

## مقایسه عملکرد گاوهای شیرده تغذیه شده با جیره‌های فرموله شده توسط نرم‌افزارهای جیره‌نویسی شورای تحقیقات ملی ۲۰۰۱ و کرنل پنسیلوانیا ماینر

علی نیکخواه<sup>۱</sup>، مهدی کاظمی بن چناری<sup>۲\*</sup>، حمید امانلو<sup>۳</sup> و حسن مهربانی یگانه<sup>۴</sup>  
۱، ۲، ۴. استاد، دانشجوی دکتری و استادیار پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران  
۳. استادیار دانشکده کشاورزی دانشگاه زنجان  
(تاریخ دریافت: ۸۴/۱۱/۱۶ - تاریخ تصویب: ۸۷/۸/۱)

### چکیده

هدف از این مطالعه مقایسه عملکرد گاوهای شیرده تغذیه شده با جیره‌های فرموله شده با نرم‌افزارهای شورای تحقیقات ملی (سال ۲۰۰۱) و کرنل پنسیلوانیا ماینر بود. شانزده راس گاو هلستاین شیرده (۸ راس زایش دوم و ۸ راس زایش سوم) با روزهای شیردهی  $55 \pm 31$ ، وزن زنده بدن  $641 \pm 53$  کیلوگرم، تولید شیر  $31/2 \pm 2/5$  کیلوگرم در روز، در قالب طرح بلوک‌های کاملاً تصادفی با دو جیره که هر جیره شامل ۴ گاوزایش دوم و ۴ گاو زایش سوم بودند، در جایگاه‌های مشابه انفرادی قرار گرفتند. گاوها با هر یک از جیره‌های فرموله شده با NRC سال ۲۰۰۱ (الف) و CPM (ب)، که به صورت کاملاً مخلوط شده تهیه گردیده بودند، به مدت ۹۰ روز تغذیه شدند. قبل از شروع آزمایش، دو هفته جهت سازش برای جایگاه‌ها و تغییر خوراک در نظر گرفته شد. نتایج این پژوهش نشان داد، میانگین مقدار شیر تولیدی گاوهای تغذیه شده با جیره‌های فرموله شده با نرم‌افزارهای ۲۰۰۱ NRC و CPM به ترتیب  $31/11$  و  $31/9$  کیلوگرم در روز بود ( $P > 0/05$ ). نرم‌افزارهای ۲۰۰۱ NRC و CPM به ترتیب ماده خشک مصرفی را  $0/63$  و  $2/43$  کیلوگرم در روز کمتر از مقدار مصرف واقعی پیش‌بینی کردند. نرم‌افزار NRC سال ۲۰۰۱ با صحت بیشتری ماده خشک مصرفی را پیش‌بینی کرد. مقدار پروتئین مصرفی روزانه در بین جیره‌های الف و ب به ترتیب  $3618$  و  $3438$  گرم در روز بود ( $P < 0/05$ ). از نظر اقتصادی، قیمت تمام شده هر کیلوگرم جیره متوازن شده به ازای هر کیلوگرم شیر تولیدی توسط نرم‌افزار CPM (۱۲۵۰ ریال)، به‌طور معنی‌داری کمتر از NRC سال ۲۰۰۱ (۱۴۳۰ ریال) بود ( $P < 0/01$ ). در جیره فرموله شده توسط نرم‌افزار CPM، مقدار پروتئین مصرفی جهت تامین نیاز گاوهای شیرده کمتر بود، و با این وجود تاثیر منفی بر تولید و سایر صفات نداشت. بنابراین فرموله کردن جیره با نرم‌افزار CPM از نظر اقتصادی مقرون به صرفه‌تر بوده و کاربرد آن در گاوداری‌ها توصیه می‌شود.

**واژه‌های کلیدی:** فرموله کردن جیره گاوهای شیرده، شورای تحقیقات ملی سال ۲۰۰۱، کرنل پنسیلوانیا ماینر.

### مقدمه

متغیرهای محیطی قرار دارند (Roseler et al., 1997a). طبق یافته‌های Roseler et al. (1997b)، (1997a) مقدار شیر، وزن بدن، جیره و مدیریت، آب و هوا و امتیاز وضعیت بدنی به ترتیب ۴۵، ۱۷، ۲۲، ۱۰ و ۶ درصد در ماده خشک مصرفی گاوهای شیرده موثر

در تنظیم و فرموله کردن جیره غذایی برای گاوهای شیرده وزن بدن و شیر تولیدی مهمترین متغیرها می‌باشند، و در رده‌های بعدی مرحله شیردهی، دفعات زایش، ترکیبات شیر، اجزای تشکیل‌دهنده جیره و

بیشتری در مقایسه با مدل تجربی NRC دارد (Fox & Tylutki, 1998).

نرم افزار CPM بر اساس مدل CNCPS بوده و قالب کاربردی CNCPS در مزرعه می باشد (CPM-Dairy, 1998). CPM، خود زیر مدل‌هایی گسترده‌تر نیز دارد که به عنوان مثال می‌توان به زیر مدل‌های پیشرفته چربی در آن اشاره کرد. یکی از اهداف مهم مدل CNCPS و به تبع آن CPM، کاهش نیتروژن مصرفی و به دنبال آن کاهش نیتروژن دفعی به محیط زیست و در واقع استفاده بهینه از نیتروژن است. پیش‌بینی‌های صحیح‌تر مواد مغذی و تامین آنها اگر همراه با توصیفات دقیق‌تر حیوان و شرایط محیطی باشد، متخصص تغذیه را قادر به تعیین منابع بیشتری از تنوع در عملکرد گاو می‌کند که درک آنها برای فرموله کردن جیره گاوها تا حدی مبهم است. با دانستن بهتر آنچه که در تولید نوسان ایجاد می‌کند، نیاز به حدود اطمینان استفاده شده در جیره‌ها، که هم گران تمام می‌شود و اغلب از نظر محیط زیست هم مخرب می‌باشند به حداقل می‌رسد (Eastridge et al., 1998; Fox & Tylutki 1998). تحقیقات نشان می‌دهد که مواد مغذی اضافی در مزارع گاو شیرده می‌تواند کیفیت آب را تحت تاثیر قرار دهد، که از آن جمله می‌توان به فسفر و نیتروژن اشاره کرد (Fox & Tylutki, 1998).

Hristov et al. (2005)، با استفاده از دو مدل NRC

و CPM جیره‌ها را مورد تجزیه قرار دادند و نتیجه‌گیری آنها نشان داد، مدل‌هایی که بر پایه مصرف مواد مغذی به صورت انفرادی (برحسب اجزای تشکیل‌دهنده کربوهیدرات و پروتئین) می‌باشند، پیش‌بینی مقدار شیر تولیدی و مقدار پروتئین شیر را نسبت به ماده خشک مصرفی به تنهایی بهبود می‌دهند. برخی از مقایسات صورت گرفته در مورد مدل شورای تحقیقات ملی سال ۲۰۰۱ و سیستم پروتئین و کربوهیدرات خالص کرنل حاکی از صحت بالاتر پیش‌بینی پروتئین مورد نیاز در CNCPS بوده است و در این سیستم پروتئین با بازدهی بیشتری مورد استفاده قرار می‌گیرد (Vandehaar, 1998)، و از طرفی پژوهش‌های دیگر نیز نشان داده اند که صحت پیش‌بینی ماده خشک مصرفی در مدل شورای تحقیقات ملی ۱۹۹۸ بیشتر بوده است (Roseler, 1997a; Holter et al., 1997).

هستند. به این ترتیب مقدار شیر و وزن بدن مجموعاً ۶۲ درصد از متغیرهای موثر بر ماده خشک مصرفی را تشکیل می‌دهند.

نرم‌افزارهای جیره‌نویسی بر پایه مدل‌های مربوط به مواد مغذی و مواد معدنی مورد نیاز دام و تجزیه مواد خوراکی موجود تشکیل می‌شوند که در نهایت با ورود داده‌های مربوط به دام جیره‌ای را برای مصرف آن فرموله می‌کنند. نرم‌افزارهای متعددی در آمریکا برای فرموله کردن جیره گاوهای شیری استفاده می‌شوند که به عنوان نمونه می‌توان از ODRP<sup>۱</sup>، DART، SPARTAN، NRC ۲۰۰۱، CNCPS<sup>۲</sup>، DAIR 4 و CPM<sup>۳</sup>-Dairy نام برد (CPM-Dairy 1998). در واحد گاو داری تجاری و پیشرفته میزان سودآوری با افزایش مقدار شیر تولیدی به جهت کاهش نسبت هزینه‌های ثابت به درآمد شیر تولیدی افزایش خواهد یافت، به همین جهت با افزایش مصرف خوراک در گاوهای شیرده، علیرغم افزایش هزینه خوراک، به واسطه افزایش شیر تولیدی سودآوری بیشتر خواهد بود ولی اینکه نسبت سود تا چه سطحی از تولید ادامه می‌یابد بایستی مورد بررسی قرار گیرد (Vandehaar, 1998). طبق آنچه Vandehaar (1998) بیان کرده‌است، با افزایش خوراک مصرفی قابلیت هضم نیز کاهش می‌یابد ولی با این وجود کل انرژی قابل هضمی که منجر به تولید شیر می‌شود افزایش می‌یابد. بنابراین، تحقیق به منظور افزایش خوراک مصرفی توسط گاوها، افزایش بازدهی هضم و اختصاص مواد مغذی جذب شده برای تولید بیشتر و نه ذخیره شدن در بدن منجر به افزایش سودآوری خواهد شد. از مهمترین مدل‌های مربوط به تغذیه نشخوارکنندگان می‌توان به مدل شورای تحقیقات ملی<sup>۴</sup> و مدل ارائه شده توسط دانشگاه کرنل اشاره کرد. نرم‌افزار NRC ۲۰۰۱ بر اصول یافته‌های شورای تحقیقات ملی استوار بوده و نسبت به مدل پروتئین و کربوهیدرات خالص کرنل ساده تر است. مدل CNCPS بیشتر از معادلات پویا استفاده کرده و پیچیدگی‌های

1. Ohio dairy ration program
2. Cornell net carbohydrate and protein system
3. Cornell Pennsylvania Miner
4. National Research Council

جدول ۱- مشخصات گاوها از نظر تولید شیر و وزن برای

فرموله کردن جیره ها			
وزن بدن	۶۵۰ (کیلوگرم)	چربی شیر	۳/۵ (درصد)
تولید شیر	۳۲ (کیلوگرم در روز)	پروتئین خام شیر	۳/۲ (درصد)
سن	۴۸ (ماه)	میانگین دما	۲۰ (سانتیگراد)
روزهای شیردهی	۷۰	امتیاز شرایط بدنی	۲/۸
تغییرات وزن بدن	+۰/۲ (کیلوگرم در روز)	روزهای آبستنی	صفر

پس از متوازن کردن جیره ها با مواد خوراکی مشابه، مقادیر ذکر شده در جدول ۲ توسط هر یک از نرم افزارها استفاده گردید. خوراک دهی گاوها به صورت کاملاً مخلوط در سه نوبت در روز صورت می گرفت، بخش علوفه جیره شامل یونجه و ذرت سیلویی توسط دستگاه خوراک ریز مزرعه خرد و مخلوط می شد. سپس مخلوط علوفه متناسب با جیره فرموله شده توزین شده و به محل آخورها حمل می گردید. بخش کنسانتره ای هم توسط پیمانانه خاص هر گروه که از پیش تهیه شده بودند، در آخورها ریخته شده و جیره کاملاً مخلوط شده تهیه می گردید. ضمناً باقی مانده خوراک در آخور ها، هر ۲۴ یا ۴۸ ساعت بسته به مقادیر باقی مانده خوراک در آخور جمع آوری و توزین و ماده خشک آن نیز تعیین می گردید.

جدول ۲- اجزای مواد خوراکی تشکیل دهنده های

جیره های آزمایشی				
CPM-Dairy		NRC۲۰۰۱		نرم افزار
درصد از	مصرف روزانه	درصد از	مصرف روزانه	مواد خوراکی
ماده خشک	ماده خشک	ماده خشک	ماده خشک	
۶/۰	۲۷/۱۳	۶/۰	۲۴/۸۵	یونجه
۱۸/۰	۲۳/۳۸	۱۸/۰	۲۱/۴۲	ذرت سیلو شده
۴/۵	۲۰/۵۸	۴/۵	۱۸/۸۵	جو بلغور شده
۱/۰	۴/۵۷	۱/۰	۴/۱۹	ذرت بلغور شده
۱/۵	۶/۴۲	۱/۵	۶/۴۲	پنبه دانه
۱/۰	۴/۷۸	۱/۰	۴/۳۸	کنجاله تخم پنبه
۱/۰	۴/۶۷	۱/۶	۶/۸۵	کنجاله سویا
۰/۲	۰/۹۳	۰/۳	۱/۲۸	پودر ماهی
۱/۰	۴/۵۷	۱/۰	۴/۱۹	سیوس
۰/۲	۱/۰	۰/۲	۰/۹۲	پودر چربی
۰/۱۲	۰/۶۱	۰/۱۲	۰/۵۶	بی کربنات سدیم
۰/۰۶	۰/۳	۰/۰۶	۰/۲۷	نمک
۰/۰۸	۰/۳	۰/۰۸	۰/۲۸	کربنات کلسیم
۰/۰۲	۰/۱	۰/۰۲	۰/۰۹	اکسید منیزیم
۰/۳	۱/۴	۰/۳	۱/۲۸	آنزیمیت <sup>۱</sup>
۰/۱	۰/۴۶	۰/۱	۰/۴۲	مکمل معدنی - ویتامینی <sup>۲</sup>

۱- Clinoptelone

مکمل معدنی - ویتامینی استفاده شده با نام تجاری مکمل درمانی که در هر کیلوگرم حاوی ۱۱ هزار میلیگرم مس، ۱۰ میلی گرم کبالت، ۱۰۰ میلی گرم ید، ۳۵۰ گرم آهن، ۸ هزار میلی گرم منگنز، ۶ هزار میلی گرم روی و ۸ میلی گرم سلنیوم بوده و غلظت ویتامین های آن نیز، ۲ میلیون واحد بین المللی ویتامین A، ۲۰۰ هزار واحد بین المللی ویتامین D، و ۲۲۰۰ واحد بین المللی ویتامین E و ۱۵ هزار میلی گرم آنتی اکسیدانت بود.

هدف از مطالعه حاضر، مقایسه عملکرد این مدلها در شرایط ایران بود، همچنین میزان دقت هر یک از نرم افزارهای ۲۰۰۱ NRC و CPM در پیش بینی احتیاجات گاوهای شیرده مورد مطالعه قرار گرفته، و سودآوری اقتصادی آنها در گله های تجاری مورد بررسی قرار می گیرد.

## مواد و روش ها

این تحقیق در واحد گاوداری شرکت کشت و صنعت خرمدره، واقع در شهرستان خرمدره انجام گردید. گاوها در جایگاه انفرادی موجود با فضای آخور مستقل که توسط بلوک های سیمانی از هم جدا شده بودند نگهداری شدند، و آبشخور خودکار نیز در داخل هر جایگاه نصب گردید. فاصله جایگاه تا شیردوشی حدود ۱۰۰ متر بود و شیر دوشی گاوهای آزمایشی سه بار در روز در ساعت های ۶ صبح، ۱ عصر و ۱۰ شب انجام گردید. ۸ گاو زایش دوم و ۸ گاو زایش سوم انتخاب گردیدند، و تعداد زایش در آنها به عنوان عامل بلوک در نظر گرفته شده و گاوها بر اساس زایش، به بلوک ۱ که شامل گاوهای با دو زایش، و بلوک ۲ که شامل گاوهای با سه زایش بودند، تقسیم شده و به طور تصادفی در جایگاه های انفرادی توزیع گردیدند. برای عادت پذیری گاوها به شرایط جایگاه انفرادی و آبشخور خودکار، جیره های غذایی گاوها به مدت ۱۵ روز ابتدایی آزمایش، مصرف گردید که به این ترتیب کل دوره آزمایشی ۱۰۵ روز بود.

برای متوازن کردن جیره ها از نرم افزارهای ۲۰۰۱ NRC و CPM-Dairy که به ترتیب به عنوان جیره های اول و دوم محسوب می شوند، استفاده گردید. مشخصات گاوها در جدول ۱ به عنوان اطلاعات ورودی<sup>۱</sup> مورد نیاز برای فرموله کردن جیره ها توسط دو نرم افزار استفاده شد. همچنین در مورد مواد مغذی تشکیل دهنده مواد خوراکی انتخاب شده برای فرموله کردن جیره ها از مقادیر موجود در مخزن اطلاعاتی مربوط به هر یک از این نرم افزارها استفاده گردید، و فقط در مورد ماده خشک علوفه مصرفی عدد اندازه گیری شده استفاده گردید.

## 1. Inputs

اوره‌ای شیر مخلوطی از شیر تولید شده در وعده‌های مختلف شیردوشی و متناسب با مقدار تولیدی هر وعده بوده است.

طرح مورد استفاده در این آزمایش بلوک‌های کاملاً تصادفی بود که در واقع هر نرم‌افزار جیره‌نویسی یک تیمار محسوب می‌شد و تعداد زایش (دوم و سوم) عامل بلوک محسوب می‌شدند که هر کدام ۴ تکرار داشتند. مدل آماری زیر جهت این پژوهش استفاده شد. اجزای این مدل عبارتند از:

$$y_{ijk} = \mu + T_i + R_j + b(X_i - \bar{X}) + e_{ijk}$$

$y_{ijk}$ : متغیر وابسته

$\mu$ : میانگین

$T_i$ : تیمار (اثر نرم‌افزار)

$R_j$ : بلوک (شکم زایش)

$b$ : ضریب تابعیت تولید شیر از روزهای شیردهی

$x_i$ : روز شیر دهی

$\bar{X}$ : میانگین روزهای شیردهی

$e$ : اثر باقی مانده

انرژی و ترکیبات شیمیایی جیره‌های تنظیم شده در جدول ۳ گزارش شده است.

جهت رکوردبرداری از شیر خام تولیدی روزانه، هفته‌ای سه بار رکوردگیری از آن انجام گردید، و برای محاسبه شیر تولیدی روزانه، شیر هر سه وعده دوشش ثبت و مجموع آنها به عنوان رکورد هر گاو در نظر گرفته می‌شد. نمونه‌گیری از شیر تولیدی گاوها هر ۱۰ روز یک بار جهت تجزیه برای درصد چربی، درصد پروتئین، درصد لاکتوز، درصد مواد جامد بدون چربی و کل مواد جامد شیر به آزمایشگاه ارسال می‌شد. برای جلوگیری از هرگونه تغییرات احتمالی در نمونه‌های شیر، مقدار بسیار کمی دی‌کرومات پتاسیم در انتهای ظرف نمونه‌گیری ریخته می‌شد. از آنجا که ترکیبات شیر خام تولیدی در سه وعده شیردوشی متغیر می‌باشد، مخلوطی که حاصل از سه نمونه وعده‌های شیردوشی و متناسب با مقدار شیر تولیدی هر وعده بود جهت تجزیه ترکیبات شیر استفاده شد.

سه بار هم نمونه‌گیری شیر در ابتدا، اواسط و انتهای دوره آزمایشی جهت تعیین نیتروژن اوره‌ای شیر انجام گردید. ضمناً نمونه تهیه شده برای تعیین نیتروژن

جدول ۳ - ترکیب شیمیایی جیره آزمایشی (بر اساس صد درصد ماده خشک)

CPM	NRC۲۰۰۱	نرم‌افزار	
-	-	واحد	مواد مغذی
۱/۷	۱/۶۴	مگا کالری در کیلوگرم	انرژی خالص شیردهی
۱۵/۸	۱۶/۴	درصد	پروتئین خام
۲۲۲۶	۲۲۱۴	گرم در کیلوگرم	پروتئین قابل متابولیسم
۶۵/۸	۶۷/۷	درصد از پروتئین خام	پروتئین قابل تجزیه در شکمبه
۳۴/۲	۳۲/۳	درصد از پروتئین خام	پروتئین غیر قابل تجزیه در شکمبه
۲۱/۵	۲۲/۱	درصد	دیواره سلولی بدون همی سلولز
۳۳/۷	۳۴/۲	درصد	دیواره سلولی
۲۲/۷	-*	درصد	دیواره سلولی موثر فیزیکی
۲۰	۲۲/۲	درصد	دیواره سلولی تامین شده توسط علوفه
۴۱/۵	۳۸	درصد	کربوهیدرات غیر الیافی
۲۳۰	۲۳۶	میلی‌اکی‌والان در کیلوگرم خوراک	توازن اسید و باز جیره
۴/۷۶	۴/۵	درصد	عصاره اتری
۴	-	درصد	اسیدهای چرب فرار زنجیر بلند
۰/۷۲	۰/۷۵	درصد	کلسیم
۰/۴۳	۰/۴۱	درصد	فسفر
۱۴۹	-	گرم در روز	لیزین
۵۱	-	گرم در روز	متیونین

علامت - به مفهوم عدم گزارش این متغیر در خروجی برنامه است.

n: تعداد مقایسه های انجام شده  
 A: مقدار واقعی (مشاهده شده در مزرعه)  
 P: مقدار پیش‌بینی شده (توسط نرم‌افزار)  
 در این پژوهش، هر یک از نرم‌افزارهای ۲۰۰۱ NRC و CPM ماده خشک مصرفی را کمتر از مقدار واقعی مصرفی پیش‌بینی کردند که این مقدار برابر ۰/۶۳- کیلوگرم در روز برای ۲۰۰۱ NRC و ۲/۴۳- کیلوگرم در روز برای CPM بوده است. دو معیار دیگر نیز جهت مطالعه صحت معادله ماده خشک مصرفی در دو نرم‌افزار خطای نسبی پیش‌بینی<sup>۲</sup> و میانگین خطای پیش‌بینی<sup>۳</sup> می‌باشند. MPE، جذر MSPE بوده، و RPE از تقسیم MPE بر ماده خشک مصرفی واقعی (که در پژوهش به دست آمده است)، به دست آمده و به صورت درصد بیان می‌شود. همانطور که ذکر گردید RPE بدست آمده در این پژوهش برای جیره‌های اول و دوم به ترتیب ۷/۱۸ و ۱۲/۶۷ درصد بوده است که نشان‌دهنده صحت بیشتر مدل شورای تحقیقات ملی نسبت به مدل CPM بوده است.

در این پژوهش میانگین تولید شیر خام گاوهای تغذیه شده با جیره‌های تنظیم شده با نرم‌افزارهای ۲۰۰۱ NRC و CPM به ترتیب ۳۱/۱۱ و ۳۱/۹ کیلوگرم در روز بود. تجزیه واریانس داده‌های مربوط به تولید شیر خام نشان داد که جیره‌های آزمایشی تأثیر معنی‌داری بر تولید شیر خام روزانه نداشته‌اند (۰/۰۵ > p). میانگین شیر تولیدی تصحیح شده برای ۴ درصد چربی به ترتیب ۲۷/۹۴ و ۲۸/۲۶ کیلوگرم در روز بود (۰/۰۵ > p). میانگین شیر تولیدی تصحیح شده برای ۴ درصد چربی برای بلوک‌های ۱ و ۲ به ترتیب ۲۷/۷ و ۲۸/۴۸ کیلوگرم در روز بود و مقایسه میانگین‌ها به روش دانکن تفاوت معنی‌داری بین بلوک‌ها در شیر تصحیح شده برای ۴ درصد چربی نشان نداد (۰/۰۵ > p). طبق یافته‌های Hristov et al. (2005)، در هر دو مدل NRC و CPM، انرژی خالص شیردهی موثرترین عامل موثر بر تولید شیر می‌باشد. در این پژوهش میانگین شیر خام تولیدی و همچنین شیر تولیدی تصحیح شده برای ۳/۵

در مطالب ارائه شده در این پژوهش، منظور از گروه ۱ جیره متوازن شده با نرم‌افزار ۲۰۰۱ NRC، و گروه ۲ جیره متوازن شده با نرم‌افزار CPM-Dairy بوده، و منظور از بلوک ۱، گاوهای زایش دوم و بلوک ۲ نیز گاوهای زایش سوم می‌باشند.  
 لازم به ذکر است که برای تجزیه و تحلیل داده‌ها از نرم‌افزاری آماری SAS استفاده شد. پس از تجزیه واریانس، مقایسه میانگین‌ها توسط آزمون چند دامنه دانکن (P < ۰/۰۵) انجام شد.

### نتایج و بحث

در این پژوهش میانگین ماده خشک مصرفی روزانه گاوها در گروههایی که در آن از جیره‌های متوازن شده توسط نرم‌افزارهای ۲۰۰۱ NRC (گروه اول) و CPM (گروه دوم) استفاده شد، به ترتیب معادل ۲۲/۹ و ۲۲/۳۳ کیلوگرم در روز بود. تجزیه واریانس داده‌های مربوط به این صفت نشان داد که جیره‌های آزمایشی اثر معنی‌داری بر میزان ماده خشک مصرفی نداشته است (۰/۰۵ > p). میانگین ماده خشک مصرفی گاوها در بلوک ۱ و بلوک ۲ به ترتیب برابر ۲۲/۷۷ و ۲۲/۴۷ کیلوگرم در روز بود (۰/۰۵ > p). مقایسه میانگین‌ها به روش دانکن برای بلوک‌ها تفاوت معنی‌داری نشان نداد. Fuentes-Pila et al. (1996)، پیش‌بینی خوراک مصرفی را بزرگترین چالش در مدل‌های تغذیه‌ای می‌دانند. حتی بهترین معادلات که شامل عوامل حیوانی، محیطی و خوراک می‌باشند نمی‌توانند بیشتر از ۷۰ درصد تغییرات موثر بر ماده خشک مصرفی را برآورد کند (Roseler 1997a). برای ارزیابی صحت مدل‌های متفاوت در پیش‌بینی ماده خشک مصرفی می‌توان از معیارهای میانگین مربعات خطای پیش‌بینی، میانگین خطای پیش‌بینی و خطای نسبی پیش‌بینی استفاده کرد. طبق معادله ۱ هر چه مقدار به دست آمده در مورد این عامل بیشتر باشد نشان‌دهنده صحت کمتر مدل پیشنهادی می‌باشد.

$$MSPE = 1/n (A-P)^2 \quad (1)$$

MSPE<sup>۱</sup>: میانگین مربعات خطای پیش‌بینی

2. Relative Prediction Error  
 3. Mean Prediction Error

1. Mean Square Prediction Error

است. به این ترتیب در نرم‌افزار NRC2001 جهت متوازن کردن پروتئین جیره از مقادیر ثابت RDP و RUP موجود در جداول استفاده می‌گردد اما در نرم‌افزار CPM مقدار پروتئین قابل متابولیسم از طریق اجزای پروتئین خوراک، هضم شکمبه‌ای و نرخ عبور شکمبه‌ای محاسبه می‌گردد. در نتیجه نرم‌افزار NRC2001 از نظر پیش‌بینی پروتئین مورد نیاز دام یک مدل ایستا (Static)، بوده ولی نرم‌افزار CPM یک مدل کاملاً پویا (Dynamic)، از نظر پیش‌بینی پروتئین مورد نیاز حیوان می‌باشد (Fox et al., 1992). از نظر کارایی مورد استفاده قرار گرفتن پروتئین بایستی گفت که در سیستم CPM پروتئین جیره بر اساس اسیدهای آمینه قابل متابولیسم (به ویژه متیونین و لیزین قابل متابولیسم) می‌باشد و به این جهت کارایی استفاده از پروتئین بیشتر است. اما در سیستم NRC2001 تفکیک اسیدهای آمینه صورت نگرفته است و پروتئین قابل متابولیسم هم همانند CPM پیشرفت نداشته است و پروتئین خام کاربرد دارد. به همین جهت با وجودی که امکان دارد میزان پروتئین خام در نظر گرفته شده در CPM کمتر از NRC 2001 باشد، اما با این حال ممکن است پروتئین قابل متابولیسم گزارش شده در آن بیشتر باشد که این مربوط به بازده استفاده از پروتئین قابل متابولیسم به نظر می‌رسد بیان نیاز پروتئینی حیوان در سیستم کرنل که به صورت پروتئین قابل متابولیسم است نسبت به بیان نیاز پروتئین حیوان توسط سیستم انجمن تحقیقات ملی که به صورت پروتئین خام می‌باشد دقت بیشتری خواهد داشت. در هر حال می‌توان اظهار داشت که به طور کلی سیستم پروتئین و کربوهیدرات خالص کرنل از اتلاف پروتئین جیره که مسبب آلودگی محیط زیستی و افزایش هزینه جیره می‌گردد کاسته است.

در این آزمایش ماده خشک مصرفی گروه ۱ و ۲ به ترتیب ۲۲/۹ و ۲۲/۳۳ کیلوگرم در روز بوده است ( $p > 0.05$ ). میانگین ضریب تبدیل ماده خشک به شیر خام تولیدی برای گروه‌های ۱ و ۲ به ترتیب ۰/۷۴ و ۰/۷۱ کیلوگرم ماده خشک به ازای کیلوگرم شیر تولیدی بود ( $p > 0.05$ ). میانگین انرژی خالص شیردهی مصرفی برای هر راس گاو برای گروه‌های ۱ و ۲ به ترتیب ۳۷/۸ و ۳۷/۹ مگا کالری در روز بود ( $p > 0.05$ ).

و ۴ درصد چربی در گاوها تحت تاثیر جیره‌های آزمایشی قرار نگرفت. به لحاظ اینکه انرژی خالص شیردهی مصرفی در جیره‌های ۱ و ۲ اختلاف معنی‌داری را نشان نداد (به ترتیب ۳۷/۸ و ۳۷/۹ مگا کالری در روز برای گروه‌های اول و دوم). بنابراین در گروه‌های تغذیه شده با جیره ۱ و ۲ انرژی خالص شیردهی یکسانی در اختیار حیوان برای تولید شیر در دسترس بوده است.

میانگین مقدار چربی شیر گاوهایی که با جیره‌های ۱ و ۲ تغذیه شده بودند به ترتیب برابر ۱/۰۵ و ۱/۰۳ کیلوگرم در روز بود ( $p > 0.05$ ) و میانگین مقدار پروتئین شیر گاوهای تغذیه شده با جیره‌های ۱ و ۲ به ترتیب ۰/۹ و ۰/۹۶ کیلوگرم در روز بود ( $p > 0.05$ ). نتایج تحقیق حاضر نشان داد، که جیره‌های آزمایشی متوازن شده با نرم‌افزارهای جیره‌نویسی NRC 2001 و CPM اثر معنی‌داری بر مقدار چربی و پروتئین شیر نداشته است، و میانگین این صفات برای هر یک از گروه‌ها از نظر آماری مشابه می‌باشند. این مورد نیز می‌تواند به دلیل مصرف مشابه انرژی خالص شیردهی از یک طرف و از طرف دیگر کافی بودن مقدار پروتئین خام مصرفی پیش‌بینی شده توسط هر یک نرم‌افزارها برای تولید شیر مشابه در گاوهای تغذیه شده با هر یک از جیره‌های آزمایشی می‌باشد. این نتایج می‌تواند بیانگر این باشد که جیره متوازن شده با نرم‌افزار جیره نویسی CPM با مقدار کمتری از پروتئین خام، نسبت به جیره فرموله شده با نرم‌افزار NRC 2001 توانسته است تا مقدار مشابهی از تولید را کسب کند، که می‌تواند به دلیل استفاده موثرتر پروتئین در جیره فرموله شده با نرم‌افزار CPM باشد. در نرم‌افزار انجمن تحقیقات ملی سال 2001 پروتئین به دو بخش اصلی پروتئین قابل تجزیه در شکمبه (Rumen degradable protein) و پروتئین غیرقابل تجزیه در شکمبه (Rumen undegradable protein) تقسیم‌بندی می‌گردد که زیر بخش پروتئین قابل متابولیسم هستند، اما در نرم‌افزار CPM که از مدل CNCPS استفاده می‌کند، پروتئین خوراک به بخش‌های A (بخش نیتروژن غیرپروتئینی)، بخش B (بخشی که بسته به سرعت تجزیه‌پذیری در شکمبه شامل B2، B1 و B3 است) و بخش C (که غیرقابل دسترس برای میکروب‌ها می‌باشد) تشکیل شده

تمام شده پروتئین برای تولید یک کیلوگرم شیر خام برای جیره های اول و دوم نیز به ترتیب ۲۲۳ و ۱۸۵ ریال بوده است ( $p < 0.05$ ). علیرغم مشابه بودن این جیره ها از نظر مقدار شیر تولیدی، خوراک مصرفی، ضریب تبدیل و بازدهی مواد خوراکی به شیر، اما بالاتر بودن قیمت تمام شده خوراک مصرفی در جیره اول نسبت به جیره دوم منجر به بیشتر شدن قیمت تمام شده خوراک مصرفی برای تولید هر کیلوگرم شیر خام و شیر تصحیح شده ۴ درصد چربی در جیره اول نسبت به جیره دوم گردیده است.

میانگین قیمت تمام شده انرژی و پروتئین به ازای یک کیلوگرم شیر تولیدی نیز تفاوت معنی داری در بین

میانگین قیمت تمام شده خوراک مصرفی برای هر کیلوگرم شیر خام تولیدی برای جیره های تنظیم شده با نرم افزار NRC2001 و CPM به ترتیب ۱۴۳۰ و ۱۲۵۰ ریال بود که مقایسه میانگین ها به روش آزمون دانکن اختلاف معنی داری را بین میانگین تیمارها در مورد این صفت نشان داد ( $p < 0.01$ ). میانگین قیمت تمام شده خوراک مصرفی برای هر کیلوگرم شیر تصحیح شده برای ۴ درصد چربی برای گروه های اول و دوم به ترتیب ۱۵۹۰ و ۱۴۱۰ ریال بود ( $p < 0.01$ ). قیمت تمام شده انرژی خالص شیردهی برای تولید یک کیلوگرم شیر خام برای جیره های اول و دوم به ترتیب ۱۲۰۷ و ۱۰۶۵ ریال بوده است ( $p < 0.05$ )، و همچنین قیمت

جدول ۴- میانگین و انحراف معیار صفات مطالعه شده در این پژوهش

CPM	۲۰۰۱NRC	صفت مورد مطالعه
۲۲/۳۳ ± ۰/۱۶۵	۲۲/۹ ± ۱/۲	ماده خشک مصرفی (کیلوگرم در روز)
۱/۲۳ ± ۰/۱۵	۱/۲۹ ± ۰/۱۶	ضریب تبدیل خوراک به شیر تولیدی (کیلوگرم)
۰/۷۱ ± ۰/۰۸	۰/۷۴ ± ۰/۰۹	ضریب تبدیل ماده خشک مصرفی به شیر تولیدی (کیلوگرم)
۰/۷۹ ± ۰/۰۸	۰/۸۲ ± ۰/۰۹	ضریب تبدیل ماده خشک مصرفی به شیر ۴ درصد چربی (کیلوگرم)
۳۱/۹ ± ۴	۳۱/۱۱ ± ۵/۰۷	تولید شیر خام (کیلوگرم در روز)
۳۰/۴۱ ± ۳	۳۰/۲۲ ± ۳/۸	تولید شیر با ۳/۵ درصد چربی (کیلوگرم در روز)
۲۸/۲۶ ± ۳/۶	۲۷/۹۴ ± ۳/۶۲	تولید شیر با ۴ درصد چربی (کیلوگرم در روز)
۱/۰۳ ± ۰/۱۱	۱/۰۵ ± ۰/۱۱	چربی شیر (کیلوگرم در روز)
۰/۹۶ ± ۰/۱۱	۰/۹ ± ۰/۱۲	پروتئین شیر (کیلوگرم در روز)
۲/۶ ± ۰/۳۴	۲/۵ ± ۰/۳۸	مواد جامد بدون چربی شیر (کیلوگرم در روز)
۳/۶۴ ± ۰/۴۳	۳/۵ ± ۰/۴۹	کل مواد جامد شیر (کیلوگرم در روز)
۱/۴۲ ± ۰/۱۹	۱/۴۱ ± ۰/۲۲	لاکتوز شیر (کیلوگرم در روز)
۱۶/۰ ± ۳/۸	۱۶/۸ ± ۴/۸	نیترژن اوره ای شیر (میلی گرم در دسی لیتر)
۳۷/۹ ± ۱/۱۱	۳۷/۸ ± ۲/۸	انرژی خالص شیر دهی مصرفی روزانه (مگا کالری)
۱/۲۴ ± ۰/۱۴	۱/۲۶ ± ۰/۱۵	انرژی خالص مصرف شده برای تولید هر کیلوگرم شیر (مگا کالری)
۱/۴۲	۱/۳۵	بازده تولید شیر خام (نسبت شیر خام تولیدی به ماده خشک مصرفی)
۳۴۳۸ <sup>a</sup> ± ۱۰۰	۳۶۱۸ <sup>b</sup> ± ۲۷۰	پروتئین خام مصرفی (گرم)
۱۰۹ <sup>a</sup> ± ۱۳	۱۱۸ <sup>b</sup> ± ۱۴	پروتئین خام مصرفی برای هر کیلوگرم شیر خام تولیدی (گرم)
۱۲۵۰ <sup>a</sup> ± ۱۵۰	۱۴۳۰ <sup>b</sup> ± ۱۷۰ <sup>**</sup>	قیمت تمام شده خوراک برای تولید هر کیلوگرم شیر خام تولیدی (ریال)
۱۴۱۰ <sup>a</sup> ± ۱۵۰	۱۵۹۰ <sup>b</sup> ± ۱۵۰	قیمت تمام شده خوراک برای تولید هر کیلوگرم شیر ۴ درصد چربی (ریال)
۸۹۵/۳ <sup>a</sup> ± ۷۶	۹۸۵ <sup>b</sup> ± ۸۲	قیمت تمام شده برای هر مگا کالری انرژی خالص شیردهی (ریال)
۱۰۶۵ <sup>a</sup> ± ۹۲	۱۲۰۷ <sup>b</sup> ± ۱۱۴	قیمت تمام شده انرژی خالص شیردهی برای تولید یک کیلوگرم شیر خام (ریال)
۱۸۵ <sup>a</sup> ± ۲۹	۲۲۳ <sup>b</sup> ± ۳۸	قیمت تمام شده پروتئین برای تولید یک کیلوگرم شیر خام (ریال)
۱۷۶۹ <sup>a</sup>	۱۹۲۳ <sup>b</sup>	قیمت کیلوگرم ماده خشک مصرفی (ریال)
۳۹۵۰۰ <sup>a</sup> ± ۱۱۵۰	۴۴۰۴۰ <sup>b</sup> ± ۳۲۹۰	قیمت تمام شده خوراک مصرفی یک راس در روز (ریال)

- حروف نامشابه (a و b) در هر ردیف نشانه معنی داری می باشد ( $P < 0.05$ ). \*\* سطح معنی داری در ( $P < 0.01$ ) می باشد.

وجودی که از نظر رقمی نیتروژن اوره‌ای شیر در گاوهای تغذیه شده با نرم‌افزار ۲۰۰۱ NRC به واسطه بالاتر بودن پروتئین پیشنهادی، بیشتر بوده است اما تفاوت معنی‌دار نبود ( $P > 0.05$ )، اگرچه میانگین مصرف پروتئین در جیره‌ها تفاوت معنی‌داری را نشان داد اما به نظر می‌رسد، به دلیل اینکه غلظت پروتئین خام مصرفی در هر دو جیره کمتر از ۱۷ درصد بود (در جیره یک و دو به ترتیب ۱۶/۴ و ۱۵/۸ درصد) نیتروژن اوره‌ای شیر مربوط به گروه‌های آزمایشی تفاوت معنی‌داری نداشتند. نتایج پژوهش حاضر نشان می‌دهد، نرم‌افزار کرنل پنسیلوانیا ماینر که از مدل سیستم پروتئین و کربوهیدرات خالص کرنل استفاده می‌کند نسبت به مدل شورای تحقیقات ملی از نظر اقتصادی برتر بوده و بازدهی بهتری داشته است براین اساس به نظر می‌رسد فرموله کردن جیره‌های گاوهای شیره با نرم‌افزار CPM همراه با سودآوری برای واحد گاوداری خواهد بود.

### سپاسگزاری

مولفین از حوزه معاونت پژوهشی دانشگاه تهران و معاونت پژوهشی و برنامه‌ریزی دانشکده کشاورزی کرج، دانشگاه تهران و همچنین از بخش تحقیق و توسعه بنیاد مستضعفان و همچنین مهندس سلماسی و کارکنان واحد گاوداری شرکت کشت و صنعت خرمدره قدردانی می‌نمایند.

جیره‌ها داشت که به واسطه مصرف منبع پروتئینی بیشتر در جیره اول بود و به جهت افزایش قیمت جیره تمام شده برای نرم‌افزار شورای تحقیقات ملی سال ۲۰۰۱ قیمت تمام شده انرژی همانند قیمت تمام شده پروتئین به‌طور معنی‌داری از نرم‌افزار کرنل پنسیلوانیا ماینر بیشتر بود. با توجه به این یافته می‌توان گفت که نرم‌افزار جیره‌نویسی CPM جیره ارزان‌تر و در عین حال مشابه از نظر عملکرد تولید شیر با ۲۰۰۱ NRC را برای گاوهای شیره در این آزمایش فرموله کرده است. در نرم‌افزارها جهت جیره‌نویسی تغییرات وزن در طی دوره روزانه ۲۰۰ گرم در نظر گرفته شد، و بر این اساس گاوها در انتهای دوره آزمایشی نیز وزن شدند و نتایج نشان داد که میانگین تغییرات وزن بدن گاوها در طی دوره آزمایشی در گروه‌های ۱ و ۲ به ترتیب برابر ۱۵/۰۶ و ۵/۶۳ کیلوگرم بود ( $p < 0.05$ ). از آنجا که مصرف انرژی و ماده خشک در جیره‌های اول و دوم از نظر آماری معنی‌دار نگردید و تنها این دو جیره از نظر مصرف پروتئین خام روزانه با یکدیگر اختلاف داشتند احتمالاً می‌توان این افزایش وزن را به مصرف پروتئین بیشتر در گاوهای تغذیه شده در گروه اول نسبت داد (۳۶۱۸ گرم پروتئین خام مصرف شده برای جیره اول و ۳۴۳۸ گرم پروتئین خام مصرف شده برای جیره دوم). میانگین غلظت نیتروژن اوره‌ای شیر در گاوهای تغذیه شده با جیره‌های ۱ و ۲ به ترتیب برابر ۱۶/۸ و ۱۶/۰ میلی‌گرم در هر دسی لیتر بود ( $p > 0.05$ ). با

### REFERENCES

1. Barry, M. C., Fox, D. G., Tylutki, T. P., Pell, A. N., O'Connor, J. D., Sniffen, C. J. & Chalupa, W. (1994). *A manual for Evaluating Cattle Diets*. Rev. CNCPS Release 3. Cornell Univ. Ithaca, NY.
2. Britt, J. S., Thomas, R. C., Speer, N. C. & Hall, M. B. (2003). Efficiency of converting dry matter to milk in Holstein herds. *J Dairy Sci*, 86, 3796–380.
3. CPM Dairy Version 1.0. (1998). *Department of Animal Sciences*, Cornell University, Ithaca, NY.
4. Eastridge, M. L., Buchltz, H. F. & Slater, A. L. (1998). Nutrient Requirements for Dairy Cattle of the National Research Council Versus Some Commonly Used Ration Software. *J Dairy Sci*, 81, 3059–3062.
5. Fox, D. G., Sniffen, C. J., O'Connor, J. D., Russell, J. B. & Van Soest, P. J. (1992). A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: III Cattle requirements and diet adequacy. *J Anim Sci*, 70, 3578.
6. Fox, D. G. & Tylutki, T. P. (1998). Accounting for the effects of environment on the nutrient requirements of dairy cattle. *J Dairy Sci*, 81, 3085–3095
7. Fuentes-Pila, J., DeLorenzo, M. A., Beede, D. K., Staples, C. D. & Holter, J. B. (1996). Evaluation of equations based on animal factors to predict intake of lactating Holstein cows. *J Dairy Sci*, 79, 1562–1571.
8. Holter, J. B., West, J. W. & McGilliard, L. M. (1997). Predicting ad libitum dry matter intake and yield of Holstein cows. *J Dairy Sci*, 80, 2188–2199.



9. Hristov, A. N., Price, W. J. & Shafii, B. (2005). A Meta-Analysis on the Relationship Between Intake of Nutrients and Body Weight with Milk Volume and Milk Protein Yield in Dairy Cows. *J Dairy Sci*, 88, 2860-2869.
10. Kertz, A. F., Reutzel, L. F. & Thomson, G. M. (1991). Dry matter intake from parturition to midlactation. *J Dairy Sci*, 74, 2290.
11. Kohn, R. A., Kalscheur, K. F. & Hanigan, M. (1998). Evaluation of models for balancing the protein requirements for dairy cattle. *J Dairy Sci*, 81, 3402-3414.
12. Moore, T. L. & Mao, I. L. (1990). Prediction of total intake of dry matter and net energy in lactation. *J Dairy Sci*, 73, 3255.
13. National Research Council. (2001). *Nutrient Requirements of Dairy Cattle*. Natl. Acad. Press, Washington DC.
14. Roseler, D. K., Fox, D. G., Pell, A. N. & Chase, L. E. (1997a). Evaluation of alternative equations for prediction of intake for Holstein dairy cows. *J Dairy Sci*, 80, 864-877.
15. Roseler, D. K., Fox, D. G., Chase, L. E., Pell, A. N. & Stone, W. C. (1997b). Development and evaluation of equations for the prediction of feed intake for lactating Holstein dairy cows. *J. Dairy Sci.*, 80, 878-893.
16. Rotz, C. A., Satter, L. D., Mertens, D. R. & Muck, R. E. (1999). Feeding strategy, nitrogen cycling, and profitability of dairyfarms. *J Dairy Sci*, 82, 2841-2855
17. Vandehaar, J. M. (1998). Efficiency of Nutrient Use and Relationship to Profitability on Dairy Farms. *J. Dairy Sci.*, 81, 272-282.
18. Wang, S., Roy, G. L., Lee, J., McAllister, A. J., Batra, T. R. & Lin, L. (1992). Evaluation of various measures of and factors influencing feed efficiency of dairy cattle. *J Dairy Sci*, 75, 1273-1280.