خاک در مزارع تامین کننده نیشکر و غیره متفاوت باشد که در جدول ۱ به ازای ۱۵۰ تن نیشکر ترکیبات مغذی به دست آمد.

Table 1 Comparison of nutrient status between Farabi and Dehkhoda sugar companies

Nutrient	Nutrient content in 150 tonnes mill mud (kg)		Nutrient content in 150 tonnes of ash (kg)		Nutrient content in 150 tonnes of mud/ash mixture (kg)	
	Dehkhoda	Farabi	Dehkhoda	Farabi	Dehkhoda	Farabi
Nitrogen	550	460	51	75	224	355
Phosphorus	336	355	59	95	149	295
Potassium	138	115	340	380	291	190
Calcium	873	640	336	345	561	595
Magnesium	231	130	250	160	235	160
Sulfur	5.13	52	21	-	44	-

به طور کلی، اندازه تخمینی منابع غذایی در گل آسیاب تولید شده توسط کشت و صنعت نیشکر دهخدا و حکیم فارابی ۷۳۰۰ تن نیتروژن و ٤٥۰۰ تن فسفر در سال است. این نشان دهنده ٦۰ درصد از ۷۷۰۰ تن فسفر تخمین زده شده به عنوان کود در مزارع نیشکر در سال ۱٤۰۰ است. از این نظر مهم است که اثرات مفید این ماده را که در دسترس صنعت است به شیوه ای که از نظر مالی و زیست محیطی مناسب است، به دست آوریم.

۳-۳- اثرات زیست محیطی کاربرد گل آسیاب

نگرانی در مورد استفاده مکرر از گل آسیاب در یک منطقه محدود از خطرات مرتبط با آلودگی محیط زیست ناشی می شود. به طور خاص، بازیافت مواد مغذی در گل آسیاب منجر به افزایش سطح فسفر در مزارع نیشکر مجاور کارخانه‌های صنعت نیشکر و همچنین تجمع بالقوه مضر فلزات سنگین سمی شده است.

گل آسیاب در حال حاضر به عنوان زباله های مضر طبقه بندی نمی شود بلکه بعنوان کود مزارع به کار برده می شوند و هیچ قانون، مقررات یا توصیه خاصی در مورد استفاده از محصولات جانبی آسیاب توسط صنعت یا هر سازمان نظارتی وجود ندارد. نرخ کاربرد گل آسیاب در مناطق مختلف متفاوت است. چاپمن[1] (۱۹۹٦) گزارش داد که پرورش دهندگان نیشکر از گل صافی تا ۱۵۰ تن در هکتار استفاده کردند [۲۰]، در حالی که بری[2] و همکاران (۲۰۰۰) گزارش کرد که کاربرد گل آسیاب بین ۱۵۰ تا ۲۵۰ تن در هکتار متفاوت است [۲٦]. قریشی و همکاران (۲۰۰۰) نشان دادند که احتمالاً فسفر بیش از نیاز گیاه حتی زمانی که میزان مصرف به ۵۰ تن در هکتار کاهش می یابد، تأمین می شود. بری و همکاران (۲۰۰۰) استدلال کردند که میزان مصرف ۱۵۰ تا ۲۵۰ تن در هکتار بسیار بالاتر از نیاز نیشکر است و خاک های نزدیک به کارخانه های شکر خام (۱۰ تا ۲۰ کیلومتر) سطوح بالایی از مواد مغذی و غلظت فلزات سنگین را نشان می دهند. به دلیل درخواست های مکرر غلظت فلزات سنگین می تواند برای گیاهان، حیوانات اهلی و انسان مضر باشد. تداوم نرخ بالای کاربرد گل و خاکستر آسیاب (بیش از ۱۵۰ تن در هکتار) می تواند منجر به مشکلات طولانی مدت شود [۲۰].

وجود فلزات سنگین در گل آسیاب همچنین این خطر را افزایش می دهد که استفاده از آن حتی در مقادیر کم در طی چندین سال می تواند منجر به تجمع خاک در سطوح غیرقابل تحمل برای محصولات غیر از نیشکر شود که مستقیماً برای مصرف انسان و دام استفاده می شود. این امر به ویژه با توجه به احتمال حذف برخی از زمین ها از تولید نیشکر به دلیل کاهش سودآوری بسیار مهم است. از دیدگاه اجتماعی، سلب هرگونه گزینه استفاده از زمین در آینده ممکن است نامطلوب باشد.

1. Chapman

2 . Barry

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-05-07]
[DOR: 20.1001.1.20088787.1401.19.128.22.7]
[DOI: 10.22034/FSCT.19.128.23]

نشانه هایی وجود دارد که کوددهی بیش از حد در زمین های نیشکر رخ می دهد و این ممکن است در نتیجه استفاده بیش از حد گل آسیاب و تا حدی به دلیل استفاده بیش از حد از کودهای تجاری باشد. مواد مغذی بیش از حد (مانند نیتروژن) می تواند منجر به شستشو شود. اسکوردر[3] و همکاران (۱۹۹۸) مبانی فعلی توصیه‌های مواد مغذی در صنعت شکر استرالیا را بررسی کرد و گزارش داد که بسیاری از تولیدکنندگان رویکردهای خود را برای مدیریت کودها اتخاذ می‌کنند و اغلب از مواد مغذی بیش از میزان توصیه شده استفاده می‌کنند. آنها ادعای وگنر را تکرار کردند که کشاورزان کشت نیشکر تلاش می کنند تا سود یا رضایت خود را با نگه داشتن درآمد مزرعه در سطح ریسک قابل تحمل به حداکثر برسانند [۲۷]. طبیعت ریسک گریز کشاورزان و عدم قطعیت هایی که با آن مواجه هستند اغلب آنها را به استفاده از کاربردهای مواد مغذی در سطوح بالاتر از حد لازم برای به حداکثر رساندن سود مورد انتظار سوق می دهد [۲۸].

انباشت، حمل و نقل و ذخیره سازی گل آسیاب در مزرعه نیز باعث آلودگی می شود، به ویژه در شرایط گرمسیری که باران با شدت بالا می تواند منجر به حوادث سریع سیل شود. مشابه سایر افزودنی های خاک، استفاده بیش از حد از گل آسیاب می تواند مواد شیمیایی فرار را در هوا یا مواد مغذی را در آب های زیرزمینی یا سطحی از طریق فرآیندهای شستشوی معمولی آزاد کند. به عنوان مثال، مواد مغذی ناشی از آلودگی گل آسیاب می تواند سطح نیترات را در آب های زیرزمینی افزایش دهد و باعث آلودگی باکتریایی و کشتن ماهی ها در آب های سطحی شود. فسفر می تواند در مزارع نیشکر آزاد شود و در آبگیرهای سطحی مانند سدها و چاله ها تجمع یابد. افزایش مقادیر مواد مغذی ورودی به یک رودخانه یا دریاچه باعث افزایش رشد گیاهان آبزی و سایر موجودات، اختلال در اکولوژی طبیعی و کاهش کیفیت آب می شود. مقادیر بیش از حد مواد مغذی منجر به افزایش رشد جلبک ها، کاهش شفافیت آب، افزایش هزینه های تصفیه آب، تغییر ماهیگیری و کشتار ماهی ها می شود و در آب های بسیار تخریب شده، رشد سیانوباکتری ها (جلبک های سبز آبی) که قادر به تولید سموم انسانی و حیوانی هستند، می شود [۲۹]. فسفر در آب روان حمل می شود و می تواند به ذرات خاک منتقل شود.

3. Schroeder

همچنین می تواند با عبور از سطح مزرعه در آب روان حل شود. بدتر شدن تدریجی کیفیت آب در اثر تحریک بیش از حد توسط مواد مغذی، به نام اوتروفیکاسیون، به این معنی است که هنگامی که یک نهر یا دریاچه دارای فسفر اضافی باشد، بهبود کیفیت آب به زمان نیاز دارد [۲۹]. بیش از حد مواد مغذی (در نتیجه کاربرد بیش از حد گل آسیاب) همچنین خطر آبشویی را افزایش می دهد که می تواند به محیط زیست آسیب برساند و همچنین هزینه هایی را برای صاحبان زمین تحمیل کند.

در شرایط تولید صنعت نیشکر، نیتروژن، فسفر، پتاسیم و همچنین ریز مغذی‌هایی که از گل آسیاب به دست می‌آیند، در یک چرخه حرکت می‌کنند. این مواد مغذی از محصول مزرعه در زمان برداشت به کارخانه صنعت نیشکر، به خاک و دوباره به گل و لای آسیاب می شود. برخی از مواد مغذی از چرخه خارج می شوند و ممکن است توسط محصول بعدی استفاده شوند، اما در عین حال، مواد مغذی بیشتری از طریق کودهای تجاری وارد چرخه می شوند. وقتی مواد مغذی در این چرخه باقی نمی مانند و از بین می روند، احتمال آلودگی محیطی وجود دارد. از سوی دیگر، بازیافت پیشرونده می تواند منجر به تجمع بیش از حد عناصر سمی شود و در نتیجه تهدیدی برای استفاده پایدار از زمین باشد. به این دلایل، صنعت باید به دنبال یافتن راه‌حل‌های کارآمدتر برای مدیریت ضایعات کارخانه‌ها باشد، به‌عنوان مثال، از طریق کاهش بروز ضایعات و معرفی کنترل کیفی نیشکر وارد شده به کارخانه‌ها. در حالی که تعیین کنترل‌های کیفی می‌تواند به هزینه‌های تولیدکنندگان و کارخانه‌ها بیفزاید، مهم است که اقداماتی برای به حداقل رساندن هزینه اجتماعی خالص عملیات صنعت اتخاذ شود. یک استراتژی کاهش جزئی که در حال حاضر توسط صنعت در نظر گرفته شده است، پخش گل آسیاب در یک منطقه بزرگتر است، بنابراین خطر تجمع مضر مواد سمی به حداقل می رسد. در حالی که این فقط یک استراتژی بسیار کوتاه مدت برای رفع مشکل است، ما در زیر اثربخشی هزینه چنین استراتژی را با استفاده از یک منطقه آسیاب در منطقه ای اهواز به عنوان مثال بررسی کردیم.

۳-٤- مقرون به صرفه بودن کاربرد گل آسیاب

امکان سنجی اقتصادی عامل مهمی در توزیع یکنواخت محصولات جانبی آسیاب به ویژه برای گل آسیاب که دارای

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-05-07]
[DOR: 20.1001.1.20088787.1401.19.128.22.7]
[DOI: 10.22034/FSCT.19.128.23]

رطوبت بالایی است می باشد و همین امر باعث می شود که کاربرد آن برای مزارع دور از آسیاب به دلیل هزینه حمل بار زیاد جذابیت کمتری داشته باشد [۳۰]. در صورت استفاده از فرآورده های فرعی آسیاب، کاربرد آنها باید مناسب بوده و ارزش غذایی آنها را در نظر بگیرد. در نتیجه، کاربرد کودهای تجاری باید در جایی که گل آسیاب استفاده می شود کاهش یابد، اما اجرای این توصیه ممکن است بدون برآوردهای کمی نیازهای گیاه و برآورد در دسترس بودن غلظت عناصر غذایی در محصولات مختلف دشوار باشد [۳۱, ۳۲]. بدون درک جامع از میزان کاربرد گل آسیاب و ارزش غذایی آنها، تنوع محصول در محتوای مواد مغذی، و سرعت آهسته رهاسازی مواد مغذی به شکل ارگانیک آنها، خطرات بالقوه کم یا بیش از حد کوددهی وجود دارد. کوددهی کم ممکن است منجر به کاهش عملکرد و بهره وری شود در حالی که کود دهی بیش از حد ممکن است منجر به شستشوی بیش از حد و آسیب به محیط شود [۳۳, ۳٤].

مدیریت مناسب گل آسیاب و سایر محصولات جانبی مستلزم آگاهی از میزان مصرف فعلی برای محصولات فرعی آسیاب و همچنین میزان کود تجاری مورد استفاده توسط پرورش دهندگان است. این همچنین اثرات خارج از محل استفاده از محصولات جانبی آسیاب و همچنین کودهای تجاری را کاهش می دهد. قریشی و همکاران (۲۰۰۰) یک تجزیه و تحلیل اقتصادی از نرخ های مختلف کاربرد گل آسیاب در طیف وسیعی از فواصل از آسیاب در مزرعه نیشکر نماینده در مکی انجام دادند. در آنجا نیز مانند سایر ولسوالی‌ها، سال‌هاست که گل آسیاب، خاکستر و ترکیبی از گل و خاکستر آسیاب به‌عنوان اصلاح‌کننده خاک و به‌عنوان منبع مواد مغذی گیاه مورد استفاده قرار می‌گیرد. خلاصه ای از یافته ها در بخش زیر ارائه شده است:

در این تجزیه و تحلیل از غلظت مواد مغذی در گل آسیاب که توسط بری و همکاران برآورد شده است استفاده شد [۸]. برای مقایسه ارزش مواد مغذی از گل آسیاب با هزینه کود در یک مزرعه تجاری به وسعت ۷۲ هکتار که به طور بالقوه در ۱۰، ۲۰، ٤۰، ٦۰، ۸۰ و ۱۰۰ کیلومتری یک کارخانه صنعت نیشکر در منطقه مکی٤ واقع در کشور نیوزیلند قرار دارد. مفروضات انجام شده در این مطالعه این بود که عملکرد فعلی محصول و محتوای شکر ثابت می ماند، سطح مواد مغذی یا از طریق گل آسیاب یا از طریق کود تجاری حفظ می شود، گل آسیاب با رطوبت موجود خود بدون هیچ گونه تغییری توزیع و اعمال می شود و وسایل نقلیه و تجهیزات امروزی برای حمل و نقل استفاده می شود [۸].

فهرستی از محصولات مختلف با نسبت مواد مغذی مختلف، میزان کاربرد و قیمت هر کیسه (۱۰۰۰ کیلوگرم) از Pivot (شرکت کود)، مکی به دست آمد. قیمت هر کیلوگرم مواد مغذی بر اساس نسبت آنها در این محصولات محاسبه شد. هزینه کل این مواد مغذی برای یک چرخه زراعی پنج ساله (گیاه و چهار محصول راتون) محاسبه شد. بر اساس این ارقام، گران ترین ماده مغذی برای یک محصول پنج ساله نیشکر برای نیتروژن (٦٦۲ دلار) و پس از آن پتاسیم (۳٦۹ دلار)، فسفر (۱٤٤دلار)، کلسیم (۱۳۵ دلار)، گوگرد (۱۱۵دلار) و منیزیم (۱۱۲ دلار) است. هزینه کل برای چرخه محصول ۱۵۳۷ دلار در هکتار است. مجموع هزینه های کودهای شیمیایی، حمل بار و هزینه های کاربرد برای یک مزرعه ۷۲ هکتاری محاسبه شد که برای فواصل ۱۰، ۲۰، ٤۰، ٦۰، ۸۰ و ۱۰۰ کیلومتری از آسیاب، به ترتیب ۱۳۰۷٤٦ دلار، ۱۳۱۳۰۰ دلار، ۱۳۲٤۰۹ دلار، ۱۳۵۷۳۵ دلار و ۱۳٦۸٤٤ دلار بود.

هزینه های گل آسیاب از جمله حمل و نقل و پخش تا ٤۰ کیلومتر از شرکت آسیاب نیشکر کارخانه های جنوب فارابی و دهخدا به دست آمد. در زمان انجام این تحلیل، هیچ هزینه ای برای گل آسیاب وجود نداشت و شرکت آسیاب به هزینه توزیع و پخش گل آسیاب یارانه پرداخت کرد. این داده ها برای تخمین هزینه های حمل و نقل و پخش گل آسیاب در فواصل تا ۱۰۰ کیلومتری آسیاب مورد استفاده قرار گرفت. هزینه های تخمینی برای فواصل ۱۰، ۲۰، ٤۰، ٦۰، ۸۰ و ۱۰۰ کیلومتر از آسیاب ۷۲٦۰۰، ۱۱۰٦۰۰، ۱۸۲۰۰۰، ۲۵۲۰۰۰، ۳۱۵۰۰۰ و ۳۹۲۰۰۰ تومان به ازای هر تن بود و هزینه های پرداخت شده توسط کشاورزان برای این فواصل به ترتیب ۲٤۳٦۰، ۳٦٦۸۰، ٦۰۷٦۰، ۱۰۵۰۰۰، و ۱۳۰٤۸۰ تومان بدست آمد.

استفاده در مقادیر بالا ۵۰ تن در هکتار نیازی به پخش کننده دستی یا سنتی نبوده و می توان از وسیله نقلیه ای با ظرفیت ۱۲,۵ تن برای پخش مستقیم مواد روی بلوک زراعی نیشکر استفاده کرد. بنابراین، هیچ برآوردی از هزینه های پخش برای

4. Mackay

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-05-07]
[DOR: 20.1001.1.20088787.1401.19.128.22.7]
[DOI: 10.22034/FSCT.19.128.23]

نرخ های کاربرد ۷۵، ۱۰۰ و ۱۵۰ تن در هکتار در نظر گرفته نشد. با این حال، برای نرخ‌های کاربرد ۵۰ تن در هکتار و کمتر، می‌توان از یک نیمه تریلر (حدود ۲۵ تن) برای حمل گل آسیاب استفاده کرد تا از مزایای کاهش بار استفاده شود، در حالی که از یک پخش‌کننده اختصاصی برای توزیع گل در مزرعه استفاده می‌شود. بنابراین هزینه پخش ۱٤۰۰۰۰۰ تومان در هکتار در هر یک از سه نرخ پایین کاربرد (یعنی ۱۲,۵، ۲۵ و ۵۰ تن در هکتار) در نظر گرفته شد. هزینه های حمل و نقل بر اساس ساعات استفاده شده برای نیمه تریلر و هزینه هر ساعت (یعنی ۲۵/۸۵ دلار = ۳,٤۰ دلار در تن) ارزیابی شد. تعداد ساعات مورد نیاز برای تحویل گل آسیاب در فواصل ۱۰، ۲۰ و ٤۰ کیلومتری به ترتیب ۰,۲۵، ۰,۵ و ۱,۰ ساعت است. بنابراین، هزینه حمل و نقل برای این فواصل به ترتیب ۲۳۸۰۰، ٤۷٦۰۰ و ۹۵۲۰۰ تومان در هر تن است.

هزینه های پخش با استفاده از بارگذاری پایانی و پخش کننده با نرخ ۱۰۰ دلار در ساعت محاسبه می شود و زمانی که پخش ۳۰ دقیقه در هکتار طول می کشد، صرف نظر از مسافت ۵۰ دلار در هکتار است. این هزینه ها یارانه ای ندارند و کشاورز باید تمام هزینه پخش را با این نرخ های درخواستی بپردازد. اما در این تحقیق تجزیه و تحلیل محتوای مواد مغذی کلیدی در نرخ های مختلف کاربرد گل آسیاب را با نرخ های توصیه شده این مواد مغذی مقایسه کرد و تفاوت را در شکل مازاد یا کمبود تخمین زد. ارزش غذایی برای کاربرد گل و لای ۱۵۰ تن در هکتار (به عنوان مثال) و مازاد (یا کمبود) مواد مغذی مورد نیاز در جدول ۲ ارائه شده است.

Table 2 Nutritional value of 150 tons per hectare of sugar beet mill flowers

Nutrient	N available 10 (kg)	P 20 (kg)	K 40 (kg)	Ca 60 (kg)	Mg 80 (kg)	S 100 (kg)
Nutrients in mill mud	137	339	141	876	234	99
Plant Cane						
Recommended application rate	148	78	78	898	78	23
Ratoon Cane						
Recommended application rate	178	0	98	0	0	23
Total nutrient requirement for crop cycle	868	78	478	898	78	123
Surplus (or deficit)	-729	+259	-335	-10	+154	-24

میزان کاربرد ۱۵۰ تن در هکتار گل آسیاب تمام مواد مغذی را به مقدار کافی به جز نیتروژن، پتاسیم و کلسیم فراهم می کند. کودهای تجاری برای جبران کمبود N، K و S مورد نیاز است. هزینه های کود برای رفع کمبودهای مربوطه به ترتیب ۱٦٦۸۰۰۰۰، ۷۷۷۰۰۰۰ و ٦٦۰۰۰۰ تومان در هکتار است. هزینه کل این مواد مغذی ۲۵۱۱۰۰۰۰ تومان در هکتار برای چرخه محصول و کل هزینه برای کل مزرعه نزدیک یک میلیارد و هشتصد میلیون تومان است. ۱۰ تا ۱۰۰ کیلومتر محاسبه و با هزینه کودهای معمولی مقایسه شد. تفاوت به نفع گل آسیاب (منفی یا مثبت) نیز یافت شد.

Table 3 The cost of using of mill mud application and comparison with fertiliser cost of Farbi and Dehkhoda sugar factory

Distance (and freight charges for mill mud)	10km $2.60/t	20km $3.94/t	40km $6.50/t	60km $9/t	80km $11.25/t	100km $14/t
Mill mud costs	28834	42551	70198	97198	121498	151199
Freight charges	1251	1429	1786	2322	2860	3216
Additional nutrient costs	77692	77868	78225	78762	79298	79653
Total costs for nutrients	106524	120419	148424	175960	200798	230854
Costs of commercial fertiliser	130744	13128	132407	134068	135732	136840
Difference in favour of mill mud	24218	10877	-16016	-41978	-65063	-94010

هزینه های کامل کاربرد گل آسیاب، برای مزارع ۱۰ تا ۱۰۰ کیلومتری آسیاب، از دو میلیارد و نهصد میلیون تومان تا شش میلیارد و چهارصد میلیون متغیر است (جدول ۳). این ارقام نشان می دهد که کاربرد گل آسیاب ۱۵۰ تن در هکتار در فواصل ۱۰ و ۲۰ کیلومتری ارزان تر (هزینه کمتر) نسبت به کود تجاری است اما این میزان مصرف در فواصل بیش از ٤۰ کیلومتر در مقایسه با هزینه کود تجاری گران تر است. این امر به این دلیل رخ می دهد که هزینه استفاده از گل آسیاب به

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-05-07]
[DOR: 20.1001.1.20088787.1401.19.128.22.7]
[DOI: 10.22034/FSCT.19.128.23]

عنوان منبع مواد مغذی با فاصله از آسیاب به شدت افزایش می یابد تا هزینه های کود تجاری. با این حال، زمانی که هزینه‌های یارانه‌ای گل آسیاب برای برآورد این هزینه‌ها استفاده می‌شود. کل هزینه‌های درخواست از دو میلیارد و چهارصد میلیون تومان تا سه میلیارد و ششصد میلیون تومان متغیر است. این ارقام نشان می‌دهد که یک آسیاب میزان مصرف گل ۱۵۰ تن در هکتار نسبت به کود تجاری در همه فواصل ارزانتر (یعنی هزینه کمتر) است.

مجموع هزینه‌های کود تجاری و کل هزینه‌های گل آسیاب شامل هزینه‌های باربری، مواد مغذی تکمیلی و هزینه‌های مصرف به میزان ۱۰۰، ۷۵، ۵۰، ۲۵ و ۱۲,۵ تن در هکتار نیز برآورد شد. مقدار مواد مغذی تکمیلی مورد نیاز از کودهای تجاری به میزان کاربرد گل آسیاب بستگی دارد (یعنی میزان مصرف زیاد به مواد مغذی اضافی کمتری نیاز دارد و بالعکس). نرخ کاربرد گل آسیاب ۱۰۰ و ۷۵ تن در هکتار، فسفر و منیزیم اضافی مشابه میزان کاربرد ۱۵۰ تن در هکتار را فراهم می کند. هنگامی که میزان کاربرد به ۵۰ تن در هکتار کاهش می یابد و فسفر نیز بیش از حد ارائه می شود. با این حال، پیامدهای هر گونه در دسترس بودن مازاد مواد مغذی بر روی محصولات گیاهی در این تجزیه و تحلیل در نظر گرفته نشده است.

هنگامی که گل آسیاب به میزان ۱۰۰ تن در هکتار استفاده می شود، کل هزینه های استفاده از گل آسیاب به عنوان منبع مواد مغذی کمتر از کود تجاری در فواصل ۱۰ و ۲۰ کیلومتری و زمانی که فاصله ٤٠ کیلومتر یا بیشتر باشد گران تر است. زمانی که میزان کاربرد ۷۵ تن در هکتار باشد، کل هزینه‌های این نرخ کاربرد برای مسافت‌های ۱۰، ۲۰ و ٤٠ کیلومتر ارزان‌تر و برای مسافت‌های ٦٠، ۸۰ و ۱۰۰ کیلومتر گران‌تر است. در فواصل مشابه، استفاده از گل آسیاب در صورتی که به میزان ۵۰ تن در هکتار نسبت به کود تجاری مصرف شود، هزینه کمتری دارد، اما برای فواصل دیگر گرانتر است.

هنگامی که میزان مصرف به ۲۵ تن در هکتار کاهش می یابد، کل هزینه های کاربرد مواد مغذی برای گل آسیاب در فواصل تا ٦٠ کیلومتر گران تر است، اما برای ۸۰ و ۱۰۰ کیلومتر گران تر است. هزینه کل کاربرد گل آسیاب به میزان ۱۲,۵ تن در هکتار برای تمام فواصل در مقایسه با هزینه کل کود تجاری کمتر است. بنابراین، از نظر اقتصادی، این جذاب ترین نرخ درخواست در منطقه کاشت است. اگر به‌جای کل هزینه‌ها، از هزینه‌های یارانه‌ای گل آسیاب استفاده شود، همه نرخ‌های مصرف گل آسیاب ارزان‌تر از هزینه‌های کود تجاری برای تمام فواصل است.

۳-۵- مدیریت کارآمد گل آسیاب

یک سیستم مدیریت و کاربرد گل آسیاب کارآمد باید نیازهای غذایی محصول را برآورده کند، اما از آن فراتر نرود، و آلودگی را به حداقل برساند. گل آسیاب محتاطانه و شیوه های کاربرد کود برای کاهش اثرات زیست محیطی استفاده از آنها ضروری است و همچنین نقش مهمی در دستیابی به سودآوری کلی مزرعه دارد. استفاده از گل آسیاب در زمین‌های کشاورزی باید به گونه‌ای اتفاق بیفتد که بدون ایجاد آلودگی مواد غذایی، ایمنی شغلی یا نگرانی‌های زیست‌محیطی، مزایایی برای محصولات بعدی فراهم کند. تامین کنندگان و کاربران نهایی "وظیفه مراقبت" دارند تا اطمینان حاصل کنند که روش دفع به روشی پایدار مدیریت می شود [٢٦]. مدیریت مسئولانه زمین مستلزم آن است که صنعت روش هایی را اتخاذ کند که خاک یا منابع آب را آلوده نکند، اما ثبات سیستم تولید کشاورزی را حفظ کند و اطمینان حاصل کند که جایگزین های کاربری زمین در دسترس نسل های آینده باقی می ماند [۳۵].

هنگام ارزیابی اثرات شیوه های مدیریت بر بودجه فلزات سنگین زمین های نیشکر، لازم است نرخ کاربرد و مواد مغذی همراه با کاربرد کود در نظر گرفته شود. صنعت شکر باید از میزان کاربردهای گذشته محصولات جانبی آسیاب در زمین های نیشکر و تأثیر شیوه های فعلی بر پایداری بلندمدت آگاه باشد. اگر این محصولات جانبی توسط سازمان‌های نظارتی در «فهرست ضایعات تحت نظارت» گنجانده شوند، کل صنعت هزینه‌های قابل‌توجهی را متحمل می‌شود تا با «الزام ردیابی زباله» مطابقت داشته باشد [٣٦].

گل آسیاب باید روی زمین اعمال شود تا نیازهای غذایی محصول را برآورده کند و باید بر اساس اهداف واقعی عملکرد باشد. اهداف بازده ممکن است با استفاده از داده های بازده قبلی در یک دوره پنج تا ۱۰ ساله تخمین زده شود، مشروط بر اینکه مدیریت ثابت بماند. عامل مهم دیگری که در تعیین اهداف عملکرد باید در نظر گرفته شود، نوع خاک است. آزمایشات خاک برای تعیین سطوح نیتروژن، فسفر و پتاسیم در خاک ضروری است تا بتوان گل آسیاب را با نرخ مناسب برای

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-05-07]
[DOR: 20.1001.1.20088787.1401.19.128.22.7]
[DOI: 10.22034/FSCT.19.128.23]

رفع نیازهای محصول اعمال کرد. دوره های طولانی هوای مرطوب می تواند تحویل گل آسیاب به مزارع را قطع کند و منجر به ذخیره این مواد شود. این مواد می‌توانند در مزارع یا مکان‌های دیگر تا یک سال باقی بمانند، اما تأثیر ذخیره‌سازی بر ارزش مواد مغذی مشخص نیست. همچنین، پیامدهای زیست محیطی از نظر رواناب مواد مغذی و شستشو در طول رویدادهای بارندگی شناخته شده نیست [۸].

در صورت استفاده از محصولات فرعی آسیاب، کاربرد آنها باید مناسب و ارزش غذایی آنها را در نظر گرفته شود و در نتیجه مصرف فعلی کود تجاری را در صورت لزوم کاهش دهد. این نیاز به دانش در مورد تأثیر اقتصادی، گزینه های مدیریت تغذیه در مزرعه از جمله مقایسه ارزش غذایی گل آسیاب با کودهای تجاری دارد. همچنین، نیاز به بررسی امکان سنجی استفاده از گل آسیاب از دیدگاه آسیابان و کشاورزان، از جمله مدیریت طولانی مدت و پایدار گل آسیاب وجود دارد. این امر مستلزم محاسبه هزینه‌ها و مزایای خصوصی (در مزرعه) کاربرد گل آسیاب و همچنین هزینه‌های اجتماعی یا زیست‌محیطی (خارج از مزرعه) از جمله شستشو یا بوی بد ناشی از انباشت (در کارخانه یا مزرعه)، فرسایش یا آب‌های زیرزمینی است. همچنین لازم است هزینه فرصت کاربرد گل آسیاب به دلیل غلظت فلزات سنگین در نظر گرفته شود که استفاده از زمین فعلی را فقط برای تولید نیشکر در آینده محدود می کند. نوع خاک و موقعیت مزرعه و پادوک به ویژه حساسیت یک منطقه به نهر یا رودخانه و همچنین توپوگرافی بر میزان کاربرد مناسب تأثیر می گذارد. این عوامل همچنین بر بهره وری نهایی انواع مختلف خاک در سایت های مختلف تأثیر می گذارد. گستره ای برای اصلاح گل آسیاب (مانند کاهش رطوبت یا کمپوست)، اصلاح سطل های نیشکر که می توانند برای بازگرداندن گل آسیاب به مزارع استفاده شوند، یا اصلاح وسایل نقلیه تحویل برای اجازه دادن به کاربردهای کوچکتر وجود دارد. این موضوعات مستلزم بررسی بیشتر در یک تحلیل جامع تر بر مبنای منطقه ای است.

در صورت استفاده از محصولات فرعی آسیاب، کاربرد آنها باید مناسب باشد و ارزش غذایی آنها را در نظر بگیرد و در نتیجه مصرف فعلی کود تجاری را در صورت لزوم کاهش دهد. این نیاز به دانش در مورد تأثیر اقتصادی گزینه های مدیریت تغذیه در مزرعه از جمله مقایسه ارزش غذایی گل آسیاب با کودهای تجاری دارد. همچنین، نیاز به بررسی امکان سنجی استفاده از گل آسیاب از دیدگاه آسیابان و پرورش دهندگان، از جمله مدیریت طولانی مدت و پایدار گل آسیاب وجود دارد. این امر مستلزم محاسبه هزینه‌ها و مزایای خصوصی (در مزرعه) کاربرد گل آسیاب و همچنین هزینه‌های اجتماعی یا زیست‌محیطی (خارج از مزرعه) از جمله شستشو یا بوی بد ناشی از انباشت (در کارخانه یا مزرعه)، فرسایش یا آب‌های زیرزمینی است. همچنین لازم است هزینه فرصت کاربرد گل آسیاب به دلیل غلظت فلزات سنگین در نظر گرفته شود که استفاده از زمین فعلی را فقط برای تولید نیشکر در آینده محدود می کند. نوع خاک و موقعیت مزرعه و پادوک به ویژه حساسیت یک منطقه به نهر یا رودخانه و همچنین توپوگرافی بر میزان کاربرد مناسب تأثیر می گذارد. این عوامل همچنین بر بهره وری نهایی انواع مختلف خاک در سایت های مختلف تأثیر می گذارد. گستره ای برای اصلاح گل آسیاب (مانند کاهش رطوبت یا کمپوست)، اصلاح سطل های نیشکر که می توانند برای بازگرداندن گل آسیاب به مزارع استفاده شوند، یا اصلاح وسایل نقلیه تحویل برای اجازه دادن به کاربردهای کوچکتر وجود دارد. این موضوعات مستلزم بررسی بیشتر در یک تحلیل جامع تر بر مبنای منطقه ای است.

٤- نتیجه گیری کلی

گل آسیاب اگرچه در حال حاضر به عنوان یک ماده ضایعاتی طبقه بندی نمی شود، اما به دلیل ماهیت منشاء آن، اساساً یک ناخالصی قابل حذف در صنعت نیشکر تلقی می شود. به عنوان اولین و بهترین سیاست، صنعت نیشکر باید به دنبال به حداقل رساندن سطح این ناخالصی باشد تا خطر آلودگی بالقوه در منبع به حداقل برسد. حجم گل آسیاب به دلیل عدم مکانیزه شدن صنعت نیشکر به ویژه به دلایل مختلف افزایش یافته است. کاهش سطح گل آسیاب در زمان برداشت را می توان با اتخاذ فناوری برداشت بهبود یافته مانند استفاده از حسگرهای برداشت که می تواند به دستیابی با دقت بالا در ارتفاع برش از سطح زمین کمک کند، در نتیجه آلودگی خاک را به حداقل می رساند. تحولات تاریخی در صنعت نیشکر، سیستم های انتقال و اهداف عملیاتی ممکن است منجر به این تفکر فعلی شده باشد که استفاده از زباله به عنوان یک ماده مولد بهترین

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-05-07]
[DOR: 20.1001.1.20088787.1401.19.128.22.7]
[DOI: 10.22034/FSCT.19.128.23]

راه حل برای دفع آن است. با این حال، تغییر نگرانی های جامعه، احتمال آسیب های جبران ناپذیر به زمین های زراعی و سایر خطرات زیست محیطی، به این معنی است که همه صنایع ملزم به حذف منابع آلودگی به بهترین شکل ممکن هستند. عدم انجام این کار ممکن است منجر به فشارهای نظارتی به نفع جامعه گسترده تر شود. در حالی که صنعت به طور جدی در حال بررسی اقدامات موثر برای استفاده از این محصولات جانبی به شیوه ای مسئولانه از نظر زیست محیطی است (مانند اصلاح با کاهش رطوبت یا کمپوست)، استفاده نهایی از آنها به مقرون به صرفه بودن اقدامات و انعطاف پذیری موجود در صنعت برای افزایش بستگی دارد. مقرون به صرفه بودن در این راستا، تحقیقات بیشتر برای اثبات شایستگی علمی روش‌های جایگزین برای به حداقل رساندن فعالیت‌های مولد آلودگی و یافتن راه‌های کارآمدتر برای تغییر ماهیت محصول جانبی برای کاهش خطرات زیست‌محیطی ضروری است. گل آسیاب منبع مفیدی از مواد مغذی گیاهی محسوب می شود، اما پتانسیل ایجاد عوارض جانبی را دارد. بنابراین، بررسی راه های جایگزین برای به دست آوردن مواد مغذی، به روش هایی که منجر به مدیریت مسئولانه زیست محیطی می شود، مهم است. ادغام گونه های حبوبات (مانند سویا) در تناوب زراعی برای تثبیت نیتروژن اتمسفر یکی از این امکان ها است. چنین محصولاتی همچنین می توانند دوام مالی شرکت نیشکر را افزایش دهند و در عین حال مزایای تکمیلی دیگری را به همراه داشته باشند و مزایای رویکردهای مدیریت یکپارچه آفات را افزایش دهند.

تجزیه و تحلیل اثربخشی هزینه گل آسیاب که در این مقاله خلاصه شده است، فقط هزینه ها و مزایای خصوصی (در مزرعه) و نرخ های مختلف کاربرد گل آسیاب را برای طیف وسیعی از فواصل در نظر گرفته است. بنابراین، این مطالعه هزینه‌های زیست‌محیطی مانند هزینه‌های آب‌شویی یا بوی بد ناشی از ذخیره‌سازی (چه در یک آسیاب یا در مزرعه)، فرسایش یا آلودگی آب‌های زیرزمینی به دلیل بارورسازی بیش از حد) و همچنین هزینه‌های ناشی از انباشت را در نظر نمی‌گیرد. همین ترتیب، مزایای گل آسیاب به دلیل ماهیت بهبود بخش و سایر اثرات مفید آن لحاظ نشده است. از طرفی در کارخانجات ایران افزایش گل آسیاب نیز می تواند به دلایل مختلف ازجمله عدم تکنولوژی صحیح برداشت نیشکر، فرسودگی دستگاهها و قدیمی بودن تکنولوژی تولید شکر از نیشکر باشد. بنابراین یک استراتژی جامع مدیریت گل آسیاب باید ویژگی‌های مکانی مزارع، مانند انواع خاک و طرح‌بندی پادوک‌ها و سایر ویژگی‌های جغرافیایی را که می‌توان به طور موثر در تجزیه و تحلیل GIS گنجانده شود، در نظر گرفت. این موضوعات مستلزم بررسی بیشتر است.

۵- منابع

[1] Choudhary, R., et al., Response of ratoon sugarcane to stubble shaving, off-barring, root pruning and band placement of basal fertilisers with a multi-purpose drill machine. Sugar Tech, 2017. 19(1): p. 33-40.

[2] Gholve, S., S. Kumbhar, and D. Bhoite, Recycling of various conventional and non-conventional organic sources in adsali sugarcane (saccharum officinarum l) planted with different planting patterns. Indian Sugar, 2001. 51(1): p. 23-27.

[3] Sarwar, M.A., et al., Appraisal of pressmud and inorganic fertilizers on soil properties, yield and sugarcane quality. Pakistan journal of botany, 2010. 42(2): p. 1361-1367.

[4] Singh, R.K., et al., Soil–plant–microbe interactions: use of nitrogen-fixing bacteria for plant growth and development in sugarcane, in Plant-microbe interactions in agro-ecological perspectives. 2017, Springer. p. 35-59.

[5] Dotaniya, M., et al., Effect of organic sources on phosphorus fractions and available phosphorus in Typic Haplustept. J Indian Soc Soil Sci, 2014. 62(1): p. 80-83.

[6] Khakimova, N., et al., Sugar Beet Processing Wastewater Treatment by Microalgae through Biosorption. Water, 2022. 14(6): p. 860.

[7] Chauhan, M.K., S. Chaudhary, and S. Kumar, Life cycle assessment of sugar industry: A review. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 2011. 15(7): p. 3445-3453.

[8] Qureshi, M.E., M.K. Wegener, and T. Mallawaarachchi, The economics of sugar mill waste management in the Australian Sugar Industry: Mill mud case study, 2001.

[9] Sharma, S. and H. Simsek, Sugar beet industry process wastewater treatment using electrochemical methods and optimization of parameters using response surface

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-05-07]
[DOR: 20.1001.1.20088787.1401.19.128.22.7]
[DOI: 10.22034/FSCT.19.128.23]

methodology. Chemosphere, 2020. 238: p. 124669.
[10] Vaccari, G., et al., Overview of the environmental problems in beet sugar processing: possible solutions. Journal of Cleaner Production, 2005. 13(5): p. 499-507.
[11] Ross, M.E., et al., Nitrogen uptake by the macro-algae Cladophora coelothrix and Cladophora parriaudii: Influence on growth, nitrogen preference and biochemical composition. Algal Research, 2018. 30: p. 1-10.
[12] Mohsenpour, S.F., et al., Integrating micro-algae into wastewater treatment: A review. Science of the Total Environment, 2021. 752: p. 142168.
[13] AlMomani, F.A. and B. Örmeci, Performance Of Chlorella Vulgaris, Neochloris Oleoabundans, and mixed indigenous microalgae for treatment of primary effluent, secondary effluent and centrate. Ecological Engineering, 2016. 95: p. 280-289.
[14] Hongyang, S., et al., Cultivation of Chlorella pyrenoidosa in soybean processing wastewater. Bioresource Technology, 2011. 102(21): p. 9884-9890.
[15] Travieso, L., et al., Batch mixed culture of Chlorella vulgaris using settled and diluted piggery waste. Ecological Engineering, 2006. 28(2): p. 158-165.
[16] Usha, M., et al., Removal of nutrients and organic pollution load from pulp and paper mill effluent by microalgae in outdoor open pond. Bioresource technology, 2016. 214: p. 856-860.
[17] Posadas, E., et al., Enclosed tubular and open algal–bacterial biofilm photobioreactors for carbon and nutrient removal from domestic wastewater. Ecological engineering, 2014. 67: p. 156-164.
[18] Zewdie, D.T. and A.Y. Ali, Cultivation of microalgae for biofuel production: coupling with sugarcane-processing factories. Energy, Sustainability and Society, 2020. 10(1): p. 1-16.
[19] Hu, W., Dry weight and cell density of individual algal and cyanobacterial cells for algae research and development. 2014: University of Missouri-Columbia.
[20] Chapman, L., Australian sugar industry by-products recycle plant nutrients. Downstream Effects of Land Use. Hunter, HM, AG Eyles, and GE Rayment,(eds.). Queensland Department of National Resources, Queensland, Australia, 1996.
[21] Keeffe, E.C., Rapid nutrient determination of sugarcane milling by-products using near infrared spectroscopy, 2013, Queensland University of Technology.
[22] Calcino, D., et al., Australian sugarcane nutrition manual. 2018.
[23] De Aguiar, C.L., et al., Factors affecting color formation during storage of white crystal sugar. Focusing Mod. Food Ind, 2015. 4: p. 1-10.
[24] Chapman, L., M. Haysom, and C. Chardon. Checking the fertility of Queensland's sugar land. in Proceedings of the 1981 Conference of the Australian Society of Sugar Cane Technologists, held at Bundaberg, Queensland from 11th May to 15th May, 1981/edited by OW Sturgess. 1981. Brisbane, Qld.: Watson Ferguson and Co., 1981.
[25] Kingston, G. A role for silicon, nitrogen and reduced bulk density in yield responses to sugar mill ash and filter mud/ash mixtures. in Proceedings-Australian Society OF Sugar Cane Technologists. 1999. Watson Ferguson And Company.
[26] Barry, G., et al., Recycling sugar industry by-products and municipal biosolids on canelands. Environmental short course for sustainable sugar production CRC for Sustainable Sugar Production, Townville, 2000.
[27] Schroeder, B., A. Wood, and G. Kingston. Re-evaluation of the basis for fertiliser recommendations in the Australian sugar industry. in PROCEEDINGS-Australian Society Of Sugar Cane Technologists. 1998. Watson Ferguson And Company.
[28] Wegener, M. Re-evaluation of the basis for fertiliser recommendations in the Australian sugar industry: an economic perspective. 1999. Australian Society of Sugar Cane Technologists.
[29] Lory, J., Managing manure phosphorous to protect water quality, Soil and fertiliser management, Agricultural MU Guide, MU Extension, University of Missouri, 2000.
[30] Bhat, S.A., J. Singh, and A.P. Vig, Vermistabilization of sugar beet (Beta vulgaris L) waste produced from sugar factory using earthworm Eisenia fetida: Genotoxic assessment by Allium cepa test.

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-05-07]
[DOR: 20.1001.1.20088787.1401.19.128.22.7]
[DOI: 10.22034/FSCT.19.128.23]

Environmental Science and Pollution Research, 2015. 22(15): p. 11236-11254.
[31] Suffo, M., M. De La Mata, and S. Molina, A sugar-beet waste based thermoplastic agro-composite as substitute for raw materials. Journal of Cleaner Production, 2020. 257: p. 120382.
[32] Lashen, Z.M., et al., Remediation of Cd and Cu contaminated water and soil using novel nanomaterials derived from sugar beet processing-and clay brick factory-solid wastes. Journal of Hazardous Materials, 2022: p. 128205.
[33] Honarvar, M., et al., Possibility of producing compost and vermicompost from sugar beet waste in the sugar factory. 2011.
[34] Beiki, H. and M. Keramati, Improvement of methane production from sugar beet wastes using TiO2 and Fe3O4 nanoparticles and chitosan micropowder additives. Applied biochemistry and biotechnology, 2019. 189(1): p. 13-25.
[35] Council, A.C., Code of Practice for Sustainable Cane Growing in Queensland, 1998.
[36] Barry, G., A. Price, and P. Lynch. Some implications of the recycling of sugar industry by-products. in Proceedings-Australian Society Of Sugar Cane Technologists. 1998. Watson Ferguson And Company.

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-05-07]
[DOR: 20.1001.1.20088787.1401.19.128.22.7]
[DOI: 10.22034/FSCT.19.128.23]

Journal of Food Science and Technology (Iran)

Homepage:www.fsct.modares.ir

Scientific Research

Investigation of wastewater management of effluent produced in sugarcane sugar factories in southern regions of Iran

Norouzi, M. [1*], Danai, A. [2]

1. The manager of the plan and program of the sugar and food industry of Paniz Pham Company and a PhD student in the field of business administration, marketing orientation, Islamic Azad University, Semnan branch, Iran.
2. Associate Professor, Department of Management, Semnan Branch, Islamic Azad University, Semnan, Iran.

ABSTRACT

Mill flower is one of the by-products that is produced in significant volumes. Mill flour is often mixed with mill ash from bagasse baking, which together forms the bulk of mill waste in sugar factories for disposal. Low levels of nutrients and high humidity make mill flour a dilute source of nutrients, and the demand for mill flour as a valuable material is higher from farmers and biotechnology companies, which leads to the accumulation of mill mud in most factories. The obvious use of mill mud is its use in sugarcane fields. As a result, the continued use of high-rate mill mud and ash, without proper knowledge of soil conditions and crop needs, has caused much concern in recent years. The risk of over-fertilization and heavy metal contamination on sugarcane fields and concerns about the off-site effects of leakage into waterways have raised questions about the excessive use of mill mud in industry. In this regard, this study examines the issues related to the responsible management of mill flowers produced in sugar or sucrose factories from sugarcane (a case study of sugarcane factories in southern Iran) and its cost-effectiveness in a wider range of farms away from mills. Reported as a means to minimize environmental hazards. Thus, the estimated size of food resources in the mill produced by Farabi and Dehkhoda sugarcane companies is 7300 tons of nitrogen and 4500 tons of phosphorus per year. This represents 60% of the 7700 tonnes of phosphorus estimated as fertilizer on sugarcane fields in 1400.

ARTICLE INFO

Article History:

Received 2022/ 06/ 18
Accepted 2022/ 07/ 31

Keywords:

Waste Management,
Milling Efficiency Management,
Heavy Metals,
Sugarcane Nutrients.

DOI: 10.22034/FSCT.19.128.23
DOR: 20.1001.1.20088787.1401.19.128.22.7

*Corresponding Author E-Mail:
norozi_mo@yahoo.com

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-05-07]
[DOR: 20.1001.1.20088787.1401.19.128.22.7]
[DOI: 10.22034/FSCT.19.128.23]