نشریه پژوهشهای علوم دامی ایران
جلد ۴، شماره ۲، تابستان ۱۳۹۱، ص. ۱۶۷-۱۵۹

Iranian Journal of Animal Science Research
Vol. 4, No. 2, Summer 2012, p. 159-167

بررسی اثر برخی عوامل محیطی بر خصوصیات تولید شیر برآورد شده توسط تابع غیر خطی گمپرتز در گاوهای هلشتاین مشهد

حسین روشن[1*]- همایون فرهنگ فر[2]- ناصر امام جمعه کاشان[3]- محمد حسن فتحی نسری[4]

تاریخ دریافت:۹۰/۳/۱۵
تاریخ پذیرش:۹۱/۳/۲۴

چکیده

به منظور آنالیز اثر برخی عوامل محیطی بر خصوصیات تولید شیر گاوهای هلشتاین گاوداری های مشهد از تعداد ۴۶۴۲۰ رکورد شیر روز آزمون متعلق به ۵۳۲۳ رأس گاو نژاد هلشتاین شکم اول که در طی سال های ۱۳۷۳ تا ۱۳۸۶ زایش داشتند، استفاده گردید. ابتدا تابع غیر خطی گمپرتز بر رکوردهای روز آزمون شیر هر یک از گاوها بطور جداگانه توسط نرم افزار آماری SAS برازش گردید. سپس بر اساس پارامترهای برآورد شده تابع مزبور، خصوصیات تولید شیر شامل صفات زمان رسیدن به اوج شیردهی، تولید شیر در اوج شیردهی، تولید شیر کل دوره شیردهی و تولید شیر در ابتدای دوره شیردهی محاسبه شد. تحلیل اثر عوامل محیطی بر صفات مزبور، توسط مدل های مختلط خطی انجام شد. اثر ثابت گله، سال، فصل زایش و نوع اسپرم بر کلیه صفات معنی دار بود. درصد ژن هلشتاین بر مقدار تولید شیر در کل دوره شیردهی، زمان رسیدن به اوج تولید و تولید شیر در ابتدای دوره شیردهی اثر معنی دار آماری داشت. سن زایش، فقط بر مقدار تولید در اوج شیردهی و تولید شیر در ابتدای دوره شیردهی اثر معنی دار داشت. اثر تعداد روزهای غیر آبستنی بر مقدار تولید شیر در کل دوره شیردهی، مقدار تولید در اوج شیردهی و زمان رسیدن به اوج تولید، معنی دار بود. روند مثبت معنی دار فنوتیپی برای مقدار تولید شیر در کل دوره شیردهی، مقدار تولید در اوج شیردهی و زمان رسیدن به اوج تولید شیر وجود داشت و مقادیر آن برای صفات مزبور به ترتیب ۱۰/۲۷+ کیلوگرم، ۰/۴۳+ کیلوگرم و ۲/۴۸+ روز در سال بود.

واژه های کلیدی: تابع گمپرتز، مدل مختلط، خصوصیات تولید شیر، گاو هلشتاین

مقدمه

صفات تولیدی در انتخاب گاوهای شیری برای افزایش پیشرفت ژنتیکی و سود اقتصادی از اهمیت ویژه ای برخوردار هستند (۲۲). از میان صفات حائز اهمیت در عملکرد اقتصادی گاوهای شیری، اهمیت اقتصادی تولید و ترکیبات شیر روزانه، مقدار شیر تولیدی در اوج شیردهی، طول دوره شیردهی و تداوم شیردهی نسبت به سایر صفات بیشتر است (۱۳). علی رغم وجود جمعیت قابل توجه گاو شیری در کشورهای درحال توسعه، میزان تولید شیر به ازای هر رأس گاو پایین بوده که می توان آن را با عواملی نظیر شرایط آب و هوایی، تیپ و ساختار توارثی نژاد گاوها، مدیریت واحد های دامداری و میزان رشد اقتصادی مرتبط دانست (۲۱). تفاوت مقدار تولید درگله های مختلف و یا در بین گاوهای یک گله تحت تأثیر عواملی است که مانع از شناخت دقیق ارزش اصلاحی حیوانات می گردد. لذا باید این عوامل و میزان تأثیر آنها را قبل از برآورد ارزش اصلاحی حیوانات تعیین و سپس رکوردها را برای آنها تصحیح نمود (۲۶). در اکثر گزارش ها، تأثیر عوامل مختلف محیطی بر تولید و ترکیب شیر تحت شرایط محیطی و مدیریتی متفاوت، مورد بررسی قرار گرفته است (۱). در این میان، نژاد هلشتاین که به دلیل شرایط مطلوب تولیدی، به عنوان بهترین نژاد شیری در سطح جهان معروف است و در مکان ها و شرایط محیطی مختلف عملکرد مناسبی از خود نشان داده، بیش از سایر نژادها مورد توجه محققین قرار گرفته است (۲۴).

منحنی شیردهی، منحنی تغییرات تولید شیر نسبت به زمان در طول دوره شیردهی بوده که به طور گرافیکی تولید یک گاو یا گروهی از گاوها را در طول یک دوره زمانی، مشخص می کند (۱۵). اصولاً در صنعت پرورش گاو شیری، منحنی شیردهی ابزار ارزشمندی برای

۱،۲و۴- به ترتیب دانشجوی کارشناسی ارشد و دانشیاران گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بیرجند
(*- نویسنده مسئول: Email: barabadi66@yahoo.com)
۳- استاد مجتمع آموزش عالی ابوریحان بیرونی، دانشگاه تهران

تصمیم گیری های مدیریتی و انتخاب گاوها محسوب می گردد. فرموله کردن فرضیات مربوط به اصول بیولوژیکی حاکم بر روند تولید شیر گاوهای شیرده، منجر به توسعه مدل های مختلف ریاضی توصیف کننده منحنی های شیردهی شده است (۱۷). تاکنون مدل های ریاضی متعددی برای توصیف منحنی شیردهی گاوهای شیری توسعه یافته است که در بر گیرنده مدل های تجربی ساده تا مدل های مکانیستیک که منحنی شیردهی را بر اساس بیولوژی شیردهی توصیف می نمایند می باشند (۱۸). که از آن جمله می توان به توابع پیشنهادی توسط وود، تابع گمپرتز[1]، لجستیک، شوماخر، مورگان و دایجکسترا، اشاره نمود. گرچه مدل های ریاضی مختلف به طور گسترده توسط محققین مورد استفاده قرار گرفته اند، ولی عموما شایستگی[2] آنها مورد آزمون قرار نگرفته است (۱۷). توابع گمپرتز، لجستیک، شوماخر و مورگان توابع رشد هستند (۲۴). شیب یک منحنی شیردهی به گونه ای است که در ابتدا بطور صعودی افزایش می یابد و به حداکثر می رسد و سپس روند نزولی طی می نماید که این همانند منحنی یک تابع رشد است. بنابراین توابع رشد اگر بصورت مشتق شان نوشته شده و بر حسب زمان بیان شوند، ظزفیت استفاده بعنوان توابع شیردهی را داشته و استفاده از آنها ساده می باشد (۱۷). اگر بتوان جنبه ژنتیکی شکل منحنی شیردهی را تعیین کرد و سپس به وسیله یک مدل ریاضی آنها را بیان کرد، با انتخاب برای این صفات می توان راندمان تولید را بهبود داد (۲۵). هدف از این تحقیق، بررسی اثر برخی عوامل محیطی بر خصوصیات تولید شیر برآورد شده توسط تابع غیر خطی گمپرتز در گاوهای هلشتاین گاوداری های مشهد بود.

مواد و روش ها

داده های پژوهش

داده های مورد استفاده در این تحقیق شامل ۴۶۴۲۰ رکورد شیر روز آزمون متعلق به ۵۳۲۳ رأس گاو نژاد هلشتاین شکم اول گاوداری های مشهد در ۶۴ گله بود که طی سال های ۱۳۷۳ تا ۱۳۸۶ توسط مرکز اصلاح نژاد دام خراسان رضوی جمع آوری گردید. صفات مورد مطالعه در این تحقیق شامل مقدار تولید شیر در کل دوره شیردهی (Y_L)، مقدار تولید در اوج شیردهی (Y_M)، زمان رسیدن به اوج تولید (T_M) و تولید شیر در ابتدای دوره شیردهی (Y_0) بود. برخی شاخص های آماری رکورد های شیر روز آزمون مورد استفاده در تحقیق حاضر، در جدول ۱ ارائه شده است.

برازش تابع غیر خطی گمپرتز بر رکوردهای روز آزمون شیر

در بین توابع ارائه شده برای توصیف شکل منحنی شیردهی، تابع گمپرتز یکی از توابع کاربردی می باشد. این تابع غیر خطی است و می توان از آن در پیش بینی تولید شیر حیوان در هر زمان از شیردهی و همچنین انتخاب ژنتیکی زود هنگام حیوانات مورد استفاده قرار گیرد. کم بودن تعداد پارامترها و برآورد آسان توابع تولید (نظیر مقدار شیر در زمان اوج تولید، زمان رسیدن به اوج تولید، مقدار اولیه تولید شیر) توسط پارامترهای این تابع از ویژگی های دیگر تابع گمپرتز است. ابتدا تابع مزبور توسط رویه غیر خطی (NLIN Proc) نرم افزار آماری SAS برای رکوردهای شیر روز آزمون هر یک از گاوها برازش شد. توابع گمپرتز جهت تشریح منحنی شیردهی در گاوهای شیری انواع متفاوتی دارند که تابع گمپرتز مورد استفاده در این تحقیق بصورت زیر بود (۱۷).

$$y = ab\exp[b(1-e^{-ct})/c - ct]$$

که در آن Y: تولید شیر روزانه گاو در زمان t ام شیردهی، t : زمان، a، b و c پارامترهای تابع و Exp عدد نپری و برابر با ۲/۷۱۸۲۸ می باشد.

در گام بعد، بر اساس پارامتر های تابع مزبور، خصوصیات تولید شیر برای هر یک از گاوها محاسبه شدند. فرمول های لازم برای محاسبه زمان رسیدن به اوج تولید، مقدار شیر در زمان اوج تولید، مقدار کل تولید شیر در دوره شیردهی و تولید در ابتدای دوره شیردهی به صورت زیر است:

* مقدار کل تولید شیر در دوره شیردهی (۱۷):

$$Y_L = a\{\exp[b(1-e^{-ct_f})/c]-1\}$$

* میزان تولید در اوج شیردهی (۱۷):

$$Y_m = ac\exp(\frac{b}{c}-1)$$

* زمان رسیدن به اوج تولید (۱۷):

$$T_m = c^{-1}\ln(b/c)$$

* تولید در ابتدای دوره شیردهی (۱۷):

$$Y_0 = ab$$

که در آن: y_0: تولید اولیه شیر (کیلوگرم در روز)، T_M: زمان رسیدن به حداکثر تولید (روز)، Y_M: حداکثر تولید شیر (کیلوگرم در روز) و t_f: طول دوره شیردهی (روز) می باشد. میانگین و انحراف معیار خصوصیات تولید شیر برازش یافته با نرم افزار آماری SAS (تولید شیر در کل دوره شیردهی، مقدار تولید در اوج، زمان رسیدن به اوج تولید شیر و تولید در ابتدای شیردهی) در جدول ۲ نشان داده شده است.

1- Gompertz function
2- Goodness of fit

جدول ۱- برخی شاخص های آماری رکوردهای شیر روز آزمون

ماه شیردهی	تعداد رکورد	میانگین (کیلوگرم)	انحراف معیار (کیلوگرم)	ضریب تغییرات (درصد)
۱	۴۴۶۴	۲۵/۶۵۰	۷/۱۲	۲۸
۲	۴۸۴۰	۳۰/۷۴۵	۷/۳۱	۲۴
۳	۴۸۳۶	۳۱/۴۴۴	۷/۴۳	۲۴
۴	۴۹۲۳	۳۱/۱۴۶	۷/۲۸	۲۳
۵	۴۸۹۲	۳۰/۵۹۹	۷/۴۵	۲۴
۶	۴۹۸۰	۲۹/۶۳۶	۷/۱۸	۲۴
۷	۴۹۵۹	۲۸/۵۰۰	۷/۳۷	۲۶
۸	۴۸۶۳	۲۷/۰۸۹	۷/۲۰	۲۷
۹	۴۴۱۶	۲۵/۶۷۵	۷/۲۹	۲۸
۱۰	۳۲۴۷	۲۴/۶۶۴	۷/۱۸	۲۹

جدول ۲- توصیف آماری خصوصیات تولید شیر در گاوهای هلشتاین گاوداری های مشهد

شاخص	تولید شیر در کل دوره شیردهی (کیلوگرم)	تولید در اوج شیردهی (کیلوگرم)	زمان رسیدن به اوج تولید (روز)	تولید شیر در ابتدای دوره شیردهی (کیلوگرم)
تعداد	۵۳۲۳	۵۳۲۳	۵۳۲۳	۵۳۲۳
میانگین	۷۸۲۳/۶۳	۳۱/۸۵	۱۰۶/۸۹	۲۵/۴۴
انحراف معیار	۱۶۰۹/۰۱	۵/۶۳	۳۸/۷	۵/۹۲

میانگین تولید شیر در کل دوره شیردهی، زمان رسیدن به اوج تولید، تولید در اوج شیردهی و تولید شیر در ابتدای دوره شیردهی در گاوهای هلشتاین گاوداری های مشهد به ترتیب ۱۶۰۹/۰۱ ± ۷۸۲۳/۶۳ (کیلوگرم)، ۳۸/۷ ± ۱۰۶/۸۹ (روز)، ۵/۶۳ ± ۳۱/۸۵ (کیلوگرم)، ۵/۹۲ ± ۲۵/۴۴ (کیلوگرم) برآورد شد. زمان رسیدن به اوج تولید و میزان تولید در اوج شیردهی در گاوهای هلشتاین گاوداری های مشهد بیشتر از گاوهای هلشتاین استفاده شده در بررسی نعیمی پور و همکاران (۷)، بود.

خصوصیات تولیدی فوق توسط مدل مختلط خطی[1] نرم افزار SAS آنالیز شدند. بدلیل بالا بودن تعداد گاوها و محدودیت نرم افزار، اثر ژنتیکی افزایشی حیوان در مدل گنجانده نشد ولی در عوض، از اثر تصادفی پدر حیوان ($sire$) در مدل آماری استفاده گردید. مدل های آماری مورد استفاده برای آنالیز صفات Y_L (مدل ۱)، Y_M (مدل ۲)، T_M (مدل ۳) و Y_0 (مدل ۴) عبارت بودند از:

مدل ۱:

$$Y_{ijklmn} = \mu + herd_i + year_j + season_k + sperm_l + sire_m + Hf_{ijklmn} + open_{ijklmn} + LL_{ijklmn} + Ym_{ijklmn} + Tm_{ijklmn} + e_{ijklmn}$$

مدل۲:

$$Y_{ijklmn} = \mu + herd_i + year_j + season_k + sperm_l + sire_m + Age_{ijklmn} + open_{ijklm} + Y0_{ijklmn} + Tm_{ijklmn} + e_{ijklmn}$$

مدل۳:

$$Y_{ijklmn} = \mu + herd_i + year_j + season_k + sperm_l + sire_m + Hf_{ijklmn} + open_{ijklmn} + Y0_{ijklmn} + e_{ijklmn}$$

مدل ۴:

$$Y_{ijklmn} = \mu + herd_i + year_j + season_k + sperm_l + sire_m + Hf_{ijklmn} + age_{ijklmn} + e_{ijklmn}$$

که در آن y_{ijklmn} صفت مورد بررسی، μ: میانگین، herd: اثر ثابت گله، year: سال زایش، season: فصل زایش، sperm: نوع اسپرم، sire: اثر تصادفی پدر، Hf: متغیر همراه خطی درصد ژن هلشتاین، age: متغیر همراه خطی اثر سن هنگام اولین زایش، open: متغیر همراه خطی اثر روزهای باز، LL: متغیر همراه خطی روزهای شیردهی، Y_0: متغیر همراه خطی تولید اولیه، Ym: متغیر همراه خطی مقدار تولید در اوج شیردهی، Tm: متغیر همراه خطی زمان رسیدن به اوج تولید شیر، e: اثر تصادفی باقیمانده مدل است. مقایسه آماری میانگین حداقل مربعات خصوصیات تولید شیر برای سطوح مختلف عوامل محیطی، توسط روش توکی – کرامر[2] انجام شد.

1- Linear Mixed Model

2- Tukey-Kramer

جدول ۳- تحلیل واریانس عوامل مؤثر بر تولید شیر در کل دوره شیردهی، مقدار تولید در اوج شیردهی، زمان رسیدن به اوج تولید و تولید شیر در ابتدای دوره شیردهی

صفت	منبع تغییر	سطح معنی دار
تولید شیر در کل دوره شیردهی	پدر	۰/۰۰۶۲
	گله	۰/۰۰۰۱
	سال زایش	۰/۰۰۲۲
	فصل زایش	۰/۰۰۰۱
	نوع اسپرم	۰/۰۱۲۳
	درصد ژن هلشتاین	۰/۰۱۳۶
	روزهای باز	۰/۰۰۰۱
	روزهای شیردهی	۰/۰۰۰۱
	تولید در اوج شیردهی	۰/۰۰۰۱
	زمان رسیدن به اوج تولید	۰/۰۰۰۱
مقدار تولید در اوج شیردهی	پدر	۰/۰۰۰۱
	گله	۰/۰۰۰۱
	سال زایش	۰/۰۰۰۱
	فصل زایش	۰/۰۰۵۶
	نوع اسپرم	۰/۰۰۰۱
	سن هنگام اولین زایش	۰/۰۰۰۱
	روزهای باز	۰/۰۰۰۱
	تولید در ابتدای شیردهی	۰/۰۰۰۱
	زمان رسیدن به اوج تولید	۰/۰۰۰۱
زمان رسیدن به اوج تولید	پدر	۰/۰۰۰۱
	گله	۰/۰۰۰۱
	سال زایش	۰/۰۰۰۱
	فصل زایش	۰/۰۰۸۲
	نوع اسپرم	۰/۰۰۰۱
	درصد ژن هلشتاین	۰/۰۰۶۷
	روزهای باز	۰/۰۰۰۱
	تولید اولیه	۰/۰۰۰۱
تولید شیر در ابتدای دوره شیردهی	پدر	۰/۰۰۰۳
	گله	۰/۰۰۰۱
	سال زایش	۰/۰۰۰۱
	فصل زایش	۰/۰۰۰۱
	نوع اسپرم	۰/۰۰۰۱
	درصد ژن هلشتاین	۰/۰۰۷۹
	سن هنگام اولین زایش	۰/۰۰۰۲

نتایج و بحث

در جدول ۳ نتایج تحلیل واریانس عوامل مؤثر بر صفات تولید شیر در کل دوره شیردهی، مقدار تولید در اوج شیردهی، زمان رسیدن به اوج تولید و تولید شیر در ابتدای دوره شیردهی نشان داده شده اند. بر اساس نتایج مندرج در جدول ۳، اثر گله بر خصوصیات منحنی شیردهی شامل تولید شیر در کل دوره شیردهی، زمان رسیدن به اوج تولید، میزان تولید در اوج شیردهی و تولید شیر در ابتدای دوره شیردهی معنی دار ($P<0.0001$) بود. رکیک و همکاران (۲۲)، گزارش کردند که اثر گله بر تولید در اوج گاوهای هلشتاین تونس معنی دار بود ($P<0.01$).

رحمانی نیا و همکاران (۲)، نیز سازه گله را بر میزان تولید در اوج شیردهی گاومیش های ایران، معنی دار گزارش کردند ($P<0.01$). رکیک و همکاران (۲۲)، گزارش کردند که اثر گله بر زمان رسیدن به اوج تولید شیر در گاوهای هلشتاین تونس معنی دار بود ($P<0.01$). ددکوآ و نمکوآ (۱۱)، عوامل مؤثر بر پارامترهای منحنی شیردهی گاوهای هلشتاین و جرزی را بررسی نمودند و اثر معنی دار گله ($P<0.01$) بر منحنی شیردهی در هر دو نژاد معین گردید. بخشی از تفاوت تولید شیر حیوانات موجود در گله های متفاوت ناشی از اثر محیط پرورش و مدیریت گله ها است (۹). بلانکو و همکاران (۱۰)، بر مبنای ضریب همبستگی چندگانه (R^2) گزارش کردند که ۲۳ تا ۳۵ درصد تغییرات تولید شیر در پنج نژاد مختلف گاو شیری ناشی از اثر گله است. تأثیر اصلی گله بر تولید شیر به سازه های مدیریتی، تغذیه و منطقه آب و هوایی که گله در آنجا نگهداری می شود مربوط می گردد (۶).

اثر سال زایش بر کلیهٔ خصوصیات مورد بررسی شامل تولید شیر در کل دوره شیردهی ($P<0.0022$)، زمان رسیدن به اوج تولید ($P<0.0001$)، میزان تولید در اوج شیردهی ($P<0.0001$) و تولید شیر در ابتدای دوره شیردهی ($P<0.0001$) معنی دار بود. ساوا و پیوزینسکی (۲۳)، و ددکووا و وولف (۱۲)، اثر سال زایش را بر تولید شیر در کل دوره شیردهی معنی دار گزارش کردند. همچنین رکیک و همکاران (۲۲)، اثر سال زایش را بر مقدار تولید در اوج شیردهی گاوهای هلشتاین معنی دار گزارش نمودند ($P<0.01$). طبق نتایج تکرلی و همکاران (۲۵)، اثر سال زایش بر تولید در اوج شیردهی در گاوهای هلشتاین ترکیه معنی دار بود ($P<0.01$). اسوریوآرکه و سگوراکوریا (۲۰)، با بررسی سازه های مؤثر بر شکل منحنی شیردهی گاوهای مکزیک گزارش کردند که اثر سال زایش بر زمان رسیدن به اوج تولید معنی دار بود. بطور کلی سال زایش، منبع تغییراتی است که اثرات آن از مدیریت و عوامل محیطی (نظیر تغییر در منابع تغذیه در سال های مختلف) و اثر متقابل بین آنها ناشی می شود (۲۰). با توجه به توضیحات ارائه شده، شرایط آب و هوایی و نحوهٔ مدیریت گله در سال های مختلف متفاوت است. لذا سال زایش به عنوان یک سازه شناخته شده محیطی بر خصوصیات تولید شیر گاوها تأثیر داشته و معنی دار است (۱۰).

اثر فصل بر تولید شیر در کل دوره شیردهی (P<0.0001)، زمان رسیدن به اوج تولید (P<0.0082)، میزان تولید در اوج شیردهی (P<0.0056) و تولید شیر در ابتدای دوره شیردهی معنی دار (P<0.0001) بود (جدول ۳). دئوکار و همکاران (۱۴)، اثر فصل زایش را بر تولید شیر معنی دار گزارش کردند. رکیک و همکاران (۲۰۰۳)، اوج تولید شیر را بطور معنی داری تحت تأثیر فصل زایش دانستند(P<0.01). رحمانی نیا و همکاران (۲)، گزارش کردند که سازه فصل بر تولید در اوج اثر معنی داری نداشت. اسوریوآرکه و سگوراکوریا (۲۰۰۵)، گزارش نمودند که زمان رسیدن به اوج تولید شیر تحت تأثیر فصل زایش قرار دارد. رحمانی نیا و همکاران (۲)، نیز عامل فصل زایش را بر زمان رسیدن به اوج تولید شیر گاومیش های ایران معنی دار گزارش کردند (P<0.01). تأثیرات فصل نه تنها شامل تغییرات معمول آب و هوایی هر فصل، بلکه شامل عوامل تغذیه ای و مدیریتی است که در هر فصل تغییر می کند (۲۵). فصل زایش از نظر شرایط آب و هوایی و منابع خوراکی روی میزان تولید شیر تاثیر دارد. تنش گرمایی و افزایش درجه حرارت (بیش از ۲۹ درجه سانتیگراد) در فصل تابستان می تواند تولید شیر را کاهش دهد. اثر فصل زایش بر منحنی شیردهی نیاز به برنامه ریزی های مدیریتی متفاوت و مختلف را برای فصل زایش نمایان می کند (۱۹).

اثر نوع اسپرم بر تولید شیر در کل دوره شیردهی (P<0.0123)، زمان رسیدن به اوج تولید (P<0.0001)، میزان تولید در اوج شیردهی (P<0.0001) و تولید شیر در ابتدای دوره شیردهی (P<0.0001) معنی دار بود. یکی از مهمترین قسمت‌های برنامه مدیریت گاو شیری انتخاب اسپرم مناسب برای تلقیح گاوهاست که انتظار می‌رود استفاده از این اسپرم‌ها از نسلی به نسل دیگر سبب بهبود ظرفیت تولید شیر گاوها شود (۱۶). با توجه به اینکه، اسپرم های مورد استفاده در ایران، از نوع اسپرم های خارجی و ایرانی می باشد، باید در اجرای برنامه های اصلاح نژاد گاوهای شیری در سطح استان، همگام با بهبود شرایط محیطی که شرط لازم برای بروز توان ژنتیکی تولیدی حیوانات مولد می باشد نسبت به گزینش دام های برتر گله جهت تولید نسل جایگزین و افزایش میزان پیشرفت ژنتیکی دقت بیشتری توسط گاودارها اعمال گردد. لذا در صورت استفاده از اسپرم های با کیفیت بهتر، می توان روند رو به افزایش بیشتری را برای تولید شیر گله های تحت پوشش استان انتظار داشت.

ضرایب تابعیت جزئی و اشتباه معیار صفات تولید شیر در کل دوره شیردهی، زمان رسیدن به اوج تولید، میزان تولید در اوج شیردهی و تولید شیر در ابتدای دوره شیردهی در جدول ۴ ارائه شده است. متغیرهای همراه برای صفت تولید شیر کل دوره شیردهی شامل درصد ژن هلشتاین، تعداد روزهای باز، تعداد روزهای شیردهی، مقدار تولید در اوج شیردهی و زمان رسیدن به اوج تولید بود. نتایج مندرج در جدول ۴ نشان می دهد که به ازای هر یک درصد افزایش ژن هلشتاین، تولید شیر در کل دوره شیردهی به میزان ۱/۸۰ کیلوگرم افزایش، به ازای هر یک روز افزایش روزهای باز، تولید شیر در کل دوره شیردهی به میزان ۰/۴۴ کیلوگرم افزایش و به ازای هر یک روز افزایش روزهای شیردهی تولید شیر در کل دوره شیردهی ۲۷/۴۶ کیلوگرم افزایش می یابد. همچنین با افزایش یک کیلوگرم مقدار تولید در اوج شیردهی، تولید شیر در کل دوره شیردهی به میزان ۲۲۸/۶۷ کیلوگرم و با افزایش یک روز در زمان رسیدن به اوج تولید، تولید شیر در کل دوره شیردهی به میزان ۱/۸۲ کیلوگرم افزایش می‌یابد.

نتایج مندرج در جدول ۴ نشان می دهد درصد ژن هلشتاین، روزهای باز و تولید اولیه که به عنوان متغیر کمکی در نظر گرفته شدند بر صفت زمان رسیدن به اوج تولید شیر اثر معنی داری داشتند. بطوری که به ازای هر یک درصد افزایش ژن هلشتاین زمان رسیدن به اوج تولید شیر ۰/۱۶ روز افزایش پیدا می کند و با افزایش یک کیلوگرم در تولید اولیه زمان رسیدن به اوج تولید شیر، ۳/۳۴- روز کاهش می یابد. علاوه بر این به ازای هر یک روز افزایش در روزهای باز، زمان رسیدن به اوج تولید شیر ۰/۰۹ روز افزایش می یابد.

متغیرهای همراه درصد ژن هلشتاین و سن هنگام اولین زایش بر صفت تولید شیر در ابتدای دوره شیردهی نیز اثر معنی داری داشتند و به ازای هر یک درصد افزایش ژن هلشتاین، تولید شیر در ابتدای دوره شیردهی به میزان ۰/۰۲۶ کیلوگرم در سال افزایش می یابد. همچنین با افزایش یک ماه در متغیر همراه سن هنگام اولین زایش، تولید شیر در ابتدای دوره شیردهی ۰/۱۲۱ کیلوگرم، افزایش پیدا می کند.

نتایج مندرج در جدول ۴ نشان می دهد که روزهای باز، تولید اولیه و زمان رسیدن به اوج تولید شیر که به عنوان متغیر کمکی در نظر گرفته شدند، بر صفت تولید شیر در اوج شیردهی اثر معنی داری داشتند و میانگین این متغیرها به ترتیب ۰/۰۰۳- روز، ۰/۵۸ کیلوگرم و ۰/۰۴ روز به دست آمد. نتایج نشان داد که به ازای هر یک روز افزایش روزهای باز، میزان تولید در اوج شیردهی ۰/۰۰۳- کیلوگرم کاهش می یابد و افزایش یک کیلوگرم در تولید اولیه شیر، میزان تولید شیر در اوج شیردهی ۰/۵۸ کیلوگرم افزایش می یابد. همچنین هنگامی که زمان رسیدن به اوج تولید شیر یک روز افزایش می یابد، میزان تولید شیر در اوج شیردهی ۰/۰۴ کیلوگرم افزایش می یابد. سن هنگام اولین زایش به عنوان متغیر همراه بر صفت تولید شیر در اوج شیردهی اثر معنی داری داشت بطوریکه با افزایش یک ماه در سن هنگام اولین زایش، تولید شیر در اوج شیردهی به میزان ۰/۱۴ کیلوگرم افزایش می یابد که با نتایج دیگر محققان مطابقت نداشت. طاهری دزفولی و بیگی نصیری (۴)، گزارش کردند که سن زایش بر صفت تولید شیر گاوهای هلشتاین استان خوزستان اثر معنی داری نداشت.

در این تحقیق روندهای فنوتیپی صفات تولید در هنگام اوج، زمان

رسیدن به اوج و تولید شیر کل دوره شیردهی گاوهای هلشتاین مشهد طی سال های زایش ۱۳۷۳ تا ۱۳۸۶، بر اساس روش تابعیت میانگین حداقل مربعات بر سال زایش برآورد شدند. تابعیت هر کدام از خصوصیات میزان تولید در اوج، زمان رسیدن به اوج و تولید شیر در دوره شیردهی بر اساس سال زایش در جدول ۵ ارائه شده است.

روند فنوتیپی برآورد شده برای صفات تولید در هنگام اوج و تولید شیر کل دوره شیردهی به ترتیب برابر با ۰/۴۳ ($P<0.0001$) کیلوگرم در سال و ۱۰/۲۷ ($P<0.001$) کیلوگرم در سال و برای زمان رسیدن به اوج تولید ۲/۴۸ روز در سال ($P<0.0001$) بود. نتایج نشان داد که برای صفات فوق روند فنوتیپی مثبت و معنی دار آماری در فاصله سال های زایش ۱۳۷۳ تا ۱۳۸۶ وجود داشته است. ضرایب تابعیت در جدول ۵ نشان می دهد که به ازای هر سال، صفت چه مقدار تغییر می کند و آیا این روند، کاهشی یا افزایشی است.

رحمانی نیا و همکاران (۲)، تابعیت فنوتیپی خصوصیات زمان رسیدن به اوج، میزان تولید در اوج و تولید شیر در دوره شیردهی را برای گاومیش های ایران بترتیب ۰/۰۷۳، ۰/۰۱۱- و ۳۰/۸۰۹ برآورد کردند. آنها برای تولید شیر و زمان رسیدن به اوج شیردهی روند فنوتیپی بسیار معنی داری را گزارش کردند ولی روند میزان تولید در اوج معنی دار نبود. شجاع و همکاران (۳)، روند فنوتیپی برای تولید شیر را ۴۴/۲۳ کیلوگرم در سال برای گاوهای هلشتاین کشت و صنعت مغان گزارش کردند. فرهنگ فر و همکاران (۵)، در گاوهای هلشتاین ایران روند فنوتیپی مثبت و معنی دار آماری ($P<0.01$) برای صفت شیر در طی سال های ۱۳۷۴ تا ۱۳۸۰ گزارش کردند که مقدار آن برابر با ۲۵۸/۶۰۹ کیلوگرم در سال بود. با توجه به این گزارشات می توان نتیجه گرفت که روند فنوتیپی صفت تولید شیر گاوهای هلشتاین ایران در سال های اخیر رو به افزایش بوده است. بطور کلی افزایش میانگین فنوتیپی تولید شیر کل دوره شیردهی، میزان تولید در اوج و زمان رسیدن به اوج تولید شیر، می تواند ناشی از اسپرم های با ارزش اصلاحی بالا، بهتر شدن شرایط محیطی و مدیریتی در برخی از سال ها باشد.

جدول ٤- ضرایب تابعیت جزئی خصوصیات تولید شیر از متغیرهای همراه

صفت	متغیر همراه	ضریب تابعیت	اشتباه معیار
تولید شیر در کل دوره شیردهی (کیلوگرم)	ژن هلشتاین (درصد)	۱/۸۰	۰/۷۳
	روزهای باز (روز)	۰/۴۴	۰/۱۰
	روزهای شیردهی (روز)	۲۷/۴۶	۰/۲۶
	تولید شیر در اوج شیردهی (کیلوگرم)	۲۲۸/۶۷	۱/۲۲
	زمان رسیدن به اوج تولید (روز)	۱/۸۲	۰/۱۴
مقدار تولید در اوج شیردهی (کیلوگرم)	سن هنگام اولین زایش (ماه)	۰/۱۴	۰/۰۲
	روزهای باز (روز)	-۰/۰۰۳	۰/۰۰۰۸
	تولید اولیه (کیلوگرم)	۰/۵۸	۰/۰۱
	زمان رسیدن به اوج تولید (روز)	۰/۰۴	۰/۰۰۱۴
زمان رسیدن به اوج شیردهی (روز)	ژن هلشتاین (درصد)	۰/۱۶	۰/۰۶
	روزهای باز (روز)	۰/۰۹	۰/۰۰۷
	تولید اولیه (کیلوگرم)	-۳/۳۴	۰/۰۸
تولید شیر در ابتدای دوره شیردهی (کیلوگرم)	ژن هلشتاین (درصد)	۰/۰۲۶	۰/۰۱
	سن هنگام اولین زایش (ماه)	۰/۱۲۱	۰/۰۳

جدول ۵- روند فنوتیپی (بر حسب واحد صفت بر سال زایش) خصوصیات تولید شیر طی سال های ۱۳۷۳ تا ۱۳۸٦

صفت	ضریب تابعیت	اشتباه معیار	ضریب تبیین	سطح معنی دار
تولید در هنگام اوج شیردهی (کیلوگرم)	۰/۴۳	۰/۰۴	۰/۸۹	۰/۰۰۰۱
زمان رسیدن به اوج شیردهی (روز)	۲/۴۸	۰/۲۲	۰/۹۱	۰/۰۰۰۱
تولید شیر در کل دوره شیردهی (کیلوگرم)	۱۰/۲۷	۲/۲۹	۰/۶۳	۰/۰۰۱

در این بررسی روندهای فنوتیپی صفات مورد توجه برای یک دوره ۱۴ ساله (۱۳۸۶- ۱۳۷۳) و بر اساس اطلاعات موجود بدست آمد. با این حال، هنگامی که تعداد سال های بیشتری در محاسبه روند مورد استفاده قرار گیرد دقت برآورد روند، افزایش پیدا می نماید (۸).

فصل زایش در این مطالعه بر اساس فصل های بهار، تابستان، پاییز و زمستان تقسیم بندی شد. روند تغییرات میانگین حداقل مربعات خصوصیات تولید شیر به تفکیک سال های ۱۳۷۳ تا ۱۳۸۶ و فصل های مختلف زایش برآورد گردید. میانگین حداقل مربعات خصوصیات تولید در ابتدای شیردهی، زمان رسیدن به اوج تولید، میزان تولید در اوج شیردهی و تولید شیر کل دوره شیردهی در سال ها و فصول مختلف سال، در جدول ۶ ارائه شده است.

بر اساس نتایج مندرج در جدول ۶، میانگین حداقل مربعات تولید شیر در کل دوره شیردهی، میزان تولید شیر در اوج و تولید در ابتدای شیردهی به ترتیب در سال ۱۳۷۳ برابر ۶۹/۰۷ ± ۷۷۶۸/۴۶، ۰/۵۹۹ ± ۲۸/۶۷ و ۰/۹۵۳ ± ۲۳/۲۵ کیلوگرم بود که به ۲۸/۱۹ ± ۷۸۶۴/۴۵، ۰/۲۵۰ ± ۳۲/۵۸ و ۰/۳۸۸ ± ۲۷/۲۷ کیلوگرم در سال ۱۳۸۶ افزایش یافت. روند تغییرات در طی سال های مورد بررسی نشان داد که میانگین تولید شیر کل دوره شیردهی، میزان تولید شیر در اوج و تولید در ابتدای شیردهی این گله بعلت بهبود شرایط مدیریتی، بهداشتی و انتخاب روند افزایشی داشته و مشخص شد تفاوت تغییرات تولید شیر در کل دوره شیردهی، میزان تولید شیر در اوج و تولید در ابتدای شیردهی در سال های مختلف نیز معنی دار است ($P<0.01$). همچنین نتایج موجود در جدول ۶ نشان می دهد که میانگین صفت زمان رسیدن به اوج تولید در طی سال های ۱۳۷۳ تا ۱۳۸۶ روند افزایشی داشته و در سال ۱۳۷۳ حداقل (۵/۸۲ ± ۸۰/۳۳) و در سال ۱۳۸۶ حداکثر (۲/۳۷ ± ۱۱۵/۳۲) است. تفاوت بین میانگین تولید سال های مختلف را می توان مربوط به یکسری سازه های محیطی از قبیل سطح مدیریت گله، نامطلوب بودن وضعیت آب و هوایی نظیر خشکسالی، در دسترس نبودن جیره های غذایی مطلوب و بهداشت دانست. البته تعداد دام های بالغ در هر گله و یا انتخاب برای بهنژادی در هر سال نیز می تواند بر این امر مؤثر باشند (۱۴).

جدول ٦- برآورد میانگین حداقل مربعات* برای سال و فصول مختلف زایش

عامل	تولید شیر در ابتدای دوره شیردهی (کیلوگرم)	زمان رسیدن به اوج تولید (روز)	مقدار تولید در اوج شیردهی (کیلوگرم)	تولید شیر کل دوره شیردهی (کیلوگرم)
سال زایش				
۱۳۷۳	۲۳/۲۵ ± ۰/۹۵	۸۰/۳۳ ± ۵/۸۲	۲۸/۶۷ ± ۰/۶۰	۷۷۶۸/۴۶ ± ۶۹/۰۷
۱۳۷۴	۲۰/۳۱ ± ۰/۷۳	۸۳/۲۶ ± ۴/۴۶	۲۷/۳۷ ± ۰/۴۶	۷۶۸۱/۲۴ ± ۵۳/۲۴
۱۳۷۵	۲۱/۵۱ ± ۰/۵۰	۹۴/۱۸ ± ۳/۰۷	۲۸/۷۲ ± ۰/۳۱	۷۷۷۹/۶۸ ± ۳۶/۶۰
۱۳۷۶	۲۱/۴۲ ± ۰/۴۵	۹۲/۱۲ ± ۲/۷۸	۲۷/۴۰ ± ۰/۲۹	۷۷۸۹/۵۰ ± ۳۳/۵۷
۱۳۷۷	۲۳/۳۴ ± ۰/۴۳	۹۵/۷۰ ± ۲/۵۹	۲۸/۸۴ ± ۰/۲۷	۷۸۲۹/۱۸ ± ۳۰/۹۴
۱۳۷۸	۲۴/۶۱ ± ۰/۴۱	۹۴/۵۹ ± ۲/۴۹	۲۹/۶۶ ± ۰/۲۶	۷۸۳۳/۷۱ ± ۲۹/۷۷
۱۳۷۹	۲۴/۷۵ ± ۰/۴۱	۹۹/۴۱ ± ۲/۴۸	۳۰/۴۹ ± ۰/۲۶	۷۸۴۸/۳۴ ± ۲۹/۴۹
۱۳۸۰	۲۶/۴۷ ± ۰/۴۱	۹۵/۳۹ ± ۲/۵۰	۳۱/۲۰ ± ۰/۲۶	۷۸۰۴/۴۵ ± ۲۹/۶۲
۱۳۸۱	۲۵/۶۳ ± ۰/۴۱	۹۸/۳۲ ± ۲/۵۱	۳۰/۸۵ ± ۰/۲۶	۷۸۱۴/۲۴ ± ۲۹/۸۵
۱۳۸۲	۲۶/۲۰ ± ۰/۳۶	۱۰۵/۱۱ ± ۲/۲۲	۳۱/۳۶ ± ۰/۲۳	۷۸۴۹/۰۱ ± ۲۶/۲۶
۱۳۸۳	۲۶/۷۵ ± ۰/۳۵	۱۰۶/۶۵ ± ۲/۱۷	۳۲/۰۵ ± ۰/۲۳	۷۸۷۱/۸۲ ± ۲۵/۶۳
۱۳۸۴	۲۷/۰۷ ± ۰/۳۳	۱۱۴/۹۴ ± ۲/۰۴	۳۲/۵۸ ± ۰/۲۲	۷۹۰۰/۸۲ ± ۲۴/۱۸
۱۳۸۵	۲۷/۱۱ ± ۰/۳۲	۱۱۳/۴۸ ± ۱/۹۵	۳۲/۹۷ ± ۰/۲۱	۷۸۴۱/۵۱ ± ۲۳/۲۱
۱۳۸۶	۲۷/۲۷ ± ۰/۳۹	۱۱۵/۳۲ ± ۲/۳۷	۳۲/۵۸ ± ۰/۲۵	۷۸۶۴/۴۵ ± ۲۸/۱۹
فصل				
بهار	$۲۴/۱۵^{c}$ ± ۰/۳۳	$۹۶/۵۷^{c}$ ± ۱/۹۹	$۳۰/۳۴^{ac}$ ± ۰/۲۰	$۷۷۶۳/۲۴^{b}$ ± ۲۳/۷۸
تابستان	$۲۵/۲۱^{ab}$ ± ۰/۳۳	$۹۹/۷۹^{bc}$ ± ۱/۹۹	$۳۰/۱۵^{bc}$ ± ۰/۲۰	$۷۸۵۸/۴۳^{a}$ ± ۲۳/۷۷
پاییز	$۲۴/۹۹^{b}$ ± ۰/۳۲	$۹۹/۸۶^{bc}$ ± ۱/۹۴	$۳۰/۲۶^{c}$ ± ۰/۲۰	$۷۸۵۹/۵۵^{a}$ ± ۲۳/۲۷
زمستان	$۲۴/۴۲^{c}$ ± ۰/۳۲	$۱۰۰/۵۹^{ab}$ ± ۱/۹۴	$۳۰/۶۲^{a}$ ± ۰/۲۰	$۷۷۹۷/۷۵^{b}$ ± ۲۳/۱۷

*: میانگین های هر ستون با حروف غیرمشترک دارای اختلاف معنی دار می باشند ($P<۰/۰۵$)

میانگین تولید شیر کل دوره شیردهی در فصول بهار، تابستان، پاییز و زمستان به ترتیب ۷۷۶۳/۲۴، ۷۸۵۸/۴۳، ۷۸۵۹/۵۵ و ۷۷۹۷/۷۵ کیلوگرم برآورد گردید. میانگین حداقل مربعات تولید شیر کل دوره شیردهی در فصل پاییز با ۲۳/۲۷ ± ۷۸۵۹/۵۵ کیلوگرم حداکثر و در فصل بهار با ۲۳/۷۸ ± ۷۷۶۳/۲۴ کیلوگرم در حداقل مقدار بود.

مقایسه اثر فصول مختلف بر زمان رسیدن به اوج نشان داد که میانگین حداقل مربعات زمان رسیدن به اوج در فصل زمستان از همه فصول بیشتر است. میانگین حداقل مربعات زمان رسیدن به اوج تولید شیر در فصل زمستان با ۱/۹۴ ± ۱۰۰/۵۹ روز حداکثر و در فصل بهار با ۱/۹۹ ± ۹۶/۵۷ روز حداقل بود.

میانگین تولید شیر در ابتدای شیردهی در فصول بهار، تابستان، پاییز و زمستان به ترتیب ۲۴/۱۵، ۲۵/۲۱، ۲۴/۹۹ و ۲۴/۴۲ کیلوگرم برآورد گردید. میانگین حداقل مربعات تولید شیر در ابتدای دوره شیردهی در فصل تابستان با ۰/۳۲۷ ± ۲۵/۲۱ کیلوگرم حداکثر و در فصل بهار با ۰/۳۲۶ ± ۲۴/۱۵ کیلو در حداقل مقدار است. زیرا گاوهایی که در فصل تابستان زایش نموده اند به علت گرمی هوا، حداکثر تولید همان روزهای اول بوده که این امر سبب گردیده فصل تابستان دارای بالاترین اوج تولید در ابتدای دوره شیردهی باشد.

میانگین حداقل مربعات میزان تولید شیر در اوج شیردهی در فصل زمستان با ۰/۲۰۰ ± ۳۰/۶۲ کیلوگرم حداکثر و در فصل تابستان با ۰/۲۰۴ ± ۳۰/۱۵ کیلوگرم حداقل بود. تکرلی و همکاران (۲۵)، تولید شیر کل دوره شیردهی و میزان تولید شیر در اوج تولید برای گاوهایی که در پاییز و زمستان زایش داشتند را بیشتر برآورد کردند و گزارش نمودند که تداوم شیردهی برای گاوهایی که در پاییز و زمستان زایش داشتند بیشتر می باشد. همچنین گزارش مسترت و همکاران (۱۹)، نشان داده است که تولید شیر ۳۰۵ روز گاو های هلشتاین و جرزی آفریقای جنوبی که در اواسط زمستان زایمان نموده بودند بیشتر از گاوهایی بود که در اواسط تابستان زایش داشتند.

تشکر و قدردانی

داده های مورد استفاده در این تحقیق توسط سازمان جهاد کشاورزی خراسان رضوی ارائه شده است که بدین وسیله از مسئولان محترم آن صمیمانه تشکر و قدردانی می شود.

منابع

۱- جهاندار، م. ح. ۱۳۸۱. بررسی روند ژنتیکی و محیطی برخی از صفات تولیدی در گاو هلشتاین. پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشکده کشاورزی، دانشگاه سیستان و بلوچستان.

۲- رحمانی نیا، ج.، ح. میرزایی، و ه. فرهنگ فر. ۱۳۸۸. تأثیر فاکتورهای محیطی بر شکل منحنی شیردهی در توده های گاومیش ایرانی. مجله علوم دامی ایران. شماره ۲: ۶۸ – ۵۹.

۳- شجاع، ج.، ا. احمدی، ن. پیرانی، و ص. علیجانی. ۱۳۸۰. برآورد پارامترهای فنوتیپی، ژنتیکی و محیطی صفات تولید شیر در گاوهای هلشتاین کشت و صنعت مغان. اولین سمینار ژنتیک و اصلاح نژاد دام، طیور و آبزیان کشور. کرج.

۴- طاهری دزفولی، ب. و م. ت. بیگی نصیری. ۱۳۸۵. تخمین پارامترهای ژنتیکی صفات تولید شیر گاوهای نژاد هلشتاین در استان خوزستان. مجله علمی کشاورزی، جلد ۲۹، شماره ۳.

۵- فرهنگ فر، ه.، ح. نعیمی پور، و اصغری، م. ر. ۱۳۸۶. بررسی روند فنوتیپی و ژنتیکی صفات تولید شیر گاوهای هلشتاین ایران. طرح پژوهشی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بیرجند.

۶- قربانی، غ.، و ح. خسروی نیا. ۱۳۷۹. اصول پرورش گاوهای شیرده (ترجمه). چاپ اول. انتشارات دانشگاه صنعتی اصفهان.

۷- نعیمی پور، ح.، ه. فرهنگ فر، م. باشتنی، و ی. فاضل. ۱۳۸۹. استفاده از تابع غیر خطی وود در توصیف منحنی شیردهی یک گله گاو شیری نژاد هلشتاین خراسان جنوبی. چهارمین کنگره علوم دامی ایران. ۲۸۳۳ – ۲۸۳۰.

8- Abdallah, J. M., and B. T. McDaniel. 2000. Genetic parameters and trends of milk, fat, days open and body weight after calving in North Carolina experimental herds. J. Dairy Sci. 83: 1364-1370.

9- Bath, D. L., F. N. Dickinson, H. A. Tucker, and R. D. Appelman. 1985. Dairy Cattle, Principles, Practices, Problems and Profits. Third Edition. Lea and Febiger Philadelphia.

10- Blanco, M., R. Gasque, A. Avila, and M. Rosas. 2000. Parameters of the lactation curve of Jersey cattle. From http://www. Congresocbta. Unam. mx/PA03.htm.

11- Dedkova, L., and E. Nemcova. 2003. Factors affecting the shape of lactation curves of Holstein cows in the Czech Republic. Czech J. Anim. Sci., 48(10): 395-402.

12- Dedkova, L., and J. Wolf. 2001. Estimation of genetic parameters for milk production traits in Czech dairy cattle population. . Czech J. Anim. Sci. 7: 298-307.
13- Dematawewa, C. M. B., and P. J. Berger. 1996. Effects of dystocia on yield, fertility, and cow losses and an economic evaluation of dystocia scores for Holsteins. J. Dairy Sci. 80: 754.
14- Deokar, D. K., S. T. Pachpute, S. D. Mandakmale, and B. D. Naikare. 2002. Factors affecting milk yield per day of lactation length. Journal of Maharashtra Agricultural University, 26: 340-341.
15- Farhangfar, H., P. Rowlinson, and M. B. Willis. 2000. Stimation of lactation curve parameters for Iranian Holstein dairy cows using nonlinear models. 7th Agricultural seminar of Iranian student in Europe 2000. Manchester, U. K.
16- Farhangfar, H., and P. Rowlinson. 2007. Genetic analysis of Wood's lactation curve in Iranian Holstein heifers. Journal of Biological Sciences 7:127-135.
17- Fathi Nasri, M., H. J. France, N. E. Odongo, S. Lopez, A. Bannink, and E. Kebreab. 2008. Modelling the lactation curve of dairy cows using the differentials of growth functions. J. Agric. Sci. 146:633-641.
18- Grzesiak, W., P. Blaszczyk, and R. Lacroix. 2006. Methods of predicting milk yield in dairy cows – predictive capabilities of Wood's lactation curve and artificial neural networks (ANNs). Computers and Electronics in Agriculture 54:69-83.
19- Mostret, B. E., H. F. Theron, and F. H. J. Kanfer. 2001. The effect of calving season and age at calving on production traits of South African dairy cattle. Animal Breeding Abstract, 71: 128.
20- Osorio-Arce, M. M., and J. C. Segura-Correa. 2005. Factors affecting the lactation curve of Bos Taurus × Bos indicus cows in a dual purpose system in the humid tropics of Tabasco, Mexico. Tecnica-Pecuaria-en-Mexico., 43: (1) 127-137.
21- Pulina, G., A. Cappio – Borlino, N. Macciotta, C. Di Mauro, and A. Nudda. 2001. Empirical and mechanistic models of temporal evolution of milk production in kuminants. Rivista di Biologia / Biology Forum 94: 331-344.
22- Rekik, B., A. Ben Gara, M. Ben Hamouda, and H. Hammami. 2003. Fitting lactation curves of dairy cattle in different types of herds in Tunisia. Livestock Production Science. 83: 309-315.
23- Sawa, A., and Piwczynski, D. 2003. Somatic cell count and milk yield and composition in Black and White × Holstein-Friesian cows. Animal Breeding Abstract, 71: 292.
24- Thornley, J. H. M., and J. France. 2006. Mathematical Models in Agriculture, 2nd ed. CABI Publishing, Wallingford, UK, 928 pp.
25- Tekerli, M., Z. Akinci, I. Dogan, and A. Akcan. 2000. Factors affecting the shape of lactation curves of Holstein cows from the Balikesir province of Turkey. J. Dairy Sci. 83: 1381-1386.
26- Warwick, E. J. 1979. Breeding and Improvement of Farm Animal, 7th edition, TATA McGraw Hill Publishing Company: 558-628.