دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری
پژوهشهای تولیدات دامی

# بررسی روند ژنتیکی صفات تولیدی گاوهای هلشتاین در تابعی از شاخص دما- رطوبت با استفاده از مدل رگرسیون تصادفی

سیما ساورسفلی[1] و مهدی بهلولی[2]

۱- استادیار موسسه تحقیقات علوم دامی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی (نویسنده مسوول: simasavar@gmail.com)
۲- گروه ژنتیک و اصلاح نژاد دام، دانشگاه گیسن، گیسن، آلمان

تاریخ دریافت: ۹۷/۹/۴ تاریخ پذیرش: ۹۷/۱۲/۱۳
صفحه: ۹۳ تا ۱۰۲

**چکیده**

**هدف از این تحقیق بررسی تأثیر شاخص دما-رطوبت بر روند تولید شیر و درصد چربی شیر گاوهای هلشتاین اقلیم مدیترانه‌ای ایران بود. داده‌ها شامل ۳۴۸۸۶۸ و ۳۰۲۸۵۱ رکورد روز آزمون تولید شیر و درصد چربی از ۴۲۷۸۱ و ۳۸۸۲۹ رأس گاو شیری مربوط به ۹ استان از منطقه‌ی مدیترانه‌ای ایران بین سال‌های ۱۳۸۰ تا ۱۳۹۵ بود. برای محاسبه شاخص دما و رطوبت نسبی (THI) از اطلاعات آب و هوایی نزدیکترین ایستگاه‌های هواشناسی به گله‌های مورد بررسی استفاده شد. میانگین THI مربوط به سه روز قبل از تاریخ رکوردگیری به‌عنوان یک توصیف‌گر محیطی برای صفات تولیدی در نظر گرفته شد. آزمون معنی‌داری با رویه‌ی GLM برای در نظر گرفتن اثرات ثابت در مدل مورد استفاده قرار گرفت. مدل رگرسیون تصادفی با روش بیزی برای برآورد ارزش اصلاحی (EBV) حیوانات در تابعی از روزهای شیردهی (DIM) و THI به کار گرفته شد و روند ژنتیکی صفات در تابعی از سال تولد و THI برآورد شد. نتایج نشان داد که علاوه بر تغییر رتبه‌بندی گاوهای نر در DIMهای متفاوت، رتبه‌بندی در تابعی از THI نیز متفاوت بود. حیوانات پاسخ‌های متفاوتی در تابعی از THI داشتند به‌طوری که گاوهای نر با بیشترین EBV در THI پایین دارای EBV کمتری در THI بالا بودند. در تابعی از THI، تغییر رتبه‌بندی گاوهای نر برای درصد چربی نسبت به تولید شیر بیشتر بود. به‌عبارت دیگر، حیوانات برای درصد چربی در پاسخ به تغییرات آب و هوایی حساس‌تر بودند. برای هر دو صفت، با افزایش THI روند ژنتیکی منفی مشاهده شد؛ به‌علاوه بر خلاف تولید شیر، درصد چربی روند منفی در تابعی از سال تولد داشت. می‌توان نتیجه گرفت که THI اثر قابل توجهی بر صفات تولیدی شیر داشته و در نظر گرفتن این عامل با به‌کارگیری مدل رگرسیون تصادفی می‌تواند برای بررسی مقاومت گرمایی گله‌های گاوهای شیری در اقلیم آب و هوایی مدیترانه‌ای قابل استفاده باشد.**

**واژه‌های کلیدی: روزهای شیردهی، شاخص دما-رطوبت، ارزش اصلاحی، روند ژنتیکی، اقلیم مدیترانه‌ای**

## مقدمه

دقت برآورد پارامترهای ژنتیکی صفات اقتصادی در دام علاوه بر ساختار داده، به مدل ژنتیکی مورد استفاده نیز وابسته است. انتخاب حیوانات برتر براساس مدل ژنتیکی مناسب و استفاده از آنها به‌عنوان والدین نسل بعد میانگین تولید را بهبود می‌بخشد (۱۹،۲۹). در نظر گرفتن عوامل موثر بر تغییرات تولید دام از اهمیت زیادی برخوردار است؛ یکی از عوامل مهم اثرگذار بر کمیت و کیفیت تولید شیر تنش گرمایی است که می‌تواند منجر به ضرر و زیان اقتصادی شدید در گله‌های گاوهای شیری شود (۱۴،۱۵). پتانسیل ژنتیکی حیوان می‌تواند نقش مهمی در کنترل میزان کاهش تولید شیر گله در شرایط آب و هوایی تنش‌زا ایفا کند (۳۳).

اثر متقابل ژنوتیپ و محیط به تفاوت حساسیت ژنوتیپ‌ها در محیط‌های مختلف می‌پردازد. اگر رتبه‌بندی ژنوتیپ‌ها در محیط‌های مختلف تغییر کند، دلیلی بر تفاوت بیان ژن در محیط‌های متفاوت خواهد بود (۱۳). بوهمنوا و همکاران (۷) گزارش کردند که تنش گرمایی همراه با افزایش تعرق بوده و با کاهش مصرف خوراک، منجر به کاهش تولید شیر گاوهای هلشتاین می‌شود. این پژوهشگران با در نظر گرفتن اطلاعات آب و هوایی، اثر متقابل محیط و ژنوتیپ قابل توجهی را گزارش کردند. بنابراین با بررسی تنش گرمایی، می‌توان اثر متقابل ژنوتیپ و محیط (G×E) را تشخیص داد و در صورتی‌که که اثر متقابل G×E زیاد باشد، اهمیت تنش گرمایی و نقش آن در تولید دام بیشتر می‌شود (۸،۷،۵).

یکی از روش‌های مناسب برای بررسی تنش گرمایی و اثر متقابل ژنوتیپ و محیط، استفاده از مدل رگرسیون تصادفی است. کالوس و همکاران (۱۰) با استفاده از مدل رگرسیون تصادفی و در نظر گرفتن سطح بیماری در گله به‌عنوان عامل محیطی به بررسی اثر متقابل ژنوتیپ و سطح بیماری گله پرداختند و نشان دادند که حیوانات در اوایل دوره‌ی شیردهی حساس‌تر بوده و اثر متقابل بیشتری در این مرحله از دوره‌ی شیردهی وجود دارد. به‌طور کلی، کاربرد مدل رگرسیون تصادفی بدون در نظر گرفتن آستانه و یا گروه‌بندی داده‌ها، انعطاف‌پذیری بالایی را در مدل‌های آماری ایجاد می‌کند (۲۴،۸). با استفاده از این مدل، اطلاعات بیشتری از تغییرات ارزش‌های اصلاحی در دامنه‌ای از تغییرات محیطی حاصل می‌شود. این مدل اجازه مطالعه‌ی تغییرات مولفه‌های (کو) واریانس در تابعی از زمان به‌عنوان مثال روزهای شیردهی و در تابعی از تغییرات محیطی مثل شاخص دما-رطوبت را می‌دهد. در تابعی از روزهای شیردهی یا در تابعی از شاخص دما-رطوبت، برخی از ژن‌ها روشن و برخی دیگر خاموش می‌شوند که دلیلی بر تغییر عملکرد و فیزیولوژی بدن حیوان می‌باشد (۵،۸،۱۵). همامی و همکاران (۱۳) گزارش کردند زمانی‌که شرایط محیطی و دمایی متفاوت باشد تغییر رتبه‌بندی دام‌ها بیشتر می‌شود. همچنین بروگمن و همکاران (۸) با

[ Downloaded from rap.sanru.ac.ir on 2025-12-15 ]
[ DOI: 10.29252/rap.10.24.93 ]

استفاده از مدل رگرسیون تصادفی نشان دادند که برای مقدار تولید پروتئین اثر متقابل ژنوتیپ و محیط قابل توجهی در تابعی از شاخص دما-رطوبت وجود ندارد اما برای تولید شیر اثر متقابل معنی‌داری برآورد شده است (۴،۵).

تغییرات آب و هوایی و گرم شدن کره‌ی زمین یکی از مهمترین چالش‌هایی پیش‌رو می‌باشد که در این راستا، در سال‌های اخیر اصلاح‌گران گاوهای شیری تحقیقاتی برای بررسی اثر متقابل ژنوتیپ و محیط و انتخاب گاوهای نر سازگار با شرایط محیطی گرم انجام داده‌اند (۳۰،۱۳). بنابراین، تحقیق حاضر با هدف پیش‌بینی ارزش اصلاحی حیوانات برای مقادیر مختلف شاخص دما-رطوبت و بررسی روند تغییرات ارزش اصلاحی در تابعی از سال تولد و شاخص دما-رطوبت گاوهای هلشتاین اقلیم مدیترانه‌ای ایران انجام شد.

## مواد و روش‌ها

در این تحقیق از اطلاعات رکوردهای روز آزمون تولید شیر و درصد چربی شیر گاوهای هلشتاین شکم اول زایش در اقلیم مدیترانه‌ای ایران (استان‌های آذربایجان شرقی، آذربایجان غربی، اردبیل، چهارمحال بختیاری، زنجان، کردستان، کرمانشاه، قزوین و همدان براساس روش طبقه‌بندی دومارتن در اقلیم مدیترانه‌ای قرار گرفتند) (۳۲) که به‌صورت ماهانه طی سال‌های ۱۳۸۰ تا ۱۳۹۵ توسط مرکز اصلاح نژاد و بهبود تولیدات دامی کشور رکوردگیری شده‌اند استفاده شد و اطلاعات آب و هوایی ایستگاه‌های هواشناسی مربوط به این ۹ استان برای محاسبه شاخص دما-رطوبت (THI) مورد استفاده قرار گرفت که شامل دما و رطوبت نسبی حداکثر، حداقل و متوسط روزانه بود. فرمول THI مورد استفاده به صورت زیر بود (۸،۲):

$$THI= [1/8 \times T_{max} + 32] - [0/55 - 0/0055 \times RH_{min}]\times[1/8 \times T_{max} - 26]$$

که در آن، $T_{max}$، دمای حداکثر روزانه به درجه سلسیوس و $RH_{min}$، حداقل رطوبت نسبی روزانه به درصد می‌باشند. بعد از محاسبه‌ی شاخص دما-رطوبت برای هر روز، میانگین THI مربوط به سه روز قبل از رکوردگیری صفت محاسبه و به‌عنوان یک عامل محیطی مؤثر بر صفت در مدل در نظر گرفته شد؛ این کار بر اساس تحقیق (۷) انجام شد. در تحقیق (۷)، نشان داده شده است که میانگین شاخص دما-رطوبت برای سه روز قبل از تاریخ رکوردگیری در مقایسه با اطلاعات آب و هوایی یک یا دو روز قبل از رکوردگیری، تغییرات تولید شیر را به‌طور مناسب‌تری تبیین می‌کند. در مرحله‌ی بعدی، اطلاعات موجود در فایل داده بعد از شناسایی نزدیک‌ترین ایستگاه هواشناسی به گاوداری مدنظر با اطلاعات THI ادغام شد. بعد از ادغام داده‌ی ایستگاه‌های هواشناسی با اطلاعات صفات تولیدی گاوداری‌های مربوطه ۵۷۴ واحد گاوداری با ۴۲۷۸۱ و ۳۸۸۲۹ رأس گاو شیری به‌ترتیب برای تولید شیر و درصد چربی شیر در فایل نهایی باقی ماند که برای این صفات به‌ترتیب ۳۴۸۸۶۸ و ۳۰۲۸۵۱ رکورد بود.

برای بررسی اثرات ثابت، از رویه‌ی GLM در برنامه‌ی SAS 9.1 (۳۱) استفاده شد. اثراتی که در مدل آماری قرار گرفت شامل اثرات گله-سال-ماه رکوردگیری، سن-سال-فصل زایش، دفعات دوشش، ماه شیردهی و شاخص دما-رطوبت (به‌عنوان کواریت) بود. بعد از بررسی معنی‌داری اثرات ثابت، مدل رگرسیون تصادفی با در نظر گرفتن اثرات معنی‌دار تشکیل شد:

$$y_{ijklm} = HTD_i + MF_j + \sum_{n=1}^{q} \alpha_{kn} z_n(d) + \sum_{n=1}^{q} \beta_{ln} z_n(d) + \sum_{n=1}^{q} \gamma_{ln} z_n(d) + \sum_{n=1}^{q} \delta_{ln} z_n(t) + \sum_{n=1}^{q} \varepsilon_{ln} z_n(t) + e_{ijklm}$$

در این مدل:

$y_{ijklm}$: صفت (تولید شیر یا درصد چربی)، $HTD_i$: اثر iاُمین گله-سال-ماه رکوردگیری، $MF_j$: اثر دفعات دوشش (دو بار یا سه بار دوشش)، $\alpha_{kn}$: nاُمین ضریب رگرسیون ثابت برای kاُمین سن-سال-فصل در زمان زایش در تابعی از روزهای شیردهی، $\beta_{ln}$: nاُمین ضریب رگرسیونی تصادفی برای اثر تصادفی ژنتیک افزایشی برای lاُمین حیوان در تابعی از روزهای شیردهی، $\gamma_{ln}$: nاُمین ضریب رگرسیونی تصادفی برای اثر تصادفی محیط دائمی برای lاُمین دام در تابعی از روزهای شیردهی، $\delta_{ln}$: nاُمین ضریب رگرسیونی تصادفی برای اثر تصادفی ژنتیک افزایشی برای lاُمین حیوان در تابعی از شاخص دما-رطوبت، $\varepsilon_{ln}$: nاُمین ضریب رگرسیونی تصادفی برای اثر تصادفی محیط دائمی برای lاُمین دام در تابعی از شاخص دما-رطوبت، $z_n(d)$: متغیر کمکی برای توصیف منحنی شیردهی رگرسیون‌های ثابت و تصادفی روزهای مختلف شیردهی، $z_n(t)$: متغیر کمکی برای توصیف منحنی شیردهی رگرسیون‌های ثابت و تصادفی شاخص‌های مختلف دما-رطوبت، $e_{ijklm}$: اثر باقیمانده می‌باشد که واریانس باقیمانده به‌صورت همگن در نظر گرفته شد.

برای پیش‌بینی ارزش اصلاحی روز شیردهی iاُم، از فرمول $q_i(\hat{a}_l)$ استفاده شد (۱۳) که $\hat{a}_l$، بردار ضرایب رگرسیون تصادفی ارزش اصلاحی برآورد شده برای حیوان lاُم و qi، بردار چندجمله‌ای‌های لژاندر روز iاُم می‌باشد. برای مقادیر مختلف THI نیز از این فرمول استفاده شد تا در تابعی از THI، ارزش اصلاحی پیش‌بینی شود. بعد از برآورد ارزش‌های اصلاحی در تابعی از شاخص دما-رطوبت، از همبستگی رتبه‌ای اسپیرمن برای تشخیص وجود اثر متقابل ژنوتیپ و محیط بین کمترین (THI=۳۵) و بیشترین (THI=۶۴) مقادیر شاخص دما-رطوبت استفاده شد. برای برآورد روند ژنتیکی، با استفاده از ارزش‌های اصلاحی برآورد شده برای روزهای مختلف، ارزش اصلاحی ۳۰۵ روز تولید نیز با مجموع ارزش‌های اصلاحی روزانه به‌دست آمد و میانگین ارزش اصلاحی ۳۰۵ روز تولید براساس سال تولد محاسبه شد تا روند ژنتیکی در تابعی از سال‌های مختلف ترسیم گردد. همچنین میانگین ارزش اصلاحی در تابعی از شاخص دما-رطوبت برآورد گردید تا تأثیر شاخص دما-رطوبت اقلیم آب و هوایی مدیترانه‌ای بر تولید شیر و درصد چربی شیر مورد بررسی قرار گیرد.

[ Downloaded from rap.sanru.ac.ir on 2025-12-15 ]

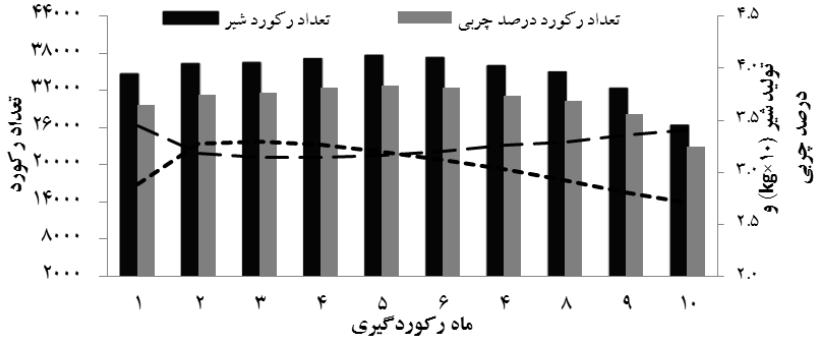
[ DOI: 10.29252/rap.10.24.93 ]

برای برآورد پارامترهای ژنتیکی از برنامه‌ی GIBBS2F90 (۲۵) استفاده شد. در این نرم‌افزار از یک زنجیره با ۱۰۰۰۰۰ نمونه استفاده شد و ۲۰۰۰۰ نمونه اولی به‌عنوان دور قلق‌گیری در نظر گرفته شد و حذف شد و در مرحله بعد، از هر پنجاه نمونه یکی برداشته شد و میانگین آنها برای برآورد پارامترهای ژنتیکی و برآورد ارزش‌های اصلاحی مورد استفاده قرار گرفت. تعداد نمونه‌گیری گیبس، دور قلق‌گیری و همچنین فاصله نمونه‌های ذخیره شده، بعد از بررسی بصری همگرایی و عدم همبستگی بین نمونه‌های ذخیره شده انتخاب شد.

## نتایج و بحث

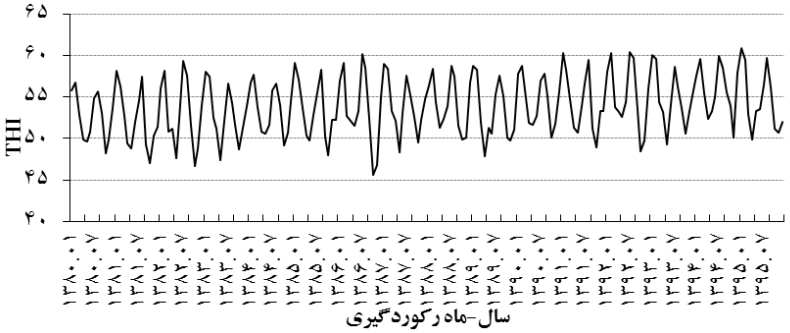
نمودار (۱) تعداد رکورد و میانگین تولید شیر و درصد چربی در مقاطع مختلف دوره‌ی شیردهی را نشان می‌دهد.

تعداد رکورد در اوایل دوره‌ی شیردهی نسبتاً بیشتر بوده و با رسیدن به اواخر دوره، تعداد رکورد کمتر می‌شود. منحنی تولید شیر نشان می‌دهد که تا حدود ماه دوم شیردهی، تولید شیر بیشتر می‌شود و بعد از آن تا رسیدن به روز ۳۰۵ دوره‌ی شیردهی، روند نزولی دارد. نتایج مشابه با تحقیق محمدیان و همکاران (۲۶) و در محدوده ۲۸ تا ۳۳ کیلوگرم می‌باشد. آمار توصیفی به تفکیک ماه‌های مختلف رکوردگیری نشان می‌دهد که درصد چربی در اوایل دوره شیردهی بالا بود و با رسیدن به اواسط (ماه سوم و چهارم) به حداقل مقدار خود رسیده و در ادامه تا آخر دوره، روند صعودی داشت. میانگین درصد چربی در ماه اول برابر با ۳/۴۵ و در ماه چهارم ۳/۱۳ درصد بود.




نمودار ۱- تعداد رکورد و میانگین تولید شیر و درصد چربی شیر در ماه‌های مختلف دوره‌ی شیردهی
Chart 1. Number of records and average milk yield and fat percentage of milk in different lactation periods

نمودار (۲) تغییرات شاخص دما-رطوبت در تابعی از ماه‌های مختلف برای سال‌های ۱۳۸۰ تا ۱۳۹۵ را نشان می‌دهد. شاخص دما-رطوبت طی فصول سرد پایین بوده و در تابستان حداکثر می‌شود. به‌علاوه، در تابعی از سال، شاخص THI روند صعودی دارد و نشان می‌دهد که شاخص THI در سال‌های اخیر بیشتر از دهه‌ی ۸۰ بوده است (۴،۲۷).




نمودار ۲- تغییرات شاخص دما-رطوبت در سال‌های مختلف در اقلیم مدیترانه‌ای ایران
Chart 2. Temperature-humidity index (THI) changes in different years in the Mediterranean climate of Iran

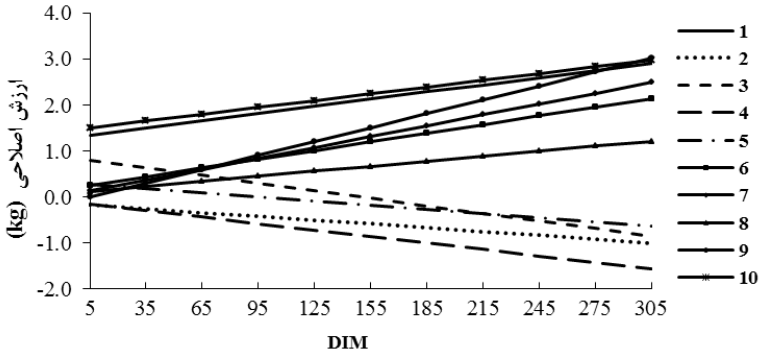
با تجزیه واریانس صفت تولید شیر، ضریب رگرسیونی برای THI ۰/۰۳- برآورد شد که نشان می‌دهد به ازای یک واحد افزایش در شاخص دما-رطوبت، تولید شیر به مقدار ۳۰ گرم کاهش می‌یابد. براساس گزارش فرایتاس و همکاران (۱۲)، کاهش تولید شیر به ازای یک واحد افزایش در شاخص دما-رطوبت حدود ۰/۱۵ تا ۰/۳۶ کیلوگرم می‌باشد. همچنین رواگنولا و همکاران (۳۰) برای صفت تولید شیر در شاخص دما رطوبت بالاتر از ۷۲، کاهش تولیدی برابر با ۰/۲ کیلوگرم به ازای یک واحد افزایش در شاخص THI گزارش کردند. بروگمن و همکاران (۸) نشان دادند که براساس شاخص

[ Downloaded from rap.sanru.ac.ir on 2025-12-15 ]
[ DOI: 10.29252/rap.10.24.93 ]

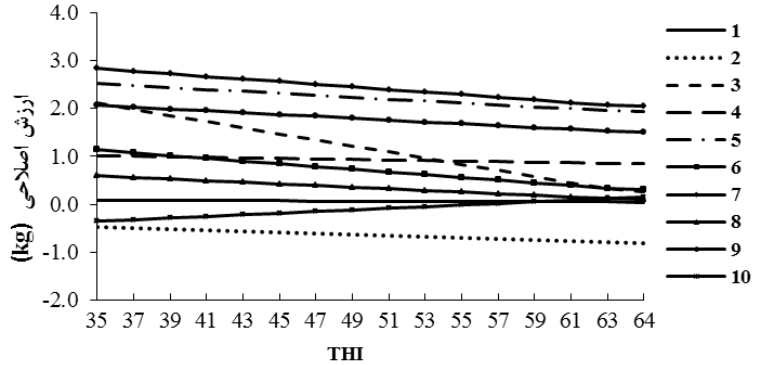
دما-رطوبت تعریف شده، ضریب رگرسیون برابر با ۰/۰۸- کیلوگرم بر THI برای تولید شیر می‌باشد. با توجه به اینکه در این تحقیق نیز فرمول شاخص دما-رطوبت مشابهی با تحقیق بروگمن و همکاران (۸) استفاده شده بود، بنابراین کاهش تولید شیر نسبتاً مشابهی در تابعی از شاخص دما-رطوبت مشاهده شد.

در رابطه با صفت درصد چربی، ضریب رگرسیونی برابر با ۰/۰۱۰- برآورد شد و نشان می‌دهد به ازای یک واحد افزایش در شاخص دما-رطوبت، ۰/۰۱۰ درصد کاهش در درصد چربی رخ می‌دهد. رواگنولا و همکاران (۳۰) برای صفت درصد چربی شیر در شاخص دما-رطوبت بالاتر از ۷۲، کاهش تولیدی برابر با ۰/۰۰۹ درصد به ازای یک واحد افزایش در شاخص دما-رطوبت گزارش کردند.

ارزش اصلاحی در تابعی از روزهای شیردهی و شاخص دما-رطوبت برای تولید شیر، ارزش‌های اصلاحی ده رأس گاو نر که دارای حداقل ۱۰۰ دختر بودند در تابعی از روزهای شیردهی و شاخص دما-رطوبت به‌ترتیب در نمودارهای (۳) و (۴) نشان داده شده است. نتایج نشان داد که علاوه بر تغییر رتبه‌بندی گاوهای نر در روزهای مختلف شیردهی، در تابعی از THI نیز دارای تغییر رتبه هستند. همبستگی رتبه‌ای اسپیرمن ارزش‌های اصلاحی بین روزهای ۵اُم و ۳۰۵اُم شیردهی برای کل جمعیت و ۱۰ گاو نر انتخاب شده به‌ترتیب برابر با ۰/۵۱ و ۰/۴۴ به دست آمد. همین‌طور بین کمترین و بیشترین مقدار THI برای برای کل جمعیت و ۱۰ گاو نر انتخاب شده، همبستگی اسپیرمن به‌ترتیب برابر با ۰/۸۹ و ۰/۸۸ برآورد شد. نتایج نشان می‌دهد که گاوهای نری که در شاخص‌های دما-رطوبت بالا دارای ارزش اصلاحی بالاتری نسبت به سایر گاوها هستند، می‌توانند با سازگاری بیشتر از کاهش سطح تولید در شرایط آب و هوایی گرم جلوگیری نمایند. این موضوع نشان می‌دهد که در تابعی از توصیف‌گر محیطی مدنظر، اثر متقابل G × E وجود دارد. تغییر رتبه حیوانات در شرایط محیطی مختلف و تشخیص آن با استفاده از مدل دارای اثر متقابل G × E نشان‌دهنده توان زیاد این مدل برای تشخیص اثر متقابل بوده و در نتیجه صحت پیش‌بینی ارزش اصلاحی بالاتری نسبت به مدل بدون اثر متقابل G×E خواهد بود (۱۳،۴).




نمودار ۳- ارزش اصلاحی برآورد شده‌ی تولید شیر ده گاو نر دارای حداقل ۱۰۰ دختر در تابعی از روزهای شیردهی
Chart 3. Estimated breeding value of milk production for ten bulls with a minimum of 100 daughters in the function of days in milk

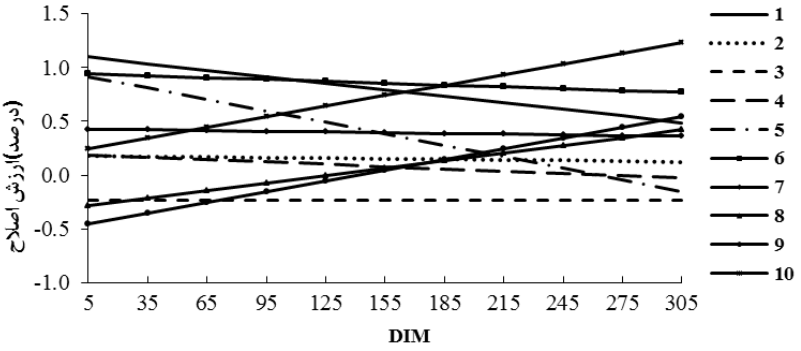



نمودار ۴- ارزش اصلاحی برآورد شده تولید شیر ده گاو نر دارای حداقل ۱۰۰ دختر در تابعی از شاخص دما-رطوبت
Chart 4. Estimated breeding value of milk production for ten bulls with a minimum of 100 daughters in the function of the temperature-humidity index

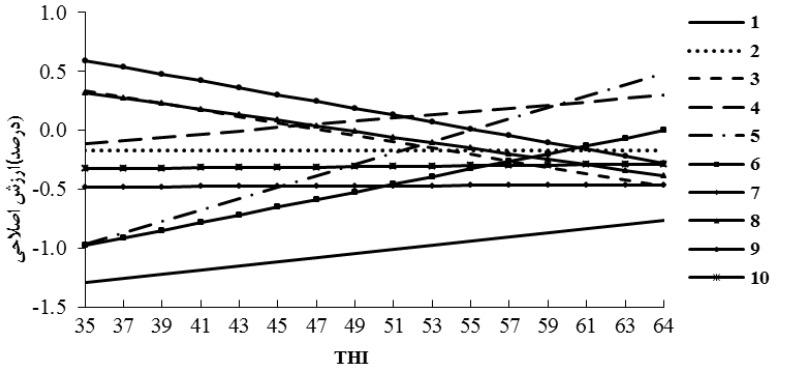
ارزش اصلاحی برآورد شده‌ی درصد چربی مربوط به ده گاو نر دارای حداقل ۱۰۰ نتاج در تابعی از روزهای شیردهی و شاخص دما-رطوبت در نمودارهای (۵) و (۶) ارائه شده است. برای این صفت نیز مانند صفت تولید شیر در تابعی از روزهای شیردهی و شاخص دما-رطوبت تغییر رتبه‌بندی گاوهای نر مشاهده می‌شود. برای درصد چربی، همبستگی اسپیرمن ارزش‌های اصلاحی بین روزهای ۵اُم و ۳۰۵اُم شیردهی برای کل جمعیت و ۱۰ گاو نر انتخاب‌شده به‌ترتیب برابر با ۰/۲۳ و

[ Downloaded from rap.sanru.ac.ir on 2025-12-15 ]
[ DOI: 10.29252/rap.10.24.93 ]

۰/۱۶ به‌دست آمد و بین کمترین (THI=۳۵) و بیشترین (THI=۶۴) مقادیر THI برای برای کل جمعیت و ۱۰ گاو نر انتخاب‌شده، به‌ترتیب برابر با ۰/۰۶ و ۰/۰۴- محاسبه شد. در مقایسه با تغییر رتبه‌بندی تولید شیر، تغییر رتبه‌بندی بیشتری برای درصد چربی مشاهده شد. برای این صفت همبستگی ژنتیکی کم‌تری در تابعی از شاخص دما-رطوبت برآورد شده است (۳۳) و می‌توان نتیجه گرفت که در مقایسه با تولید شیر، درصد چربی بیشتر تحت تأثیر اثر متقابل ژنوتیپ و محیط قرار می‌گیرد.

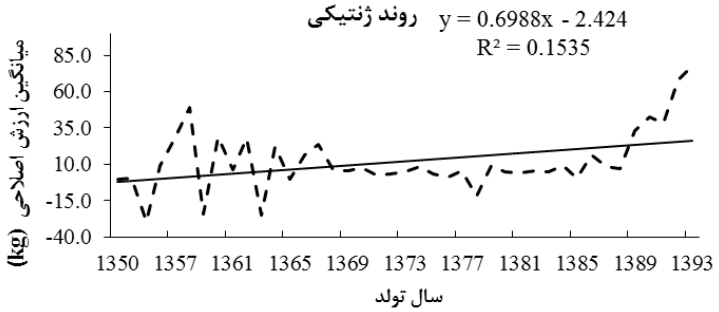



نمودار ۵- ارزش اصلاحی برآورد شده درصد چربی ده گاو نر دارای حداقل ۱۰۰ دختر در تابعی از روزهای شیردهی
Chart 5. Estimated breeding value of fat percentage for ten bulls with a minimum of 100 daughters in the function of days in milk




نمودار ۶- ارزش اصلاحی برآورد شده درصد چربی ده گاو نر دارای حداقل ۱۰۰ دختر در تابعی از شاخص دما-رطوبت
Chart 6. Estimated breeding value of fat percentage for ten bulls with a minimum of 100 daughters in function of temperature-humidity index

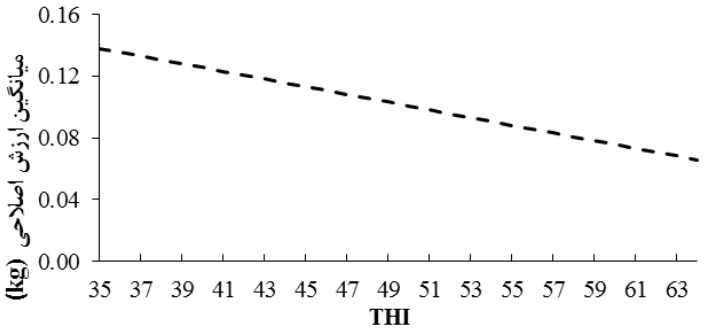
همان‌طور که در نمودار (۷) نشان داده شده است، به‌طور کلی روند ژنتیکی تولید شیر در تابعی از سال تولد روند صعودی معنی‌داری (p<۰/۰۵) دارد که در سال‌های اخیر بهبود ژنتیکی با سرعت بیشتری صورت گرفته است. روند مشاهده شده مطابق با گزارشات عبدالله‌پور و همکاران (۱) و خورشیدی و همکاران (۲۰) می‌باشد. بین سال‌های ۱۳۵۰ تا ۱۳۶۵ روند ژنتیکی بسیار متغیری وجود دارد که بیشتر به‌دلیل کم بودن تعداد حیوانات طی این سال‌ها و عدم وجود برنامه‌های اصلاح نژادی مشخص می‌باشد.




نمودار ۷- روند ژنتیکی تولید شیر در تابعی از سال تولد
Chart 7. Genetic trend of milk production in a function of birth year

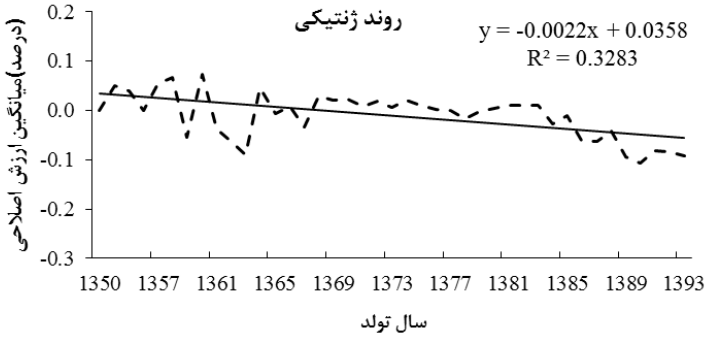
[ Downloaded from rap.sanru.ac.ir on 2025-12-15 ]
[ DOI: 10.29252/rap.10.24.93 ]

روند ژنتیکی تولید شیر در تابعی از شاخص THI (نمودار ۸) نشان می‌دهد که تولید شیر با افزایش THI کاهش می‌یابد که دلیلی بر وجود تنش گرمایی می‌باشد (۳۴). تنش گرمایی مصرف خوراک را کاهش داده و همچنین سلامتی حیوان را تحت تأثیر قرار می‌دهد و در نتیجه منجر به کاهش تولید شیر می‌شود (۳۴). رجب و همکاران (۲۹) تأثیر تنش گرمایی برای تولید گاو هلشتاین را مورد بررسی قرار داده و به این نتیجه رسیدند که تولید شیر در فصل تابستان نسبت به فصل بهار کاهش چشمگیری دارد که در نتیجه‌ی تغییر متابولیسم، رفتار و فیزیولوژی حیوان می‌باشد. آگیولار و همکاران (۲) گزارش کردند با افزایش هر ۵ واحد به شاخص دما-رطوبت، روند ژنتیکی مقدار شیر برای دوره شیردهی اول، دوم و سوم به ترتیب مقدار ۰/۰۰۲-، ۰/۰۳۵- و ۰/۰۳۸- کیلوگرم بر روز کاهش پیدا کرده است که نتایج تحقیق حاضر در راستای این گزارشات می‌باشد.




نمودار ۸- تغییرات ژنتیکی تولید شیر در تابعی از شاخص دما-رطوبت
Chart 8. Genetic changes of milk production in a function of THI

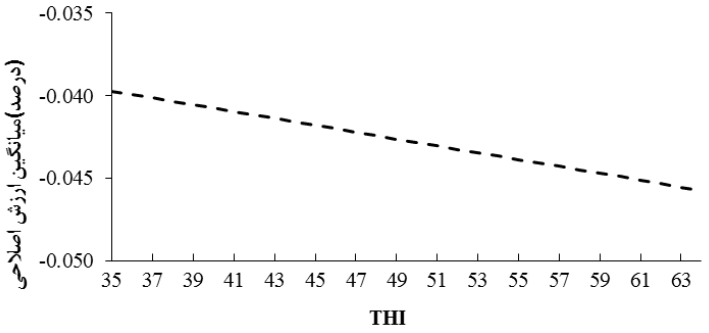
روند ژنتیکی درصد چربی در تابعی از سال تولد در نمودار (۹) نشان داده شده است. بر خلاف روند مشاهده شده برای تولید شیر، روند نزولی برای این صفت برآورد شده است که کاهش درصد چربی شیر خیلی معنی‌دار (p<۰/۰۱) می‌باشد. به‌دلیل اینکه در سال‌های اخیر انتخاب با هدف بهبود تولید شیر صورت گرفته است و با در نظر گرفتن این مورد که همبستگی ژنتیکی منفی بین تولید شیر و درصد چربی شیر وجود دارد، بنابراین روند ژنتیکی منفی برای درصد چربی وجود دارد. این نتایج در راستای نتایج گزارش شده توسط عبدالله‌پور و همکاران (۱) و خانزاده و همکاران (۱۸) می‌باشد.




نمودار ۹- روند ژنتیکی درصد چربی در تابعی از سال تولد
Chart 9. Genetic trend of fat percentage in function of births year

همان‌طور که در نمودار (۱۰) مشخص است، در نظر گرفتن شاخص دما-رطوبت به‌عنوان یک عامل محیطی در مدل نشان داده که کاهش تولید برای درصد چربی با افزایش شاخص رخ می‌دهد (۳۴،۱۶). مطالعات نشان داده است که تنش گرمایی با کاهش درصد چربی شیر در ارتباط است (۱۴،۱۳،۳). با این حال در برخی مطالعات، کاهش معنی‌داری برای درصد چربی در شرایط تنش گرمایی دیده نشده است (۲۲،۲۱).

[ Downloaded from rap.sanru.ac.ir on 2025-12-15 ]
[ DOI: 10.29252/rap.10.24.93 ]




نمودار ۱۰- تغییرات ژنتیکی درصد چربی در تابعی از شاخص دما-رطوبت
Chart 10. Genetic changes of fat percentage in function of temperature-humidity index

خلج و امام جمعه کاشان (۱۷) گزارش کردند که انتخاب گاوهای پرتولید منجر به انتخاب گاوهای مقاوم به گرما می‌شود، آنها همبستگی بین لگاریتم دمای مقعد و تولید شیر را منفی به‌دست آوردند و نتیجه گرفتند انتخاب برای تولید شیر بیشتر سبب انتخاب گاوهای مقاوم‌تر به گرما می‌شود. به عبارت دیگر با انتخاب در این تحقیق، مقدار چربی شیر در بین ماه‌های مختلف سال اختلاف معنی‌داری داشته است ($p< ۰/۰۵$) و در بین متغیرهای مورد بررسی، درصد چربی شیر بیشترین تغییرات را در طول ماه‌های سال داشت که بیانگر تأثیر زیاد آب و هوا بر این صفت است. بوهمنوا و همکاران (۷) گزارش کردند که تنش گرمایی عملکرد صفات تولیدی و تولیدمثلی گاوهای هلشتاین را تحت تأثیر قرار می‌دهد که می‌توان گفت با در نظر گرفتن شرایط آب و هوایی مختلف، اثر متقابل محیط و ژنوتیپ وجود دارد. بنابراین ایجاد تنش گرمایی نوع خاصی از اثر متقابل ژنوتیپ و محیط را نشان می‌دهد که وجود این پدیده نشان دهنده اهمیت بالای تنش گرمایی می‌باشد (۸،۷).

در اکثر مطالعات زمانی‌که از مدل تک-صفتی و یا مدل‌های بدون اثر متقابل G × E استفاده می‌شود، فرض بر این است که اثر متقابل G × E وجود ندارد و به‌عبارت دیگر، همه‌ی ژن‌ها به میزان مشابهی در محیط‌های مختلف بیان یا خاموش می‌شوند. اما عدم صحت این فرض و به‌عبارت دیگر، وجود اثر متقابل G × E و نادیده گرفتن آن می‌تواند صحت ارزیابی‌های ژنتیکی را کاهش دهد (۲۳،۱۵). از طرفی استفاده از رکوردهای حیوانات موجود در شرایط محیطی مختلف (به‌عنوان مثال شاخص دما-رطوبت مختلف) اطلاعات بیشتری در رابطه با تغییر رتبه‌ی حیوانات می‌دهد که به‌نوبه‌ی خود می‌تواند باعث ارزیابی‌های بهتر و در نتیجه پیشرفت ژنتیکی مناسب شود. همچنین در تحقیق انجام گرفته توسط دِ روس (۱۱)، زمانی که از اطلاعات چندین جمعیت استفاده شد، صحت ارزیابی به‌مراتب بالاتری در مقایسه با آنالیز مجزای جمعیت‌ها به‌دست آمد. این پژوهشگر گزارش کرد که از نظر کاربردی، استفاده از فنوتیپ نژادها یا جمعیت‌های مختلف در محیط‌های متفاوت می‌تواند پیشرفت ژنتیکی بیشتری را به‌همراه داشته باشد. بریانت و همکاران (۹) و زاپاتا و همکاران (۳۵) گزارش کردند که استفاده از رکوردهای فنوتیپی چند نژاد برای بررسی اثر متقابل ژنوتیپ و محیط بیانگر تفاوت حساسیت محیطی بین نژادهای مختلف است و می‌توان نژاد مناسب برای محیط‌های مختلف را با دقت بیشتری انتخاب کرد. به این ترتیب، در کنار استفاده از تعداد رکوردهای فنوتیپی مناسب از نژاد خاص، اطلاعات نژادهای مختلف نیز می‌تواند در برآورد ارزش‌های اصلاحی برای شرایط محیطی مختلف و در نتیجه اتخاذ برنامه‌های اصلاح نژادی دارای اهمیت باشد.

در اقلیم آب و هوایی مدیترانه‌ای، روند ژنتیکی در تابعی از سال‌های مختلف برای تولید شیر مثبت برآورد شد اما برای درصد چربی روند نزولی به‌دست آمد. این نتایج نشان می‌دهد که در سال‌های اخیر، برنامه‌های اصلاح نژادی در راستای افزایش تولید شیر انجام شده است و چون همبستگی ژنتیکی منفی بین تولید شیر و درصد چربی شیر وجود دارد، لذا روند متفاوتی بین این دو صفت مشاهده می‌شود. در تابعی از شاخص دما-رطوبت نیز برای هر دو صفت روند نزولی با افزایش شاخص برآورد شد که نشان می‌دهد دام‌ها در شاخص دما-رطوبت بالا دچار تنش گرمایی می‌شوند. به‌نظر می‌رسد، در نظر گرفتن THI در مدل‌های ارزیابی ژنتیکی می‌تواند کمک قابل توجهی به پیش‌بینی ارزش اصلاحی نموده و با وارد کردن این بخش از اطلاعات محیطی در برنامه‌های اصلاح‌نژادی اقلیم مدیترانه‌ای ایران، می‌توان پیشرفت ژنتیکی مطلوبی را انتظار داشت که این امر با وجود پدیده‌ی گرمایش جهانی اهمیت بیشتری می‌یابد.

## تشکر و قدردانی

بدین وسیله از همکاران محترم مرکز اصلاح‌نژاد و بهبود تولیدات دامی برای در اختیار قراردادن اطلاعات مورد نیاز اجرای این پروژه تشکر و قدردانی می‌شود.

[ Downloaded from rap.sanru.ac.ir on 2025-12-15 ]

[ DOI: 10.29252/rap.10.24.93 ]

## منابع


1. Abdullahpour, R., M. Moradi Shahrbabak, A. Nejati-Javaremi and R. Vaez Torshizi. 2010. Genetic analysis of daily milk, fat percentage and protein percentage of Iranian first lactation Holstein cattle. World Applied Science Journal, 10: 1042-1046.
2. Aguilar, I., I. Misztal and S. Tsuruta. 2010. Short communication. Genetic trends of milk yield under heat stress for US Holsteins. Journal of Dairy Science, 93: 1754-1758.
3. Bernabucci, U., L. Basiricò, P. Morera, D. Dipasquale, A. Vitali, P.F. Cappelli and L. Calamari. 2015. Effect of summer season on milk protein fractions in Holstein cows. Journal of Dairy Science, 98: 1815-27.
4. Bohlouli, M., S. Alijani, S. Naderi, T. Yin and S. König. 2019. Prediction accuracies and genetic parameters for test-day traits from genomic and pedigree-based random regression models with or without heat stress interaction. Journal of Dairy Science, 102: 488-502.
5. Bohlouli, M., J. Shodja, S. Alijani and A. Eghbal. 2013. The relationship between temperature-humidity index and test-day milk yield of Iranian Holstein dairy cattle using random regression model. Livestock Science, 157: 414-420.
6. Bohmanova, J., I. Misztal and J.B. Cole. 2007. Temperature-humidity indices as indicators of milk production losses due to heat stress. Journal of Dairy Science, 90: 1947-1956.
7. Bohmanova, J., I. Misztal, S. Tsuruta, H.D. Norman and T.J. Lawlor. 2008. Short communication: Genotype by environment interaction due to heat stress. Journal of Dairy Science, 91: 840-846.
8. Brügemann, K., E. Gernand, U. König von Borstel and S. König. 2011. Genetic analyses of protein yield in dairy cows applying random regression models with time-dependent and temperature × humidity-dependent covariates. Journal of Dairy Science, 94: 4129-4139.
9. Bryant, J., N. Lopez-Villalobos, J. Pryec, C. Holmes and D. Johnson. 2006. Reaction norms used to quantify the responses of New Zealand dairy cattle of mixed breeds to nutritional environment. New Zealand Journal of Agricultural Researcg, 49(4): 371-381.
10. Calus, M.P.L., L.L.G. Janss and R.F. Veerkamp. 2006. Genotype by environment interaction for somatic cell score across bulk milk somatic cell count and days in milk. Journal of Dairy Science, 89: 4846-4857.
11. De Roos and A.P.W. 2011. Genomic selection in dairy cattle. Ph.D. Thesis, Wageningen University, the Netherlands.
12. Freitas, M., I. Misztal, J. Bohmanova and R. Torres. 2006. Regional differences in heat stress in U.S. Holsteins. 8th World Congress on Genetics Applied to Livestock Production, Belo Horizonte, MG, Brazil.
13. Hammami, H., B. Rekik, H. Soyeurt, C. Bastin and N. Gengler. 2008. Genotype × environment interaction for milk yield in Holsteins using Luxembourg and Tunisian populations. Journal of Dairy Science, 91: 3661-3671.
14. Hill, D.L. and E. Wall. 2015. Dairy cattle in a temperate climate: the effects of weather on milk yield and composition depend on management. Animal, 9: 138-49.
15. Hayes, B.J., H.D. Daetwyler and M.E. Goddard. 2016. Models for genome × environment interaction: examples in livestock. Crop Science, 56: 2251-2259.
16. Joksimović-Todorović, M., V. Davidović, S. Hristov and B. Stanković. 2011. Effect of heat stress on milk production in dairy cows. Biotechnology in Animal Husbandry, 27: 1017-1023.
17. Khalajzadeh, S. and N. Emamjomeh kashan. 2002. Genetic study of heat resistance in Holstein cattle and its use in progeny testing of male bovine. Ms. Thesis. Tehran University (In Persian).
18. Khanzadeh, H., N. Ghavi Hossein-Zadeh and M. Naserani. 2013. Estimation of genetic parameters and trends for milk fat and protein percentages in Iranian Holsteins using random regression test day model. Archiv Tierzucht, 56: 487-496.
19. Kheirabadi, Kh. and S. Alijani. 2014. Comparison of Two Singles and Multiple Trait Random Regression Models in Estimation of Genetic Parameters of Production Traits in Holstein Dairy Cattle. Research on Animal Production, 5(10): 179-189 (In Persian).
20. Khorshidie R., A.A. Shadparvar, N. Ghavi Hossein-Zadeh and S. Joezy Shakalgurabi. 2012. Genetic trends for 305-day milk yield and persistency in Iranian Holsteins. Livestock Science, 144: 211-217.
21. Knapp, D.M. and R.R. Grummer. 1991. Response of lactating dairy cows to fat supplementation during heat stress. Journal of Dairy Science, 74: 2573-9.
22. Lacetera, N., U. Bernabucci, B. Ronchi and A. Nardone. 2003. Physiological and productive consequences of heat stress: the case of dairy ruminants. In Interactions between climate and animal production. Wageningen Academic Publishers, 45-59.
23. Lillehammer, M., J. Ødegård and T.H.E. Meuwissen. 2007. Random regression models for detection of gene by environment interaction. Genetic Selection Evolution, 39: 105-121.
24. Moghadaszadeh Ahrabi, S. 2002. Investigation of genetic potential of a Holstein cattle herd using test day records and random regression model. M.s. Thesis. Zanjan University, (In Persian).
25. Misztal, I., S. Tsuruta, T. Strabel, B. Auvray, T. Druet and D.H. Lee. 2002. BLUPF90 and related programs (BGF90). Proc. 7th WCGALPP, Montpellier, France. CD-ROM communication, 28: 07.


[ Downloaded from rap.sanru.ac.ir on 2025-12-15 ]

[ DOI: 10.29252/rap.10.24.93 ]

26. Mohammadi, A., S. Alijani, A. Rafat, A. Taghizadeh and M. Buhloli. 2012. Comparison of Fitting Performance of Polynomial Functions in Random Regression Model for Test Day Milk Yield in of Iranian Holstein Dairy Cattle. Research on Animal Production, 3(10): 179-189 (In Persian).
27. Mohammadi, B., M.H. Gholizadeh and B. Alijani. 2018. Spatial distribution of thermal stresses in Iran based on pet and UTCI indices. Applied Ecology and Environmental Research, 16:5423-5445.
28. Mohammadipour Saadatabadi, L. M. Asadi Fouzi and A. Ayatollahi Mehrjerdi. 2017. The importance of interaction of genotype and the environment on the genetic analysis of milk production in Holstein cattle. Journal of Animal Science Research, 27(1): 69-79 (In Persian).
29. Rejeb, M., T. Najar, M. Ben and M. Rad. 2012. The effect of heat stress on dairy cow's performance and animal behavior. International Journal of Plant Animal Environmental Sciences, 2: 29-34.
30. Ravagnolo, O., I. Misztal and G. Hoogenboom. 2000. Genetic component of heat stress in dairy cattle, development of heat index function. Journal of Dairy Science, 83: 2120-2125.
31. Statistical Analysis System, (SAS). 2003. SAS 9.1.3 Help and Documenta tion, Cary, NC: SAS Institute Inc.
32. Savar Sofla, S. and M.P. Eskandarinasab. 2008. Estimation of genetic parameters of production traits of Holstein cows in different climate regions of Iran. Journal of Agricultural Science and Natural Resources, 15(3): 1-9 (In Persian).
33. Savar Sofla, S., A.R. Aghashahi, Sh. Ghorbani, M. Vatankhah, M.R. Mansourian, M. Kazemi and A. Moghimi Esfandabadi. 2018. The effect of climate change on yield and milk fat percentage of Holstein cows in Mediterranean climate of Iran. Final Report. Animal Science Research Institute. Agricultural Research, Education and Extension Organization (In Persian).
34. Pragna, P., P.R. Archana, J. Aleena, V. Sejian, G. Krishnan, M. Bagath, A. Manimaran, V. Beena, E. K. Kurien, G. Varma and R. Bhatta. 2017. Heat Stress and Dairy Cow: Impact on both milk yield and composition. International Journal of Dairy Science, 12: 1-11.
35. Zapata, A., M. Elkin, M.F. Ceron Munoz, J.M. Cotes Torres and O.D. Vergara Garay. 2010. Genotype-environment intraction in multibreed bovine populations in the Colombian low tropic. Revista Colombia de Ciencias Pecuarias, 23(2): 145-157.

[ Downloaded from rap.sanru.ac.ir on 2025-12-15 ]

[ DOI: 10.29252/rap.10.24.93 ]

# Investigation of Genetic Trend of Holstein Dairy Cattle Production in a Function of Temperature-Humidity Index using Random Regression Model

**Sima Savar Sofla[1] and Mehdi Bohlouli[2]**

1- Assistant Professor AREEO, Animal Science research Institute (Corresponding author: simasavar@gmail.com)
2- Institute of Animal Breeding and Genetics, Justus-Liebig-University GieBen, 35390 Gieben, Germany
Received: November 25, 2018 Accepted: March 4, 2019

## Abstract

The objective of this research was to investigate the impact of temperature-humidity Index (THI) on milk yield (MY) and fat percentage (FP) trend of Holstein dairy cattle in Mediterranean climate of Iran. Data included 348,868 and 302,851 test-day records, respectively for milk yield and fat percentage from 42,781 and 38,829 cows, respectively. Data were collected from 9 provinces located in the Mediterranean region of Iran between 2001 and 2016. The climate information from the nearest weather stations to each herd was used to calculate THI. Then the average of daily THI for 3 days before test date was considered as an environmental descriptor for milk production traits. Significance test using GLM procedure was applied to consider fixed effects in the model. Random regression model using Bayesian methodology was applied to estimate breeding values (EBV) across different combinations of days in milk (DIM) and THI via and subsequently, genetic trends for production traits were estimated along year of birth and THI values. The results showed that in addition to re-ranking of sires in different DIM, the different ranks were observed across different THI. In the other word, animals had different responses along THI and sires with higher EBVs for lower THI had lower EBVs for higher THI. Across THI, the re-ranking of sires for FP was more considerable than for MY. In other words, animal for FP were more sensitive in response to climate changes. For both traits, negative genetic trends were observed with increasing THI. In addition, in contrast with MY, a negative trend for FP was obtained based on year of birth. It could be concluded that THI has substantial effect on milk production traits and including this factor with applying random regression model could be useful to investigate heat tolerance of dairy cattle herds in Mediterranean climate.

**Keywords:** Breeding Value, Days in Milk, Genetic Trend, Mediterranean Climate, Temperature-Humidity Index

[ Downloaded from rap.sanru.ac.ir on 2025-12-15 ]

[ DOI: 10.29252/rap.10.24.93 ]