

## بررسی رابطه بهره‌وری و آلاینده زیست محیطی پرواربندی‌های صنعتی گوساله در شیراز

مریم جعفرنیا<sup>1</sup> و عبدالکریم اسماعیلی<sup>2\*</sup>

تاریخ دریافت: 89/8/25 تاریخ پذیرش: 92/1/17

1- دانشجوی کارشناسی ارشد رشته اقتصاد کشاورزی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شیراز

2- دانشیار گروه اقتصاد کشاورزی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شیراز

\*. مسئول مکاتبه E-mail : [esmaeili1968@yahoo.com](mailto:esmaeili1968@yahoo.com)

### چکیده

مسأله آلودگی‌های ایجاد شده توسط فعالیت‌های اقتصادی روز به روز بیشتر مورد توجه محققان قرار می‌گیرد. از این رو در مطالعه حاضر به بررسی وضعیت بهره‌وری و آلاینده‌های زیست‌محیطی در پرواربندی‌های گوساله شهرستان شیراز پرداخته شد. نیتروژن دفعی به ازای هر تن گوشت تولیدی به عنوان شاخص زیست محیطی در نظر گرفته شده است. نتایج نشان داد، واحدهایی که به ازای هر رأس گاو پرواری تولید بیشتری داشتند، آلودگی محیط زیستی کمتری را ایجاد می‌کنند. تأثیر مثبت مصرف کنسانتره بر بهره‌وری گاوها بیانگر لزوم استفاده از جیره‌ای مناسب در گاوداری‌ها بود. بررسی میزان تولید و جیره گاوداری‌های پاک و آلاینده نشان داد که با جیره‌ای مناسب و مدیریت صحیح می‌توان تولید کود را به ازای هر تن تولید کاهش داد.

واژه‌های کلیدی: پرواربندی گوساله، تولید، شاخص زیست محیطی، شیراز

## Investigating Linkage Between Productivity and Environmental Pollution for Beef Cattle Farms in Shiraz

M Jafarnia<sup>1</sup> and A Esmaili<sup>2\*</sup>

Received: November 16, 2010 Accepted: April 6, 2013

<sup>1</sup>MSc Student, Dept. of Agricultural Economics, University of Shiraz, Iran

<sup>2</sup>Assoc Prof, Dept. of Agricultural Economics, University of Shiraz, Iran

Corresponding author E-mail: [esmaeili1968@yahoo.com](mailto:esmaeili1968@yahoo.com)

### Abstract

Pollutions emotion by economic activities is considered greatly by researchers. In this context, the productivity and environmental pollution of beef cattle farms in Shiraz were investigated in this study. Nitrogen excretion per ton of meat production was chosen as the pollution index. The results indicated that firms with high production per her cattle create low environmental pollution. Quality of production and feed in clean and pollutant farms shows that good feeding and management practices can reduce manure production per unit of meat produced.

**Keywords:** Beef cattle farm, Environmental indices, Production, Shiraz

### مقدمه

دفع خواهد شد که منجر به آلودگی محیط و افزایش هزینه تولید می‌شود. برخی یافته‌ها حاکی از مصرف بیش از نیاز مواد غذایی نسبت به نیازهای گاوها در گاوداری‌های صنعتی ایران هستند (مشرف 1382 و نفیسی 1383).

اگر تغذیه گاوها به گونه‌ای باشد که مواد غذایی به شیوه‌ی مؤثری برای تولید به کار برده نشوند، بخش زیادی از مواد غذایی در مدفوع و ادرار دفع می‌شود که آلودگی محیط و افزایش هزینه‌های تولید را در پی خواهد داشت (چندلر 1996). از جنبه‌ی زیست محیطی، نیتروژن و فسفر، مواد مغذی اصلی و آمونیاک، دی‌چاس 1994، چندلر 1996، جانسون و همکاران 1996، کولسچ و لسوینچ 1999، نلسون 1999، کبریب و همکاران 2004).

با پخش شدن کود و ادرار دام‌ها روی زمین، مقداری از آن به درون آبهای سطحی وارد می‌شود،

مهم‌ترین عامل کاهش کارایی و بهره‌وری بیشتر واحدهای گاوداری، نا آشنایی و نیز نبود منابع اطلاعاتی در زمینه‌ی شیوه‌ی صحیح تغذیه گاو است (مکدونالد 1379 و بانرجی 1988). اگر برنامه تغذیه، خوراک دادن و مدیریت عمومی در گاوداری‌ها مناسب نباشند، امکان آلوده کردن محیط را دارند. در بسیاری از نقاط جهان، بویژه نواحی پست اروپا، آلودگی فسفر و نیتروژن ناشی از پسماندهای پرورش دام و پرندگان مشکلات شدید زیست محیطی را ایجاد کرده است. انتشار آمونیاک در هوا و همچنین آلودگی نیتراتی آب-های سطحی و زیر زمینی، نیتروژن را به یکی از مسائل اصلی محیط‌زیستی تبدیل کرده است (تامینگا 1992 و وان هورن و همکاران 1994). چنانچه گاوها با مقادیر اضافی از مواد غذایی تغذیه شوند، در این صورت مقادیر زیادی از آن مواد غذایی از راه مدفوع و ادرار

مدیریت و تغذیه بهتر، بدون کاهش کارایی تولید، می‌توان ورود نیتروژن به سطح مزرعه را کاهش داد. کبریب و همکاران (2004)، با استفاده از مدل‌های مختلف به بررسی اثر آلاینده‌های زیست محیطی ناشی از گاوهای شیری از جمله نیتروژن، فسفر و متان بر حیوان و محیط زیست پرداختند. یکی از روش‌های مورد استفاده سیستم حمایت تصمیم بود که برای ارزیابی اثر جیره بر کارایی حیوان و میزان انتشار آلاینده‌ها به محیط زیست به کار برده شد.

ویس (2004)، به بررسی سازه‌های تأثیرگذار بر دفع مواد به وسیله گاوهای شیری پرداخت. به اعتقاد ویس، با جیره‌ای مناسب و مدیریت صحیح می‌توان تولید کود را به ازای تولید هر واحد شیر کاهش داد. میانگین تولید کود گاوهای شیری 64 کیلوگرم به ازای هر رأس گاو به دست آمد. یافته‌ها نشان دادند که جایگزین کردن علوفه خشک با سیلاژ ذرت به صورت معنی‌داری دفع را کاهش می‌دهد. میزان دفع فسفر و نیتروژن به مقدار آنها در جیره بستگی زیادی دارد. گاوهایی که باجیره‌های دارای سیلاژ ذرت بالا تغذیه شوند نسبت به علوفه خشک، نیتروژن کمتری دفع می‌کنند.

یکی از زیر بخش‌های مهم کشاورزی، زیر بخش دامپروری است. گاوداری‌ها یکی از بزرگترین منابع انتشار گازهای گلخانه‌ای در بخش کشاورزی به شمار می‌روند (IPCC<sup>1</sup>، 1996). فزون بر این دامپروری پسماندهای دیگری هم از آلودگی دارد که پیش از این، به آنها اشاره شد. با توجه به اهمیت این زیر بخش در مسائل زیست محیطی و نبود مطالعات جامع در بررسی این آلاینده‌ها بر روند تولید در این مطالعه به بررسی رابطه بهره‌وری و آلاینده‌های زیست محیطی پرداخته شد.

بخشی به درون خاک نفوذ می‌کند و بخشی از مواد معدنی آن به وسیله گیاهان جذب می‌شود. نیتراتها به سرعت به آب‌های زیر زمینی راه می‌یابند. در خاکهای اشباع، مواد معدنی دیگر مانند فسفات و پتاسیم نیز به آب‌های زیرزمینی می‌رسند. افزایش مواد معدنی به ویژه نیترات و فسفات، باعث کاهش شمار گونه‌های گیاهی می‌شود. فزون بر این، غلظت‌های بالای این مواد در آب آشامیدنی آثار بدی بر سلامت انسان می‌گذارند. دفع ترکیبات آمونومی از دام‌ها، همانند باران اسیدی عمل می‌کند و دفع متان اثر گلخانه‌ای را تشدید می‌کند (تامینگا و ویجنانندز 1991).

با بررسی مطالعات انجام شده در جهان می‌توان نتیجه گرفت که مسئله آلودگی‌های ایجاد شده توسط فعالیت‌های اقتصادی روز به روز بیشتر مورد توجه محققان قرار می‌گیرد. این موضوع در رابطه با گاوداری‌ها نیز صادق است.

بروچم و همکاران (1999)، میزان مصرف عناصر غذایی گاوداری‌های هلند را با توجه به سطح تولید و اثرات زیست محیطی که ایجاد می‌کنند بررسی کردند. نتایج نشان داد که بدون تکنولوژی‌های هزینه‌بر و با تمرکز بر بهبود کارایی مصرف مواد غذایی، پایداری گاوداری‌ها هم از نظر اقتصادی و هم زیست محیطی ممکن است.

برنتسن (2003) در مطالعه خود به بررسی تأثیر بهره‌وری گاو‌ها بر هزینه‌های زیست محیطی پرداخت و به این نتیجه رسید که مصرف کنسانتره بر بهره‌وری گاوهای شیری تأثیر مثبت داشت که می‌تواند موجب کاهش هزینه‌های زیست محیطی شود.

بورستینگ و همکاران (2003)، عوامل مؤثر بر کاهش نیتروژن مازاد در گاوداری‌های دانمارک را شناسایی کردند. یافته‌ها نشان دادند که رهیافت‌های تغذیه‌ای، به-نژادی و بهره‌وری شیر همراه با تبدیل انرژی و درصد پروتئین جیره از سازه‌های مهم دفع نیتروژن بودند. با

<sup>1</sup>. Intergovernmental Panel on Climate Change

## مواد و روش‌ها

گاودارها از چه جیره غذایی استفاده می‌کنند از آن‌ها خواسته شد که نوع و میزان مواد غذایی را به صورت روزانه بیان کنند. در واحدهای مورد مطالعه، از سبوس برنج، کاه گندم، سبوس گندم، نان خشک، یونجه، ذرت علوفه‌ای و دانه‌ای برای خوراک دادن به گاوها استفاده می‌شد. تعداد معدودی از پرواربندی‌های موردنظر خوراک آماده (کنسانتره) مصرف می‌کردند.

برای محاسبه نیتروژن دفعی به عنوان شاخص زیست‌محیطی نیاز به ترکیبات مواد خوراکی (DMI و CP) است. برای این منظور از مقادیر NRC<sup>1</sup> (2001) استفاده شد.

از گاودارهایی که کنسانتره مصرفی را خودشان تولید کرده‌اند، درصد مواد غذایی موجود در کنسانتره به طور کامل پرسیده شد. در گاوداری‌های مورد مطالعه خوراک دام آماده (کنسانتره) مربوط به سه شرکت شیرین دانه، مجتمع طیور مرودشت و بهشیر زرقان بود. اطلاعات مربوط به خوراک دام تولیدی بر اساس اطلاعاتی که از این شرکت‌ها گرفته شده است در جدول 1 آمده است:

جدول 1- میانگین ترکیبات کنسانتره مورد استفاده در

گاودارهای مورد مطالعه.

پروتئین	نوع	نام شرکت
خام (درصد در ماده خشک)	ماده خشک	محصول
16/4	92/0	پرواری بهشیر
16/0	89/5	پرواری مجتمع طیور
24/5	91/0	استارتر مرودشت
	گوساله	
14/0	88/0	پرواری
19/0	88/0	استارتر شیرین دانه
	گوساله	

تعداد گاوداری‌های صنعتی دارای پروانه بهره‌برداری شهرستان شیراز براساس آمار سازمان جهاد کشاورزی استان فارس در سال 1386، 109 واحد پرواربندی گوساله بود. در این پژوهش تعداد 60 پرواربندی گوساله در شهرستان شیراز با روش نمونه‌گیری تصادفی انتخاب شدند. لازم به یادآوری است که براساس واریانس تولید، تعداد نمونه 48 واحد بدست آمد که برای اطمینان بیشتر 60 واحد مورد بررسی قرار گرفت. برای اهداف این مطالعه، گاوداری گوشتی صنعتی، به شیوه‌ای از گاوداری‌گفته می‌شود که در آن گوساله ویا گاو صرفاً به منظور تولید گوشت پرورش داده می‌شوند.

برآورد دقیق مواد دفعی، برای مدیریت بهتر تغذیه و ایجاد تسهیلات برای ذخیره سازی کود و بررسی مشکلات زیست محیطی گاوداری‌ها ضروری است. از این رو معادلات گوناگونی برای برآورد مواد دفعی گاوهای شیری و گوشتی ایجاد شده است (ویلکسون و همکاران 1997، اریکسون و همکاران 2003، ننیچ و همکاران 2005، هلمن و همکاران 2008). برای محاسبه نیتروژن دفعی در پرواربندی‌های مورد مطالعه از معادله زیر استفاده شد (اریکسون و همکاران 2003).

$$N_E = \sum_{x=1}^n (DMI_x \times dietary CP \times DOF_x / 6.25) - 0.019 \times (LW_f - LW_s)]$$

در این رابطه، DMI<sub>x</sub>: ماده خشک مصرفی کل گله (کیلوگرم)، DOF: تعداد روزهای پرواربندی، LW<sub>f</sub>: وزن گاو در پایان دوره پرواربندی (کیلوگرم)، LW<sub>s</sub>: وزن گاو در آغاز دوره پرواربندی (کیلوگرم)، dietary CP: درصد پروتئین خام جیره، x تعداد گاوهای موجود در گله و NE: نیتروژن دفعی (کیلوگرم در روز) است.

اطلاعات موردنیاز از طریق پرسشنامه در تابستان 1388 گردآوری شد. برای درک این‌که

<sup>1</sup>. National Research Council

## نتایج و بحث

نگهداری می‌کردند. وزن شروع پروار این گاوها حدود 173 کیلوگرم و وزن کشتار آنها حدود 500 کیلوگرم بود.

در جدول 2 اطلاعات مربوط به گاوهای موجود در پرواربندی‌های گوساله آمده است. این واحدها به صورت میانگین 108 گاو با دوره پرواربندی 321 روز

جدول 2- اطلاعات روزانه مربوط به گاوهای موجود در پرواربندی‌های گوساله.

میانگین	انحراف معیار	حداقل	حداکثر	
107/9	9/0	600/0	106/3	تعداد
321/12	77/28	210	547	دوره پرواربندی (روز)
173/57	63/18	75	300	وزن شروع پروار
497/62	177/11	250	950	وزن کشتار

رفت. در واحدهای پرواربندی‌های گوساله روزانه 9/25 کیلوگرم ماده خشک با 1074/23 گرم پروتئین خام مصرف می‌شد.

در پرسش نامه، جیره روزانه گوساله‌های پرواری پرسیده شد. سپس مقادیر ماده خشک و پروتئین خام آن محاسبه گردید که نتایج آن در جدول 3 آورده شده است. این مقادیر برای محاسبه نیتروژن دفعی به کار

جدول 3- ترکیبات مواد خوراکی به کار رفته برای تغذیه گاوهای گوشتی به صورت روزانه

میانگین	انحراف معیار	حداقل	حداکثر	
9/25	4/98	2/71	16/38	ماده خشک مصرفی (کیلوگرم)
1074/23	323/02	613/05	2079/91	پروتئین خام جیره (گرم)

نیتروژن دفعی را به صورت روزانه برای هر رأس گاو با استفاده از معادله مطرح شده در روش تحقیق محاسبه کرد. نتایج این محاسبات در جدول 4 آورده شده است. هر رأس گاو به صورت میانگین روزانه 120 گرم نیتروژن را روانه محیط کرده است.

در گاوهای گوشتی با توجه به روابط موجود، دفع این مواد بستگی به مقدار ماده خشک مصرفی، پروتئین خام جیره، طول دوره پرواربندی، وزن گوساله خریداری شده و وزن کشتار دارد. پس از مشخص شدن دوره پرواربندی و وزن گوساله‌ها و ترکیبات مواد غذایی به کار رفته برای آنها می‌توان مقادیر

## جدول 4- مقادیر نیتروژن دفعی روزانه برای هر رأس گاو

میانگین	انحراف معیار	حداقل	حداکثر
119/82	11/35	321/56	52/68

نیتروژن دفعی (گرم)

اینکه 266 کیلوگرم نیتروژن به ازای هر تن گوشت، سالانه وارد محیط می‌شود. نیتروژن دفعی به ازای تولید هر تن گوشت به عنوان شاخص زیست محیطی در نظر گرفته شد.

در جدول 5 متوسط تولید گوشت به ازای هر رأس گوساله پرواری و متوسط نهاده‌های مصرفی به ازای هر تن گوشت تولیدی آمده است. برای تولید هر تن گوشت، سالانه 25/76 تن علوفه، 2/86 تن کنسانتره و چهل و دو هزار تومان انرژی مصرف شده است. ضمن

جدول 5- متوسط تولید گوشت به ازای هر رأس گاو پرواری و متوسط نهاده‌های مصرفی به ازای هر تن گوشت تولیدی.

متوسط تولید گوشت به ازای هر رأس گاو (گوشتی تن)	تعداد نیروی کار به ازای هر تن گوشت (نفر)	متوسط علوفه به ازای هر تن گوشت (تن)	متوسط کنسانتره مصرفی به ازای هر تن گوشت (تن)	هزینه انرژی مصرفی (هزار تومان)	میزان نیتروژن دفعی به ازای هر تن گوشت تولیدی (کیلوگرم)
0/19	0/22	25/76	2/86	41/63	266/06
0/14	0/21	13/34	2/84	48/07	182/98

آلاینده بیشتری تولید نمی‌کنند. همان‌گونه که در جدول 7 مشاهده می‌شود واحدهای پاک به صورت معنی‌داری تولید بیشتری داشتند.

جدول 6- آزمون مقایسه میانگین اثرات مصرف کنسانتره بر

Z	آماره مان-ویتنی <sup>2</sup>	تولید		تعداد	واحد پروار بندی
		میانگین تولید گوشت	میانگین رتبه بندی <sup>1</sup>		
367	-1/23	0/16	33/27	30	کنسانتره کم
		0/22	33/27	30	کنسانتره بالا

1 Mean Rank

2 Mann-Whitney

اثر مصرف کنسانتره بر میزان تولید در جدول 6 آمده است. آزمون مقایسه میانگین نشان داد که مصرف کنسانتره اثر مثبت ولی غیر معنی‌دار بر بهره‌وری گاوها داشته است. این امر می‌تواند به دلیل مصرف کم کنسانتره به خاطر گرانیقیمت بودن و یا عدم تفاوت قابل ملاحظه در مصرف کنسانتره بین واحدهای مختلف باشد. واحدهای پرواری به دو گروه تقسیم شدند. گروه اول پروار بندی‌های پاک به دلیل حجم کم نیتروژنی که تولید می‌کردند و دسته دوم گاوداری‌هایی که با مقادیر زیاد نیتروژن دفعی به عنوان واحدهای آلاینده در نظر گرفته شدند. این واحدها از نظر میزان تولید و مصرف علوفه مورد مقایسه قرار گرفتند که نتایج آن در جداول 7 و 8 آورده شد. واحدهایی که تولید بیشتر دارند لزوماً



غذایی آلوده کننده محیط زیست است. گاو‌داری‌های پاک و آلاینده از نظر دوره پرورابندی نیز مورد مقایسه قرار گرفتند که نتایج آن در جدول شماره 9 آمد. واحدهایی که در دروهی پرورابندی کوتاهتر، به وزن ایده آل رسیده بودند، نیتروژن کمتری روانه محیط کرده بودند. ویس (2004) معتقد است به منظور کاهش دفع مواد مغذی باید دوره پرورار را تا رسیدن به وزن مناسب کم کرد. در این راستا توصیه می‌شود که با کوتاهتر کردن دوره پرورابندی و رسیدن به وزن بهینه، گاو‌دارها تولیدی با هزینه و آلودگی کمتر داشته باشند.

جدول 9- آزمون مقایسه میانگین بر اساس دوره پرورابندی.

واحد پرورابندی	تعداد دوره پرورار	میانگین دوره پرورار	میانگین رتبه- بندی	آماره مان- ویتنی	Z
پاک (نیتروژن دفعی کم)	30	315	26/63	334	-1/789*
آلاینده	30	335	34/37		

در اکثر مطالعات صورت گرفته که در قسمت مقدمه اشاره شده، تغذیه مناسب یکی از مهمترین عوامل در کاهش دفع مواد مغذی گاوها بیان شده است (برنتسن 2003، بورس‌تینگ و همکاران 2003، ویس 2004، کبریب و همکاران 2004). مطابق نتایج این تحقیقات افزایش تولید و مصرف بهینه علوفه میزان دفع نیتروژن را کاهش می‌دهد که با نتایج این تحقیق مطابقت دارد.

بر این اساس پیشنهاد می‌گردد که نحوه مدیریت واحدها در انتخاب روش تغذیه‌ای مناسب و مصرف نهاده‌های تولیدی بهبود یابد. برای این منظور با ترویج روش‌های مناسب تغذیه دام‌ها و جیره نویسی می‌توان به یک برنامه مطلوب تغذیه ای دست یافت و با یک برنامه مناسب و جیره متعادل به حداکثر تولید و بهره‌وری و حداقل مشکلات زیست محیطی رسید. از طرفی می‌توان در انتخاب واحدهای تولیدی موفق و برنامه‌های تشویقی گاو‌داران به مسائل زیست محیطی توجه بیشتری شود.

جدول 7- آزمون مقایسه میانگین بر اساس گوشت تولیدی

واحد پرورابندی	تعداد	میانگین تولید گوشت	میانگین رتبه بندی <sup>1</sup>	آماره مان- ویتنی <sup>2</sup>	Z
پاک (نیتروژن دفعی کم)	30	0/21	38/53	209	-3/57***
آلاینده	30	0/17	22/47		

جدول 8- آزمون مقایسه میانگین بر اساس علوفه مصرفی

واحد پرورابندی	تعداد	میانگین علوفه مصرفی	میانگین رتبه-بندی	آماره مان- ویتنی	Z
پاک (نیتروژن دفعی کم)	30	20/89	23	225	-3/33***
آلاینده	30	30/63	38		

می‌توان این‌گونه استنباط کرد که واحدهایی که نیتروژن بیشتری را روانه محیط زیست می‌کنند علوفه بیشتر و کنسانتره کمتری مصرف می‌کنند. در مطالعه ویس (2007) گاو‌هایی که با علوفه بیشتر تغذیه می‌شدند، اوره بیشتری تولید می‌کردند. بر این اساس می‌توان نتیجه گرفت که با جایگزینی سهمی از علوفه با کنسانتره، میزان دفع نیتروژن کاهش خواهد یافت. همانگونه که مشاهده شد دفع مواد مغذی مازاد (نیتروژن)، باعث افزایش هزینه خوراک و افزایش آثار زیست محیطی می‌شود و در نتیجه ناکارایی تولید را در پی خواهد داشت. نتایج تحقیق یان و همکاران (2007) حاکی از آن است که افزایش وزن دام که معادل با میزان تولید است با دفع نیتروژن رابطه معکوس دارد و تغذیه مناسب نیز افزایش بهره‌وری تولید را به دنبال خواهد داشت. از طرفی با توجه به اطلاعات جدول‌های 7 و 8 می‌توان این‌گونه نتیجه گرفت که با جیره‌ای مناسب و مدیریت صحیح می‌توان تولید کود را به ازای هر تن تولید کاهش داد. بر این اساس، بهبود کیفیت جیره گاوها، یکی از عوامل مدیریتی مؤثر برای بالابردن کارایی تولید و کاهش دفع مواد



## منابع مورد استفاده

- مشرف ش، 1382. گزارش نهایی طرح تحقیقاتی بررسی وضعیت مدیریت تغذیه در واحدهای صنعتی پرورش گاو شیری اصفهان. مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان اصفهان.
- نوید شاد ب و جعفری صیادی ع، 1379. تغذیه دام. (مکدونالد پ، ادواردز آر و گرین هال ج)، انتشارات فرهنگ جامع.
- نفیسی م، 1383. گزارش نهایی طرح تحقیقاتی بررسی وضعیت مدیریت تغذیه در واحدهای پرورش گاو شیری تحت پوشش رکوردگیری در استان تهران. مؤسسه تحقیقات علوم دامی کشور، کرج.
- Banerjee GC, 1988. Feeds and principles of animal nutrition Chaman. Offset. Printers, New Delhi.
- Berentsen P, 2003. Effects of animal productivity on the costs of complying with environmental legislation in Dutch dairy farming. *Livestock Production Science* 84: 183-194.
- Borsting CF, Kristensen T, Misciattelli L, Hvelplund T and Weisbjerg MR, 2003. Reducing nitrogen surplus from dairy farms: Effects of feeding and management. *Livestock Production Science* 83: 165-178.
- Bruchem J, Schiereb H and Keulen H, 1999. Dairy farming in the Netherlands in transition towards more efficient nutrient use. *Livestock Production Science* 61: 145-153.
- Chandler PT, 1996. Environmental challenges as related to animal agriculture – dairy, *Nutrient Management of Food Animals to Enhance and protect the Environment*, Kornegay ET ed, CRC Press, Inc., Boca Raton, FL: 7-19.
- Chase LE, 1994. Environmental considerations in developing dairy rations, *Cornell Nutrient Conference Feed Manufacture*. Rochester. NY. Cornell University. Ithaca, 56-62.
- Erickson GE, Auvermann B, Eigenber RA, Greene LW, Klopfenstein J and Koelsch RK, 2003. Proposed beef cattle manure excretion and characteristics standard for ASAE. *Conference Presentations and White Papers: Biological Systems Engineering*, 1-10.
- Hollmann M, Knowlton KF and Hanigan MD, 2008. Evaluation of solids, nitrogen, and phosphorus excretion models for lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science* 91:1245-1257.
- Intergovernmental panel on climate change (IPCC), 1996. *Climate change 1995. The science of climate change. contribution of working group I to the second. Assessment report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge University Press, Great Britain.
- Johnson DE, Ward GM and Ramsey JJ, 1996. Livestock methane: current emissions and mitigation potential, *Nutrient Management of Food Animals to Enhance and protect the Environment*. Kornegay ET ed, CRC Press. Inc, Boca Roton. FL: 219-233.
- Kebreab E, Mills JAN, Crompton LA, Bannink A, Dijkstra J, Gerrits WJJ and France J, 2004. An integrated mathematical model to evaluate nutrient partition in dairy cattle between the animal and its environment. *Animal Feed Science and Technology* 112: 131-154.

- Koelsch R, Lesoing G, 1999. Nutrient balance on Nebraska livestock confinement systems. *Journal of Dairy Science* 82: 63-71.
- Nelson CJ, 1999. Managing nutrients across regions of the United States. *Journal of Dairy Science* 82: 90-100.
- Nennich TD, Harrison JH, VanWieringen LM, Meyer D, Heinrichs AJ, Weiss WP, St-Pierre NR, Kincaid RL, Davidson DL and Block E, 2005. Prediction of manure and nutrient excretion from dairy cattle. *Journal of Dairy Science* 88: 3721-3733.
- NRC, 2001. Nutrient Requirements of Beef Cattle. Seventh Revised Edition: Natl Academic Science. Washington DC. USA.
- Tamminga S, 1992. Nutrition management of dairy cows as a contribution to pollution control. *Journal of Dairy Science* 75: 345-357.
- Tamminga G, Wijnands J, 1991. Animal waste problems in the Netherlands. Farming and the Countryside. CAB International. Wallingford.
- Van Horn HH, Wilkie AC, Powers WJ and Nordstedt RA, 1994. Components of dairy manure management systems. *Journal of Dairy Science* 77: 2008-2030.
- Weiss WP, 2004. Factors affecting manure excretion by dairy cows. Cornell Nutrition Conference, Oct. 19-20.
- Weiss WP, Pierre NR, Willett LB, 2007. Factors affecting manure output on dairy farms. Tri-State Dairy Nutrition Conference, Apr. 24-25.
- Wilkerson VA, Mertens DR and Casper DP, 1997. Prediction of excretion of manure and nitrogen by holstein dairy cattle. *Journal of Dairy Science* 80:3193-3204.
- Yan T, Frost JP, Keady TWJ, Agnew RE and Mayne CS, 2007. Prediction of nitrogen excretion in feces and urine of beef cattle offered diets containing grass silage. *Journal of Animal Science* 85: 1982-1989.