Journal of Agricultural Economics Research

Winter 2024. Vol 15. Issue 4

ISSN (Print): 2008-6407 - ISSN (Online): 2423-7248

Research Paper

Livestock diet optimization with emphasis on reducing greenhouse gases emissions: A case study of an industrial nurture unit of Holstein dairy cows in Sari

Zahra Rashid Sanchuli [1], Seyed-Ali Hosseini-Yekani [2 *], Fatemeh Kashiri Kolaei [3]

1. Graduate student of Agricultural Economics, Sari University of Agricultural Sciences and Natural Resources
2. Associate Professor of Agricultural Economics, Sari University of Agricultural Sciences and Natural Resources
3. Assistant Professor of Agricultural Economics, Sari University of Agricultural Sciences and Natural Resources

Received:2019/05/12
Accepted:2021/09/12
PP:69-79

Use your device to scan and read the article online

DOI:
10.30495/jae.2022.21349.2015

Keywords:
Cost minimization, Environmental goals, Holstein cows, Mathematical programming.

Abstract

Introduction: One of the significant subjects addressed in several local and international researches is global warming and the contribution of greenhouse gases to its development. Among the activities that contribute to these gasses are practices related to animal husbandry. Feces and intestinal gasses are the two major ways that animals release these gases. This study determines optimal ration for lowering greenhouse gas emissions in addition to the optimal ration for dairy cows based on the objective of minimizing the ration cost, and the results are compared.

Materials and Methods: Two mathematical programming models were solved in this study in order to determine the optimal ration that is compatible with environmental goals for 600 kg Holstein dairy cows that produce 30 kg of milk on average per day in an industrial cattle breeding unit in Sari. The objective was to compare this ration with the optimal ration that results from conventional patterns of ration determination, which are based on ration cost minimization.

Findings: The results show that beet pulp, wheat bran, wheat straw, and barley, with values of (15.825), (7.912), and (7.912), respectively, and (7.723) kg per day, take the greatest share in terms of the optimal ration when determined in the setting of reducing ration expenses. In various cost scenarios, a greater proportion of products such as wheat bran, beet pulp, and corn silage are used to minimize greenhouse gas emissions. Among the materials that have been reduced to further minimize greenhouse gas emissions are barley and wheat straw. The findings indicate that a 26.6% reduction in greenhouse gas emissions would require spending around 20% more than would be required for conventional models.

Conclusion: In general, it can be claimed that choosing an inappropriate ration from an environmental perspective results from using conventional ration determination models, which are centered on the minimization of ration cost and ignore the reduction of environmental consequences like the emission of greenhouse gases.

Citation: Rashid Sanchuli Z., Hosseini-Yekani S. A., Kashiri Kolaei F. (2024) Livestock diet optimization with emphasis on reducing greenhouse gases emissions: A case study of an industrial nurture unit of Holstein dairy cows in Sari. Journal of Agricultural Economics Research.15(4):69-79

***Corresponding author:** Seyed-Ali Hosseini-Yekani

Address: Associate Professor of Agricultural Economics, Sari University of Agricultural Sciences and Natural Resources

Tell: 009891117781432

Email: hosseiniyekani@gmail.com

Extended Abstract

Introduction:

One of the major issues being considered in many societies is the rise in greenhouse gas emissions. H2O (vapor), CO2, CH4, N2O, CFCs, O3, and PFCs are examples of greenhouse gases; of these, CO2 and CH4 are the most important. Agricultural activities include rearing cattle, growing rice, and burning plant and soil residues are some of the major causes of these gasses. Among greenhouse gasses, agricultural activities generate 2.58 percent of CO2, 1.42 percent of CH4, and 40.39 percent of N2O. In terms of greenhouse gas production, stock raising and managing soils rank fourth and fifth in Iran, with %3.2 and %1, respectively. Therefore, the likelihood of environmental pollution increases if stock raising in Iran lacks appropriate feeding procedures, such that increased feeding leads to increased levels of pollution and excrement.

Cheap rationing systems have been employed to calculate the right ration, as animal feed accounts for a large amount of the expenditures. Two rations have been offered for dairy cows in the current research. Two proposals have been made, one to reduce ration expenditures and the other to reduce greenhouse gas emissions; the results have then been compared.

Materials and Methods

The optimal ration has been found with the use of mathematical algorithms. This allows for the most quickly feasible provision of a ration based on available resources. The main ration only takes reducing expenses into account; as a result, it could have environmental problems like emitting an excessive amount of greenhouse gases. As a result, an additional ration is required to take the plan's environmental issues into account. The purpose of the second ration, which is the object of this study, was to reduce the amount of greenhouse gasses. The gases that have been examined in this study include CH4 generated from food digestion and CH4 produced from excrement. N2O of excrement is produced directly through nitrification and DE nitrification and indirectly through waste of N in the form of ammonia and NOx. The expenses of the ration in 2015 costs, ingredients, and the minimum amount of nutrients required for the animal were the required data for these models. The previous data was taken from an NRC book and tables of nutritional requirements for animal and poultry sciences, and it applied to a dairy cow that produced thirty liters of milk a day and weighed an average of 600 kg. In Iran.

Findings

In order to reduce the ration's expenses to the lowest possible level, 15.825 kg of beet per day replaced the corn. Wheat straw, wheat grain, and Alfa came in second and third, respectively. Again, due to higher expenses, fishmeal, grain silk, and whole soybeans were removed of the ration. In this model, the rate of greenhouse gas emission was 22.776 units of CO2, and the amount of funding needed was 398830 Rials, which represented a drop of 109585.4 Rials when compared to the base price. Emissions from greenhouse gasses are decreased more (by around 19.9%) with a 5% rise in ration costs. Greenhouse gas emissions will drop by 26.6% if overall costs rise by 20%. Increases in cost above twenty percent will result in extremely little and insignificant reductions in greenhouse gas emissions. Since there could be a 20% cost increase, raising this amount would not be financially advantageous. As can be shown, products like corn silage, beet pulp, and wheat bran have a bigger proportion than other materials with the reduction of greenhouse gas emissions in various situations. Additionally, grains like barley and wheat barley lower the amount of greenhouse gasses in the diet.

Discussion

The findings of the study indicate that it is preferable to have products like corn silage, beet pulp, and wheat bran which are more expensive than other materials in order to lower greenhouse gas emissions under various cost scenarios. In an effort to reduce rations and decrease emissions of greenhouse gases, barley and wheat have also been employed. The study's findings show that while it is not possible to completely eradicate greenhouse gas emissions from agricultural activities, it is possible to reduce them to a certain degree at a higher cost. Additionally, the technology can be used to produce gases that will help supply biomass energy, such as electricity. Carbon taxes are one of the other effective methods that may be used in conjunction with milk producer units to significantly decrease greenhouse gas emissions. Only a few of the potentially fatal illnesses in dairy cows have been examined in this study. To provide more insightful data, a life cycle assessment strategy is suggested.

Conclusion

Finally, based on the results of this study, it can be concluded that choosing rations that are inappropriate for the environment results from using conventional ration determination models, which are focused on minimizing ration cost rather than reducing environmental effects like greenhouse gas emissions.

Ethical Considerations

Compliance with ethical guidelines

All subjects full fill the informed consent.

Funding

No funding.

Authors' contributions

Design and conceptualization: Zahra Rashid Sanchuli, Seyed-Ali Hosseini-Yekani, Fatemeh Kashiri Kolaei; Methodology and data analysis: Zahra Rashid Sanchuli, Seyed-Ali Hosseini-Yekani, Fatemeh Kashiri Kolaei; Supervision and final writing: Zahra Rashid Sanchuli, Seyed-Ali Hosseini-Yekani, Fatemeh Kashiri Kolaei.

Conflicts of interest

The authors declared no conflict of interest.

فصلنامه علمی – پژوهشی تحقیقات اقتصاد کشاورزی

زمستان ۱۴۰۲.دوره ۱۵. شماره ۴

شاپا چاپی: ۶۴۰۷ -۲۰۰۸ – شاپا الکترونیکی: ۲۴۲۳-۷۲۴۸

مقاله پژوهشی

بهینه‌سازی جیره دام با تأکید بر کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای: مطالعه موردی یک واحد پرورش صنعتی گاوهای شیری هلشتاین در ساری

زهرا رشید سنچولی[۱]، سید علی حسینی یکانی[۲*]، فاطمه کشیری کلائی[۳]

۱. دانش‌آموخته کارشناسی ارشد اقتصاد کشاورزی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری

۲. دانشیار گروه اقتصاد کشاورزی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری

۳. استادیار اقتصاد کشاورزی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری

تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۰۲/۲۲

تاریخ پذیرش:۱۴۰۰/۰۶/۲۱

شماره صفحات:۷۹-۶۹

از دستگاه خود برای اسکن و خواندن مقاله به صورت آنلاین استفاده کنید

DOI:
10.30495/jae.2022.21349.2015

واژه‌های کلیدی:
اهداف زیست محیطی، برنامه‌ریزی ریاضی، کمینه‌سازی هزینه، گاوهای هلشتاین.

چکیده

مقدمه و هدف: گرمایش زمین و نقش گازهای گلخانه‌ای در ایجاد آن، یکی از موضوعات مهم مورد بررسی در بسیاری از مطالعات داخلی و خارجی می‌باشد. از جمله عوامل ایجاد کننده این گازها، فعالیت‌های دامپروری است. دو روش عمده انتشار این گازها از دام از طریق دفع مدفوع و نیز دفع گازهای روده‌ای می‌باشد. در مطالعه حاضر، علاوه بر تعیین جیره بهینه گاوهای شیری مبتنی بر هدف حداقل‌سازی هزینه جیره، جیره‌ی بهینه‌ای در راستای کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای نیز تعیین و نتایج آنها مورد مقایسه قرار می‌گیرد.

مواد و روش‌ها: در این مطالعه، به‌منظور تعیین جیره بهینه سازگار با اهداف زیست‌محیطی برای گاوهای شیری نژاد هلشتاین با وزن ۶۰۰ کیلوگرم و تولید متوسط ۳۰ کیلوگرم شیر در روز در یک واحد گاوداری صنعتی در ساری و مقایسه آن با جیره بهینه حاصل از الگوهای متعارف تعیین جیره که مبتنی بر کمینه‌سازی هزینه جیره بوده اند، دو الگوی برنامه‌ریزی ریاضی حل شد.

یافته‌ها: طبق نتایج به دست آمده در شرایط تعیین جیره بهینه مبتنی بر هدف بر کمینه‌سازی هزینه‌های جیره، تفاله چغندر، سبوس گندم، کاه گندم و جو به ترتیب با مقادیر (۱۵/۸۲۵)، (۷/۹۱۲)، (۷/۹۱۲) و (۷/۷۲۳) کیلوگرم در روز، بیشترین سهم را از آن خود می‌کنند. به‌منظور کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای در سناریوهای مختلف هزینه، موادی مانند سیلوی ذرت، تفاله چغندر و سبوس گندم سهم بالاتری نسبت به سایر مواد دارند. جو و کاه گندم نیز از موادی بوده که برای کاهش بیشتر گازهای گلخانه‌ای در جیره کاهش می‌یابند. برمبنای نتایج، به‌منظور کاهش ۲۶/۶ درصدی در انتشار گازهای گلخانه‌ای لازم است هزینه‌ای در حدود ۲۰ درصد بالاتر از هزینه حاصل از مدل‌های متعارف صرف نمود.

بحث و نتیجه‌گیری: در مجموع می‌توان گفت استفاده از مدل‌های متعارف تعیین جیره که مبتنی بر کمینه‌سازی هزینه جیره هستند و عدم توجه به کاهش تبعات زیست‌محیطی نظیر انتشار گازهای گلخانه‌ای، منجر به انتخاب جیره‌ای نامناسب از بعد زیست‌محیطی می‌شود.

* **نویسنده مسوول:** سید علی حسینی یکانی

نشانی: دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری

تلفن: ۰۹۱۱۷۷۸۱۴۳۲

پست الکترونیکی: hosseiniyekani@gmail.com

مقدمه

یکی از مباحث مهم که در بین جوامع مورد بحث و بررسی قرارگرفته است، موضوع گرمایش زمین است. از مهمترین عوامل در بحران گرمایش زمین، افزایش بیش از حد گازهای گلخانه‌ای می‌باشد. گازهای گلخانه‌ای شامل بخارآب (H_2O)، دی‌اکسیدکربن (CO_2)، متان (CH_4)، اکسیدنیتروژن (N_2O)، کلروفلوئوروکربن (CFC_s)، ازن جو پایین (O_3) و پروفلوئوروکربن‌ها (PFC_s) می‌باشند که مهم‌ترین آن‌ها CO_2 و CH_4 می‌باشند (۱). بر اساس گزارشات ملی میزان انتشار گازهای گلخانه‌ای در ایران در بخش انرژی ۷۰۰/۲، صنعت ۶۹/۸، کشاورزی ۴۴/۴، جنگل ۹/۲، پسماندها ۲۷/۹ و در مجموع ۸۵۱/۵ میلیون تن معادل CO_2 می‌باشد (IPCC, 2010). همچنین میزان تولید سالانه گاز متان ۵۰۰–۳۵۰ میلیون تن، دی‌اکسیدکربن بیش از ۳۰ بیلیون تن و مونوکسیدنیتروژن ۱۳–۷ میلیون تن در کشور است (۲). مقدار انتشار گازهای گلخانه‌ای در سال‌های ۲۰۱۰–۲۰۰۰ در جهان بطور متوسط سالانه در حدود ۱ میلیارد تن معادل CO_2 افزایش یافته است. CO_2 با ۰/۷۶٪ سهم از کل انتشارات این گازها مهمترین گاز گلخانه‌ای ناشی از فعالیت بشر بوده و بعد از آن متان با ۰/۱۶٪، اکسیدنیتروس با ۶٪ و گازهای فلوئوردار با ۲٪ در رتبه‌های دوم تا چهارم قرار دارند (۳).

با صنعتی شدن جوامع بسیاری از فعالیت‌ها از جمله حمل و نقل، صنایع و دامپروری سبب تخریب طبیعت شده‌اند. یکی از منابع مهم ایجاد آلودگی گازهای گلخانه‌ای، فعالیت کشاورزی می‌باشد. در بخش کشاورزی مهمترین منابع انتشار گازهای گلخانه‌ای شامل فعالیت‌های دامی، کشت برنج، سوزاندن بقایای گیاهی و خاک‌های کشاورزی می‌باشد (۴). گازهای گلخانه‌ای مهم ناشی از فعالیت‌های کشاورزی نیز شامل CO_2، CH_4 و N_2O می‌باشد. سهم بخش کشاورزی در ایران در تولید CO_2، ۲/۵۸ درصد، CH_4، ۱/۴۲ درصد و N_2O، ۴۰/۳۹ درصد می‌باشد. همچنین، دامپروری با سهم ۳/۲ درصد و مدیریت خاک (کودهای شیمیایی و شخم زدن زمین) با سهم ۱ درصد به ترتیب رتبه‌های چهارم و پنجم را در تولید گازهای گلخانه‌ای در ایران به خود اختصاص داده‌اند (۵). بنابراین، می‌توان اذعان نمود که در بخش کشاورزی، فعالیت‌های دامپروری نقش قابل توجهی را در تولید گازهای گلخانه‌ای دارند.

نشخوارکنندگان و برخی از غیرنشخوارکنندگان با تخمیر مواد غذایی در سیستم گوارش خود گاز متان تولید می‌کنند. در اثر انباشت کودهای دامی و فساد و تجزیه آن در شرایط غیرهوازی، نیز گاز متان تولید می‌شود (۱). به‌طور کلی گفته می‌شود ۲۸ درصد از متان ورودی به جو ناشی از نشخوار گاوها می‌باشد. لذا اگر فعالیت‌های دامی برنامه تغذیه‌ای مناسب نداشته باشند، امکان آلوده کردن محیط بیشتر خواهد شد به‌طوری‌که هرچه مصرف مواد مغذی توسط دام بیشتر باشد، دفع مواد نیز بیشتر خواهد بود که خود منجر به افزایش آلودگی می‌شود (۶). در گرم کردن کره زمین گاز متان ۷۲ بار از دی‌اکسیدکربن موثرتر است و تنها ۱۲ ساعت در جو می‌ماند. همچنین، متان ۲۰ برابر از دی‌اکسیدکربن سمی‌تر است (۷). یکی دیگر از گازهای منتشره از کود دام، اکسید نیتروس است که هم به صورت مستقیم (از طریق فرآیند نیتروفیکاسیون و دی نیتروفیکاسیون) و هم به صورت غیر مستقیم (در اثر هدررفت گاز ازت به صورت آمونیاک و NO_X) منتشر می‌شود (۴).

با توجه به سهم ۱۵ درصدی گله‌های گاوهای شیری در انتشار گاز متان در کشور (۷) و اهمیت جیره مصرفی در انتشار گازهای گلخانه‌ای، لازم است جیره مصرفی مناسبی برای این نوع دام‌ها تعیین شود. از آنجاکه هزینه خوراک دام، درصد بالایی از هزینه‌های دامداری را شامل می‌شود لذا به طور متعارف به منظور تعیین جیره بهینه، از روش‌های جیره‌بندی کم‌هزینه استفاده شده است. در واقع در مطالعات گذشته کارشناسان علوم تغذیه دام با به کارگیری روش برنامه‌ریزی خطی با هدف کاهش هزینه‌ها و با در نظر گرفتن نیازهای دام اقدام به جیره‌نویسی نموده‌اند. اما با توجه به مطالب از پیش گفته شده، امروزه علاوه بر اهداف اقتصادی و تغذیه‌ای، اهداف زیست‌محیطی نیز باید در جیره‌نویسی مدنظر قرار گیرد (۸) که در مطالعه حاضر، علاوه بر تعیین جیره بهینه گاوهای شیری مبتنی بر هدف کمینه سازی هزینه جیره، جیره‌ی بهینه‌ای در راستای کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای نیز تعیین و نتایج آنها مورد مقایسه قرار گرفته است.

در راستای بررسی میزان انتشار گازهای گلخانه‌ای در دامداری‌ها و همچنین تعیین جیره بهینه برای واحدهای دامی از جمله گاوداری‌ها، مطالعات زیادی در داخل و خارج از کشور انجام شده است. برای مثال اداوی و همکاران (۷) در اصفهان، به بررسی نقش دامداری‌های صنعتی در تولید متان و راهکارهای کاهش آن پرداختند. آنها دریافتند با افزایش خوراک مصرفی روزانه، افزایش مصرف ماده خشکی که قابلیت هضم بیشتری در شکمبه دارد، استفاده از افزودنی‌هایی مانند موتنسین ولازالوسید، استفاده از اسیدهای آلی، مهار و کنترل واکنش‌های متانوژنسیس و واکسیناسیون می‌توان تولید متان را کاهش داد. یاقوتی خراسانی و بخشوده (۹) با استفاده از روش برنامه‌ریزی خطی و منطق فازی، جیره‌ای برای گاوهای شیری شرکت سهامی – زراعی تربت‌جام در زیر گروه‌های گوناگون در جهت افزایش سوددهی تهیه کردند. نتایج پژوهش نشان داد که با در نظر گرفتن انعطاف‌پذیری بالا

در روش فازی، در بیشتر گروه‌ها وجود هزینه پایین‌تر منجر به انتخاب این روش در برابر برنامه قـاطع بـه عنوان جیره بهینه شده است. مطلبی و کهنسال (۸) با استفاده از مدل برنامه‌ریزی چندهدفه کنشی (IMGP)[1]، جیره غذایی بهینه را برای گاو شیری منطبق با معیارهای اقتصادی، زیست‌محیطی و تغذیه‌ای در مشهد تعیین نمودند. آن‌ها دریافتند جیره تهیه شده با استفاده از روش (IMGP) متعادل است چون در آن از کلیه مواد غذایی به طور متعادل استفاده شده است. همچنین هزینه تهیه یک کیلوگرم جیره با استفاده از موادغذایی ذکر شده در این روش ۲۴ ریال از روش (GP)[2] کمتر است. این امر در مورد فسفر نیز صادق است.

در مطالعات خارجی، مورائس و همکاران (۱۰) به منظور کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای در کشاورزی کالیفرنیا، به کمینه‌سازی هزینه‌های رژیم غذایی و انتشارات متان ناشی از تخمیر روده‌ای در گاوهای شیری، در ۴۰ واحد تولید لبنیات پرداختند. آن‌ها دریافتند تعیین جیره با هدف کاهش هزینه منجر به افزایش انتشار گازهای گلخانه‌ای خواهد شد و اگر هدف کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای باشد، هزینه‌های جیره افزایش می‌یابد. بنابراین با ترکیب این دو مدل، در قالب یک مدل برنامه‌ریزی آرمانی جیره مناسب را پیشنهاد دادند. وایت و همکاران (۱۱) نیز در یک بررسی به بهینه‌سازی رژیم غذایی و مدیریت مرتع برای بهبود پایداری تولید گوشت گاو در ایالات متحده پرداختند. آن‌ها ضمن استفاده از روش برنامه‌ریزی غیرخطی، دریافتند که در یک مقیاس ملی، بهینه‌سازی تک هدفه با کاهش تغییرات در انتشار گازهای گلخانه‌ای، استفاده از زمین و استفاده از آب به میزان ۳/۶، ۵/۴، ۴/۳ درصد با تغییر در رژیم غذایی امکان‌پذیر بود. همچنین با بهینه‌سازی چند هدفه، انتشار گازهای گلخانه‌ای، زمین و آب مصرفی به‌طور هم‌زمان ۲/۳ درصد کاهش یافت.

هاوکینز و همکاران (۱۲) در کانادا، بهینه‌سازی و تنظیم جیره را به عنوان یک استراتژی با هدف بیشینه‌سازی بازدهی تولید شیر و محدودیت دستیابی به کمترین حد مواد مغذی و کاهش گازهای گلخانه‌ای در سیستم‌های تولید شیر بررسی کردند و به این نتیجه رسیدند که جایگزینی سیلاژ ذرت با یونجه می‌تواند منجر به کاهش قابل ملاحظه‌ای در تولید گازهای گلخانه‌ای شود. در مطالعه‌ای دیگر پودکووا و همکاران (۱۳) در لهستان به بررسی انتشار گازهای گلخانه‌ای توسط گاوها پرداختند و به این نتیجه رسیدند مقدار گاز تولید شده توسط گاوها می‌تواند با انتخاب حیوانات اصلاح شده و بهبود ژنتیک دام کاهش یابد. گاو شیری با راندمان تولید بالاتر، تولید شیر با محتوای پروتئین بالاتر و در عین حال کاهش میزان چربی باعث انتشار گازهای گلخانه‌ای کمتری در محیط زیست می‌شود. همچنین افزایش نسبت خوراک مخلوط در جیره دام باعث کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای به خصوص متان می‌شود.

با توجه به بررسی‌های صورت گرفته، در مطالعات داخلی در بهینه‌سازی جیره دام کمتر به مسئله زیست محیطی نظیر کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای پرداخته شده است اما در مطالعات خارجی این مسئله بیشتر مورد بررسی قرار گرفته است. به‌عنوان مثال در مطالعات داخلی به‌منظور لحاظ بعد زیست‌محیطی در تعیین جیره بهینه، تنها کمینه‌سازی مصرف فسفر مدنظر قرار گرفته است. همچنین در مطالعاتی که به بررسی انتشار گازهای گلخانه‌ای واحدهای دامی پرداخته شده است، تنها محاسبه این گازها مدنظر قرار گرفته و هیچگونه بهینه‌سازی در زمینه انتشار گازهای گلخانه‌ای در قالب تعیین جیره صورت نگرفته است. اما در مطالعات خارجی هم از طریق مدل‌های چندهدفه و هم از طریق مدل‌های تک‌هدفه به این مسئله مهم پرداخته شده است که در این مطالعه با به‌کارگیری برخی مدل‌های پیشنهادی آنها از جمله هاوکینز و همکاران (۱۲)، به تعیین جیره بهینه دام در راستای کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای پرداخته شده است. در پژوهش حاضر به منظور تعیین جیره بهینه و سازگار با اهداف زیست‌محیطی یک واحد دامداری گاو شیری و مقایسه آن با جیره بهینه حاصل از مدل‌های متعارف تعیین جیره که مبتنی بر کمینه‌سازی هزینه جیره بوده‌اند، دو الگوی برنامه‌ریزی ریاضی حل شده است. به‌طوری که در ابتدا جیره بهینه تنها با هدف کمینه‌سازی هزینه جیره تعیین و در الگوی بعدی، جیره بهینه‌ای با هدف کمینه‌سازی انتشار گازهای گلخانه‌ای با قید عدم فزونی هزینه‌ها از مقادیری مشخص تعیین شده است. الگوی دوم نتایجی را ارائه می‌دهد که ضمن کاهش هزینه‌ها تا حدی مشخص، انتشار گازهای گلخانه‌ای را برای گاوهای شیری نیز کاهش می‌دهد.

مواد و روش‌ها:

در روش متعارف، به‌منظور تعیین جیره بهینه با هدف کاهش هزینه‌ها از روش برنامه‌ریزی ریاضی به فرم کلی رابطه (۱) تا (۳) استفاده می شود. این روش به‌صورت سریع و کارآمد، ترکیبی بهینه از مواد تشکیل دهنده جیره را با استفاده از منابع در دسترس و با در نظر گرفتن اهداف مضمون در اختیار قرار می‌دهد.

$$\text{Minimize } TC=\sum_{j=1}^{n} C_j x_j \qquad (۱)$$

$$\text{Subject to } : \sum_{j=1}^{n} a_{ij} x_j \geq b_i \qquad (۲)$$

$$x_j \geq 0 \qquad (۳)$$

1 Interactive multi objective goal programming
2 Goal programming

رابطه (۱) مربوط به تابع هدف کمینه‌سازی جیره است که در آن TC هزینه کل جیره، C هزینه مواد تشکیل دهنده ماده‌ی j و x_j مقدار ماده j در جیره است. رابطه (۲) محدودیت مربوط به تأمین کمترین نیاز به مواد مغذی است که در آن a_{ij}، مقدار مواد مغذی i در ماده j و b_i، کمترین مقدار مورد نیاز مواد مغذی i در جیره می‌باشد. محدودیت سوم هم نشان‌دهنده غیرمنفی بودن متغیرها است.

جیره‌ای که با استفاده از مدل فوق به دست می‌آید فقط با هدف کمینه‌سازی هزینه و تأمین کمینه مواد مورد نیاز دام می‌باشد. اما جیره تعیین شده ممکن است تبعات منفی مانند انتشار گازهای گلخانه‌ای بالایی را به همراه داشته باشد. بنابراین لازم است جیره تعیین شده علاوه بر مسائل اقتصادی، دربرگیرنده مسائل زیست‌محیطی نیز باشد. به همین دلیل در مطالعه حاضر به ارائه مدلی پرداخته می‌شود که به دنبال کمینه‌سازی آلودگی زیست‌محیطی با رویکرد کاهش انتشارگازهای گلخانه‌ای می‌باشد. شایان ذکر است که گاز متان برای دام به دو صورت زیر قابل محاسبه است:

۱) متان ناشی از گازهای روده‌ای: این گاز بر اثر فرآیند هضم غذا در دام ها تولید می شود. این نوع از انتشار متان را می‌توان با توجه به رابطه (۴) محاسبه نمود (۱۴).

$$CH_{41}=2.16+(0.493*DMI)-(1.36*ADF)+(1.97*NDF) \quad (۴)$$

در این رابطه CH_{41} بیانگر متان ناشی از گازهای روده‌ای، (بر حسب مگاژول به ازای هر رأس دام در روز)، DMI ماده خشک مصرفی (بر حسب گرم)، ADF فیبر غیرقابل هضم در محلول اسیدی (بر حسب گرم) و NDF فیبر غیرقابل هضم در محلول خنثی (بر حسب گرم) می‌باشد.

۲) متان ناشی از مدفوع: میزان متان آزاد شده پس از دفع مدفوع دام می‌باشد، که این نوع از انتشار مطابق رابطه (۵) محاسبه می‌شود (۱۵).

$$CH_{42}= VS*BO*MCF*\ 0.67 \quad (۵)$$

که در آن CH_{42} معرف متان ناشی از مدفوع (بر حسب کیلوگرم) و VS بیانگر مواد جامد فرار است که از طریق رابطه (۶) قابل محاسبه است. BO بیشینه ظرفیت تولید متان از VS و MCF فاکتور تبدیل VS به متان است. همچنین ضریب ۰/۶۷ فاکتور تبدیل مترمکعب متان به کیلوگرم متان است (۱۵).

$$VS= (GE*(1-(\frac{TDN}{100}))+(0.04*GE))*(\frac{1-(\frac{ASH}{100})}{18.45}) \quad (۶)$$

در رابطه (۶)، GE معرف انرژی دریافتی ناخالص، TDN درصد مواد مغذی قابل هضم و ASH درصد خاکستر دام می‌باشد.

اکسیدنیتروس مدفوع: در مطالعه حاضر گاز دیگر مورد بررسی، اکسیدنیتروس بوده است که نحوه محاسبه این گاز آزاد شده توسط دام (بر حسب کیلوگرم) به صورت رابطه (۷) می‌باشد (۱۵).

$$N_2O = \text{Nitrogen Excretion} * [EFdirect + (FRACvol * EFvol)] \quad (۷)$$

Nitrogen Excretion یا NE همان نیتروژن کود حیوانی (مدفوع) است که با توجه به ضرایب معین محاسبه می‌شود، Efdirect عامل انتشار مستقیم، FRACvol کسری از نیتروژن تبخیر شده و Efvol عامل انتشار تبخیر شده می‌باشد و مقادیر آن‌ها به صورت پیش فرض توسط IPCC در سال ۲۰۰۶ به ترتیب برابر با ۰/۰۰۵، ۰/۴ و ۰/۰۱ در نظر گرفته شده است.

همچنین NE نیز از رابطه (۸) قابل محاسبه است:

$$\text{Nitrogen Excretion} = \left(\frac{PR_L}{6.38}\right) - \left(\frac{PR_G}{6.25}\right) - \left(\frac{PI}{6.25}\right) \quad (۸)$$

که در آن PI معادل کل پروتئین مصرفی بوده و PR_L نشان‌دهنده پروتئین شیر است و برابر ۰/۹ (کیلوگرم بر هر راس در روز) در نظر گرفته شد. PR_G نیز نمایانگر پروتئین مورد نیاز برای وزن‌گیری است که مقدار ۰/۰۵ (کیلوگرم بر هر راس در روز) برای آن لحاظ شد (۱۶).

با استفاده از روابط از پیش گفته شده می‌توان میزان انتشار گازهای گلخانه‌ای حاصل از تغذیه دام‌ها نظیر گاو شیری را محاسبه نمود. از آنجا که گازهای متان و اکسیدنیتروس مبتنی بر واحدهای اندازه‌گیری مجزایی می‌باشند لذا برای همگن‌سازی بایستی به واحدهایی از معادل CO_2 تبدیل شوند. لازم به توضیح است که هر واحد متان برابر ۲۵ کیلوگرم واحد معادل CO_2 و هر واحد اکسیدنیتروس برابر ۲۹۸ کیلوگرم معادل CO_2 می‌باشد (۱۷).

اگر هدف کاهش گازهای گلخانه‌ای باشد، آنگاه مدل جیره بهینه به صورت رابطه (۹) خواهد بود:

$$MIN \quad GHG \quad (۱-۹)$$

$$S.T \quad \sum_{j=1}^{n} a_{ij}\, x_j \geq b_i \quad (۲-۹)$$

$$GHG=\left(CH_{41}*\frac{25}{55.56}\right)+(CH_{42}*25)+(N_2o*298) \quad (۳-۹)$$

$$CH_{41}=2.16+(0.493*DMI)-(1.36*ADF)+(1.97*NDF) \quad (۴-۹)$$

$$CH_{42}= VS*BO*MCF*\ 0.67 \quad (۵-۹)$$

$$VS= (GE*(1-(\frac{TDN}{100}))+(0.04*GE))*(\frac{1-(\frac{ASH}{100})}{18.45}) \quad (۶-۹)$$

$$N_2O = \text{Nitrogen Excretion} * [EFdirect + (FRACvol * EFvol)] \quad (۷-۹)$$

$$\text{Nitrogen Excretion} = \left(\frac{PR_L}{6.38}\right) - \left(\frac{PR_G}{6.25}\right) - \left(\frac{PI}{6.25}\right) \quad (۸-۹)$$

$$\sum_{j=1}^{n} C_j\, x_j \leq (1+\alpha).TC^* \quad (۹-۹)$$

$$DMI = \sum_{j=1}^{n} dmi_j x_j \quad (۹-۱۰)$$

$$ADF = \sum_{j=1}^{n} adf_j x_j \quad (۹-۱۱)$$

$$NDF = \sum_{j=1}^{n} ndf_j x_j \quad (۹-۱۲)$$

$$GE = \sum_{j=1}^{n} ge_j x_j \quad (۹-۱۳)$$

$$TDN = \sum_{j=1}^{n} tdn_j x_j \quad (۹-۱۴)$$

$$ASH = \sum_{j=1}^{n} ash_j x_j \quad (۹-۱۵)$$

$$PI = \sum_{j=1}^{n} pi_j x_j \quad (۹-۱۶)$$

$$x_j \geq 0 \quad (۹-۱۷)$$

لازم به توضیح است که رابطه (۹-۳) بیانگر میزان انتشار گازهای گلخانه‌ای بر حسب کیلوگرم معادل CO_2 می‌باشد. روابط (۹-۴) الی (۹-۸) نیز مربوط به نحوه محاسبه انواع گازهای گلخانه‌ای مورد بررسی بوده است که پیشتر اجزای آن تشریح شده است. لازم به توضیح است که ضریب ۵۵/۲۶، فاکتور تبدیل مگاژول متان به کیلوگرم متان است. همچنین ۲۵ و ۲۹۸ به ترتیب ضریب تبدیل هر واحد متان و اکسیدنیتروس به کیلوگرم معادل CO_2 می‌باشد. رابطه (۹-۹) بیانگر آن است که هزینه جیره تعیین شده حداکثر به میزان α درصد از هزینه به‌دست آمده در حالت کمینه-سازی هزینه جیره (TC^*) بیشتر شود. لازم به توضیح است که مقدار α از ۵ تا ۲۰ درصد درنظر گرفته شد (در بازه‌های ۵ درصدی) که در بخش نتیجه‌گیری به دلیل انتخاب این آستانه اشاره شده است. روابط (۹-۱۰) تا (۹-۱۶) نیز به ترتیب نمایانگر نحوه محاسبه کل ماده خشک مصرفی (DMI)، فیبر غیرقابل هضم در محلول اسیدی (ADF)، فیبر غیرقابل هضم در محلول خنثی (NDF)، انرژی دریافتی ناخالص (GE)، مواد مغذی قابل هضم (TDN)، خاکستر دام (ASH) و پروتئین مصرفی (PI) مبتنی بر میزان مصرف جیره می‌باشد که در آن dmi_j، adf_j، ndf_j، ge_j، tdn_j، ash_j و pi_j نیز به‌ترتیب معرف ماده خشک مصرفی، فیبر غیرقابل هضم در محلول اسیدی، فیبر غیرقابل هضم در محلول خنثی، انرژی دریافتی ناخالص، مواد مغذی قابل هضم، خاکستر دام و پروتئین مصرفی ماده j است. سایر روابط و متغیرها از پیش تعریف شده‌اند.

در مدل‌های معرفی شده، از جمله اطلاعات مورد نیاز، هزینه مواد موجود در جیره مربوط به سال ۱۳۹۵، ترکیب مواد مغذی موجود در آن و میزان کمینه مورد نیاز دام به مواد مغذی می‌باشد. در تعیین ترکیب جیره و مقدار آن، گاو شیری نژاد هلشتاین با تولید متوسط روزانه ۳۰ کیلوگرم شیر و وزن متوسط ۶۰۰ کیلوگرم درنظر گرفته شد. اطلاعات مورد نیاز نظیر کمینه مورد نیاز دام به مواد مغذی برای گاو شیری و ترکیب مواد مغذی منابع خوراک از کتاب NRC و جداول ترکیبات شیمیایی منابع خوراک دام و طیور ایران گردآوری شده است. برای بررسی جیره فعلی، یک واحد بزرگ صنعتی گاوداری شیری در شهرستان ساری انتخاب و اطلاعات ترکیب جیره و همچنین هزینه تهیه هر یک از اجزای آن جمع آوری شده است. مواد غذایی موجود در جیره نیز شامل جو، ذرت، سبوس گندم، پودر ماهی، تفاله چغندر، کاه گندم، پودر گوشت، سویا، سویا برشته، یونجه و سیلوی ذرت می‌باشد. همچنین مواد مغذی درنظر گرفته شده شامل پروتئین، کلسیم، فسفر، منیزیم، فیبر شوینده خنثی، فیبر شوینده اسیدی، انرژی و کل مواد مغذی قابل هضم می‌باشد. در نهایت پس از طراحی مدل، از نرم‌افزار GAMS برای حل مدل‌های معرفی شده استفاده شده است.

نتایج و بحث

در این مطالعه برای تعیین جیره بهینه و سازگار با اهداف زیست‌محیطی و مقایسه آن با جیره بهینه حاصل از مدل‌های متعارف تعیین جیره که مبتنی بر کمینه‌سازی هزینه جیره بوده‌اند، دو الگوی برنامه‌ریزی ریاضی حل شد. به‌طوری که در ابتدا جیره بهینه تنها با هدف کمینه‌سازی هزینه جیره تعیین شد و در الگوی بعدی، جیره بهینه‌ای با هدف کمینه‌سازی انتشار گازهای گلخانه-ای با قید عدم فزونی هزینه‌ها از مقادیری مشخص تعیین شد. جیره فعلی، نتایج جیره بهینه مبتنی بر هدف کمینه‌سازی هزینه و جیره بهینه در راستای کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای در جدول (۱) قابل ملاحظه است.

جدول ۱-مقایسه جیره بهینه حاصل از دو الگوی بهینه‌سازی با هدف کاهش هزینه و کاهش گازهای گلخانه ای[۱]

جیره (کیلوگرم)	جیره رایج (کیلوگرم)	سهم در جیره (درصد)	کمینه سازی هزینه	کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای			
				افزایش ۵ درصدی هزینه	افزایش ۱۰ درصدی هزینه	افزایش ۱۵ درصدی هزینه	افزایش ۲۰ درصدی هزینه
جو	۱/۷	۳/۶۵	۷/۷۲۳	۷/۶۶۴	۷/۶۰۵	۳/۹۱۴	۳/۴۲۵

۱ مقدار جیره بر اساس هر راس دام در روز تعیین شده است.

ذرت	۴/۲	۹/۰۲	۰	۰	۰	۰	۰
سبوس گندم	۰	۰	۷/۹۱۲	۷/۸۳۶	۷/۷۶	۷/۷۱۱	۶/۶۳
ماهی	۰/۳۵	۰/۷۵	۰	۰	۰	۰	۰
تفاله چغندر	۳	۶/۴۴	۱۵/۸۲۵	۱۵/۶۷۳	۱۵/۵۲۱	۱۵/۴۲۳	۱۵/۶۱۵
کاه گندم	۰/۲۵	۰/۵۴	۷/۹۱۲	۴/۷۱	۱/۵۰۷	۰	۰
پودر گوشت	۲/۸	۶/۰۲	۰/۹۵۳	۱/۰۰۶	۱/۰۵۹	۱/۱۲۷	۱/۱۱۹
سویا	۵/۷	۱۲/۲۴	۳/۳۱۳	۳/۴۵۲	۳/۵۹۱	۴/۳۷۸	۴/۰۴۵
سویا برشته	۰/۷	۱/۵	۰	۰	۰	۰	۰/۷۱۹
یونجه	۰/۸۵	۱/۸۳	۵/۲۷۵	۵/۲۲۴	۵/۱۷۴	۵/۱۴۱	۵/۲۰۵
سیلو ذرت	۲۷	۵۸	۳/۸۳۵	۶/۶۷۷	۹/۵۱۹	۱۳/۷۱۵	۱۵/۲۹۳
جمع	۴۶/۵۵	۱۰۰	۵۲/۷۴۸	۵۲/۲۴۲	۵۱/۷۳۶	۵۱/۴۰۹	۵۲/۰۵۱
اکسیدنیتروس (کیلوگرم)			۰/۰۰۶	۰/۰۰۶	۰/۰۰۶	۰/۰۰۶	۰/۰۰۶
متان ۱ (مگاژول)			۴۳/۷۹۳	۳۹/۳۳۷	۳۴/۸۸۲	۳۱/۵۸۲	۳۰/۸۵۹
متان ۲ (کیلوگرم)			۰/۰۵۵	۰/۰۵۲	۰/۰۴۸	۰/۰۴۷	۰/۰۴۶
کل گازهای گلخانه ای (معادل CO_2)			۲۲/۷۷۶	۲۰/۶۸۳	۱۸/۵۸۶	۱۷/۰۷۳	۱۶/۷۱۸
هزینه (ریال)	۵۰۸۴۱۵/۴		۳۹۸۸۳۰	۴۱۸۷۷۰	۴۳۸۷۱۰	۴۵۸۶۵۰	۴۷۸۶۰۰

مأخذ: نتایج تحقیق

همان طور که در جدول (۱) مشاهده می‌شود در جیره مورد استفاده در واحد گاوداری شیری نمونه، سیلو ذرت با مقدار ۲۷ کیلوگرم در روز، بیش از نیمی از حجم جیره را به خود اختصاص داده و بعد از آن سویا، ذرت، تفاله چغندر و سبوس گندم به ترتیب با مقادیر (۵/۷)، (۴/۲)، (۳) و (۲/۸) کیلوگرم در روز، بیشترین سهم را در جیره دارند. به منظور کمینه‌سازی هزینه تأمین جیره، تفاله چغندر با مقدار (۱۵/۸۲۵) کیلوگرم در روز، جایگزین موادی مانند سیلوی ذرت می‌شود و بعد از آن سبوس گندم، کاه گندم و جو به ترتیب با مقادیر (۷/۹۱۲)، (۷/۹۱۲) و (۷/۷۲۳) کیلوگرم در روز، بیشترین سهم را از آن خود می‌کنند. در مقابل لازم است ذرت، ماهی و سویا برشته از جیره حذف شوند. دلیل احتمالی این جایگزینی ارزان بودن تفاله چغندر، کاه گندم و سبوس گندم می‌تواند باشد. همچنین حذف ماهی و سویا برشته به دلیل بالا بودن قیمت آن‌ها نسبت به سایر مواد موجود در جیره می‌باشد. میزان انتشار گازهای گلخانه‌ای در این حالت حدود ۲۲/۷۷۶ معادل CO_2 می‌باشد. همچنین هزینه کل معادل ۳۹۸۸۳۰ ریال است که نسبت به حالت پایه به میزان ۱۰۹۵۸۵/۴ ریال کاهش یافته است.

نتایج بهینه‌سازی جیره با هدف کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای در شرایط مجاز شدن افزایش هزینه جیره تا ۲۰ درصد، نیز در جدول (۱) ارائه شده است. با افزایش ۵ درصدی هزینه‌های جیره به‌دست آمده در روش قبلی، به‌منظور کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای، تفاله چغندر، سبوس گندم و جو به ترتیب با مقادیر (۱۵/۶۷۳)، (۷/۸۳۶) و (۷/۶۶۶) کیلوگرم در روز بیشترین سهم را دارا می‌شوند. در این شرایط با افزایش ۵ درصدی هزینه‌های جیره، انتشار گازهای گلخانه‌ای به میزان بیشتری (حدود ۹/۱۹ درصد) کاهش می‌یابد. اگر هزینه کل تا ۲۰ درصد افزایش داده شود میزان انتشار گازهای گلخانه‌ای ۲۶/۶۰ درصد کاهش می‌یابد. در این حالت بیشترین سهم جیره از آن تفاله چغندر، سیلوی ذرت و سبوس گندم به ترتیب با مقادیر (۱۵/۶۱۵)، (۱۵/۲۹۳) و (۶/۶۳) کیلوگرم در روز خواهد شد. اگر هزینه بیشتر از ۲۰ درصد افزایش پیدا کند، انتشار گازهای گلخانه‌ای تغییر چندانی نخواهد کرد و به میزان خیلی کم و نامحسوس کاهش خواهد یافت. بنابراین افزایش هزینه بیشتر از این مقدار مقرون به‌صرفه نمی‌باشد که به این دلیل به افزایش ۲۰ درصدی هزینه‌ها بسنده شده است. همانگونه که ملاحظه می‌شود با کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای در سناریوهای مختلف هزینه، موادی مانند سیلوی ذرت، تفاله چغندر و سبوس گندم سهم بالاتری نسبت به سایر مواد دارند. جو و کاه گندم نیز از موادی بوده که برای کاهش بیشتر گازهای گلخانه‌ای در جیره کاهش می‌یابند. افزایش سهم سیلوی ذرت حاکی از آن است که این ماده منجر به انتشار گازهای گلخانه‌ای کمتری است که شاید با توجه به هزینه بالای آن در مدل پایه سهم کمتری داشته است ولی با افزایش سرمایه تأمین جیره، می‌توان با مصرف این ماده، در راستای کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای قدم برداشت. این نتیجه با نتایج مطالعه هاوکینز و همکاران (۱۲)، که بر جایگزینی سیلاژ ذرت با یونجه در راستای کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای تأکید داشته است مطابقت دارد. بر اساس نتایج تحقیق، به منظور کاهش انتشار گازهای گلخانه-ای، حذف و یا کاهش سهم برخی از محصولات حاوی چربی همچون پودر گوشت و ماهی پیشنهاد شده است. به عبارتی

مصرف چربی‌ها منجر به بالا رفتن انتشار گازهای گلخانه‌ای خواهد شد که مصرف آن در جیره بایستی کنترل شود. این نتیجه نیز در راستای نتایج مطالعه پودکووا و همکاران (۱۳) در زمینه کاهش مصرف مواد نامناسب و چربی جهت کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای به خصوص متان و همچنین در راستای نتیجه مطالعه اداوی و همکاران (۷) در زمینه تغییر ترکیب جیره و مصرف ماده خشک قابل هضم می‌باشد.

از طرفی دیگر، با توجه به اینکه نتایج حاکی از آن بود که برای کاهش‌های بیشتر انتشار گازهای گلخانه‌ای، بایستی هزینه بیشتری را صرف خرید جیره نمود، این نتیجه با نتایج مطالعاتی همچون مورائس و همکاران (۱۰) و هاوکینز و همکاران (۱۲) مطابقت دارد.

نتیجه گیری و پیشنهادها

در این مطالعه با توجه به اهمیت گازهای گلخانه‌ای و نقش موثر آن‌ها در گرمایش زمین، جیره بهینه از نظر اقتصادی و زیست-محیطی برای گاوهای شیری با وزن متوسط ۶۰۰ کیلوگرم و تولید متوسط ۳۰ کیلوگرم شیر در روز تعیین شد. به منظور کمینه‌سازی هزینه تأمین جیره، تفاله چغندر، سبوس گندم، کاه گندم و جو به‌ترتیب با مقادیر (۱۵/۸۲۵)، (۷/۹۱۲)، (۷/۹۱۲) و (۷/۷۲۳) کیلوگرم در روز، بیشترین سهم را از آن خود می‌کنند. در مقابل لازم است ذرت، ماهی و سویا برشته از جیره حذف شوند. دلیل احتمالی این جایگزینی می‌تواند ارزان بودن تفاله چغندر، کاه گندم و سبوس گندم باشد. همچنین حذف ماهی و سویا برشته به دلیل بالا بودن قیمت آن‌ها نسبت به سایرین مواد موجود در جیره می‌باشد.

نتایج حاصل از بهینه‌سازی جیره با هدف کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای و عدم فزونی کل هزینه جیره از حدی مشخص نیز حاکی از آن است که با افزایش ۵ درصدی هزینه‌های جیره نسبت به هزینه مدل متعارف، انتشار گازهای گلخانه‌ای به میزان بیشتری در حدود ۹/۱۹ درصد کاهش می‌یابد. با افزایش حد مجاز هزینه‌ها، میزان انتشار گازهای گلخانه‌ای نیز کاهش می‌یابد به-طوری‌که اگر هزینه کل تا ۲۰ درصد افزایش داده شود میزان انتشار گازهای گلخانه‌ای ۲۶/۶۰ درصد کاهش می‌یابد. برمبنای بررسی‌های انجام گرفته در حاشیه این تحقیق، اگر هزینه بیشتر از ۲۰ درصد نتایج مدل متعارف افزایش پیدا کند، انتشار گازهای گلخانه‌ای تغییر چندانی نخواهد کرد و به میزان خیلی کم و نامحسوسی نسبت به سناریوی ۲۰ درصدی کاهش خواهد یافت. بنابراین افزایش هزینه بیشتر از این مقدار مقرون به‌صرفه نمی‌باشد. نتایج این تحقیق بیانگر آن بوده است که به‌منظور کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای در سناریوهای مختلف هزینه، بهتر است موادی مانند سیلوی ذرت، تفاله چغندر و سبوس گندم سهم بالاتری نسبت به سایر مواد داشته باشند. افزایش سهم این مواد در راستای کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای بوده که به‌نظر می‌رسد با تشویق به مصرف این مواد بتوان گامی موثر در کاهش آلودگی‌ها برداشت. در این راستا، دسترسی آسان به این مواد و پرداخت یارانه‌های مصرفی برای آنها، می‌تواند سیاستی مفید باشد. در مقابل، بر اساس نتایج این تحقیق، جو و کاه گندم از موادی بوده که برای کاهش بیشتر گازهای گلخانه‌ای پیشنهاد به کاهش مصرف آنها در جیره شده است. لذا اگر دولت به‌دنبال ارائه راهکاری به دامداران برای کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای است، می‌تواند محدودیت‌های قانونی را برای مصرف این مواد وضع نموده و به‌عنوان مثال با اخذ جریمه، در کاهش مصرف این مواد و در نتیجه انتشار گازهای گلخانه‌ای کوشا باشد. در کنار اینگونه پیشنهادها، آموزش دامداران و اطلاع‌رسانی به آنان در قالب رسانه‌های گروهی و کلاس‌های ترویجی می‌تواند در مدیریت مصرف مواد مغذی در راستای کمینه‌سازی هزینه‌ها و انتشار گازهای گلخانه‌ای موثر باشد.

نتایج این تحقیق حاکی از آن بوده است که با صرف هزینه بیشتر تا حدودی می‌توان آلودگی گازهای گلخانه‌ای ناشی از فعالیت دام را کاهش داد اما به هر حال حذف آن امکان‌پذیر نبوده و می‌توان ضمن استفاده از تکنولوژی خاص، از گازهای تولید شده در راستای تأمین انرژی بیوماس، از جمله انرژی برق استفاده کرد. از جمله اقدامات دیگر که می‌تواند موثر واقع شود اعمال مالیات بر کربن است که با همکاری واحدهای تولیدکننده شیر، امکان‌پذیر است و می‌توان تا حد چشم‌گیری از تولید گازهای گلخانه‌ای جلوگیری کرد. در مطالعه حاضر فقط بخشی از آلودگی‌های ناشی از حیات گاوهای شیری بررسی شده است و برای ارائه نتایج مفیدتر، استفاد از رویکرد ارزیابی چرخه حیات پیشنهاد می‌شود.

ملاحظات اخلاقی

پیروی از اصول اخلاق پژوهش

در مطالعه حاضر فرم‌های رضایت نامه آگاهانه توسط تمامی آزمودنی‌ها تکمیل شد.

حامی مالی

هزینه‌های مطالعه حاضر توسط نویسندگان مقاله تامین شد.

مشارکت نویسندگان

طراحی و ایده پردازی: زهرا رشید سنچولی، سید علی حسینی یکانی، فاطمه کشیری کلائی؛ روش شناسی و تحلیل داده‌ها: زهرا رشیدسنچولی، سید علی حسینی یکانی، فاطمه کشیری کلائی؛ نظارت و نگارش نهایی: زهرا رشیدسنچولی، سید علی حسینی یکانی، فاطمه کشیری کلائی.

تعارض منافع

بنابر اظهار نویسندگان مقاله حاضر فاقد هرگونه تعارض منافع بوده است.

References

1. Norozi R, Khosravi M. Methane greenhouse gas fountains and wells and its role in global warming. Proceedings of the Fourth International Congress of Geographers of the Islamic World; 2009.
2. https://civilica.com/doc/82846/
3. Amiri MJ, Islamian SS. The effect of greenhouse gases on society, environment, health, agriculture and climate change and ways to reduce it. Regional Conference on Agriculture, Axis of Growth and Development; 2008.
4. https://www.sid.ir/paper/813976/fa
5. IPCC. Climate change 2014: Impacts, adaptation, and vulnerability. Part A: Global and sectoral aspects. Intergovernmental Panel on Climate Change; 2014.
6. https://www.ipcc.ch/report/ar5/wg2/
7. Dehghan A. Third national climate change report to the secretariat of the convention. The third part of the greenhouse gas reduction policies of the agricultural sub-sector. Third National Climate Change Report. Environmental Protection Agency; 2014.
8. https://nacc.doe.ir/portal/home/?131422/
9. Moradi A, Aminian M. Iran's greenhouse gas emissions in 2010. Journal of Transmission of Science. 2012; 3(1): 55-9.
10. https://www.sciencecultivation.ir/article_24242 8_3522af618118ee7fbd42b69b8930886d.pdf
11. Jaefarnia M, Esmaeili A. Investigating the relationship between the productivity and environmental contamination of calf fattening in Shiraz. Knowledge of Agriculture and Sustainable Production. 2013; 23(4-1): 41-9.
12. https://sustainagriculture.tabrizu.ac.ir/article_10 34.html
13. Adavi Z, Nemati M, Khorvash M. Investigating the role of industrial livestock in methane production and reduction strategies. The first National Conference on the Environment of Payame Noor University; 2014.
14. https://civilica.com/doc/279220/
15. Motallebi M, Kohansal M. Application of interaetive multi objective goal programming model for determining the diet of dairy cattle in accordance with economic and environmental criteria. Journal of Agricultural Economics (Economics and Agriculture). 2002; 1(3): 67-82.
16. https://www.sid.ir/paper/124537/fa
17. Yaghoti Khorasani M, Bakhshode M. Determine the optimal composition of dairy cow diets by fuzzy planning: Case study. Journal of Agricultural Economics 2007; 2(1): 103-17.
18. https://www.sid.ir/paper/124453/fa
19. Moraes L, Fadel J, Castillo A, Kebreab E. Greenhouse gas mitigation opportunities in California agriculture. Minimizing diet costs and enteric methane emissions from dairy cow. Nicholas Institute for Environmental Policy Solutions Report; 2014.
20. https://nicholasinstitute.duke.edu/ecosystem/pu blications/greenhouse-gas-itigation-opportunities-california-agriculture-minimizing-diet-costs
21. White R, Brady M, Capper JL, Johnson KA. Optimizing diet and pasture management to improve sustainability of U.S. beef production. Agricultural Systems. 2016; 130:1–12.
22. https://EconPapers.repec.org/RePEc:eee:agisys: v:130:y:2014:i:c:p:1-12
23. Hawkins J, Weersink A, Wagner-Riddle C, Fox G. Optimizing ration formulation as a strategy for greenhouse gas mitigation in intensive dairy production systems. Agricultural Systems. 2015; 137:1–11.
24. https://doi.org/10.1016/j.agsy.2015.03.007
25. Podkowka Z, Cermak B, Podkowka W, Broucek J. Greenhouse gas emission from cattle. De Gruyter. 2016;34(1):82–8.
26. EPA. Interactive units converter. Environmental Protection Agency; 2014.
27. https://cyberleninka.org/article/n/544082
28. IPCC. IPCC guidelines for national greenhouse gas inventories, vol.4. agriculture, forestry and other land use. Intergovernmental Panel on Climate Change. Hayama. Japan; 2006.
29. NRC. Nutrient requirements of beef cattles seventh revised ed. National Research Council. National academies press, Washington.D.C; 2000.
30. https://nap.nationalacademies.org/catalog/9791/ nutrient-requirements-of-beef-cattle-seventh-revised-edition-update-2000
31. IPCC. Change in atmospheric constituents and in radiative fprcing.in: Climate Change 2007: the physical science basis. Contribution of working group I to the fourth assessment report of the Intergovernmental Panel on Climate Change.: Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University press, Cambridge, Uk and New York; 2007.
32. https://www.ipcc.ch/publications_and_data/ar4/ wg1/en/ch2s2-10-2.html