" مقاله علمی پژوهشی"

JOURNAL OF VETERINARY CLINICAL RESEARCH

دوره دوازدهم، شماره دو، پاییز و زمستان ۱۴۰۰

# تفاوت کاتیونی-آنیونی جیره‌های انتظار زایش: مبانی ریاضی، مفاهیم و کاربردها

**کامران شریفی**

*دانشکده دامپزشکی دانشگاه فردوسی مشهد*

shariffp@um.ac.ir

دریافت مقاله: ۱ شهریور ۱۴۰۰؛ پذیرش نهایی: ۵ مهر ۱۴۰۰

**مقدمه**

تامین غذا همیشـــه برای جامعه بشـــری یک چالش بوده اســـت. واقعیت این اســـت که مقدمات جنگ جهانی اول از بیســت ســی ســال پیش از زمان وقوع آن در حال زمینه چینی بود. خاک اروپا دیگر حاصـــلخیز نبود و کشـــتی های گشـــتی اروپـاییـان غارهای محل ســـکونت خفاش ها را در نقاط دور دســت در جســتجوی کود برای کشـاورزی می‌کاویدند، با این حال، یک قحطی بزرگ در افق در انتظار بود. فریتس هابر گام بزرگی برداشـت و توانست که نیتروژن را از هوا استخراج کند و به مســـئله نیاز فوری به نیتروژن برای حاصـــلخیزی خاک پاسـخی موثر داد و با این کشـف، خطر گرسنگی و قحطی در اروپا برطرف شـد. به همین خاطر، جایزه نوبل سـال ۱۹۱۸ را دریافت کرد. البته به خاطر اشـتهارش به پدر جنگ شیمیایی از طریق همین کشف، بخشی از کارنامه‌اش هم سیاه است.

فرد مهم دیگری که به موضـــوع این بحث مربوط اســـت، آرتوری ایلمـاری ویرتـانن Arturri Ilmari Virtanen برنـده جایزه نوبل ۱۹۴۵ است که این جایزه را به خاطر پژوهش ها و ابداعاتش در شـیمی کشـاورزی و تغذیه، به ویژه روش حفظ علوفه آن هم در اروپای سـرد و مرطوب به دست آورد. شیوه حفظ علوفه وی آن قدر ارزشـمند اسـت که این نوع علوفه را به نام علوفه AIV (AIV fodder) می‌شـناسند (حروف اول نام دانشمند اخیر). در این روش مواد متنوعی برای حفظ علوفه به کار می رود اما آن چه که به بحث حاضر مربوط است، افزودن اسـیدهای معدنی مثل اسـید سولفوریک و اسید کلریدریک به علوفه است.

مشـاهدات میدانی مشـخص نمود که مصـرف جیره‌های متشـکل از چغندر قندِ مناسـبِ خوراک[1] به خاطر میزان بالای سـدیم و پتاسـیم و کلر و گوگردِ کم موجب بروز تب شـیر می‌شـد، در حالی که مصـرف سـیلاژ AIV حاوی اسـیدهای معدنی که pH کمی دارند و مقدار کلر و گوگرد آن‌ها زیاد بود اثرات پیشـگیری کننده چشـمگیری داشـت (۱). کار با این اسـیدها در سطح مزرعه برای کارکنان خیلی خطرناک است و از این رو، به عنوان جایگزین به اسـتفاده از نمک‌های حاصـل از این اسیدها که حامل کلر و گوگرد بودند، در جیره‌های پیش از زایش رو آوردنـد (۲-۴). توصـیفی کـه برای موثر بودن افزودن بـه میزان کلر و گوگرد جیره هـای پیش از زایش در پیش گیری از تب شـیر در گاو شیری بود، متوجه تناسبی، و به عبارت بهتر تفاوتی بود که بین میزان کاتیون های اصـلی مثل سـدیم و پتاسـیم از یک طرف و کلر و گوگرد از طرف دیگر ممکن است برقرار باشد.

فرمول های متعددی برای محاسـبه برآیند این عناصـر در جیره های اواخر دوره خشـکی در تاثیر بر میزان فراوانی تب شـیر در گاوهای شـیری پس از زایش مطرح شـد و مورد آزمایش قرار گرفت که امروزه محاسـبه (Na+K)-(Cl+S) به

[1] Fodder beet. Please refer to: https://www.youtube.com/watch?v=aQZwYWoOQxk

صورت فرمول کاربردی و قابل اتکا مورد پذیرش عمومی قرار گرفته است:

از حدود جنگ جهانی دوم به تدریج سپری کردن یک دوره خشکی ۶۰ روزه به عنوان یک استاندارد در پرورش گاو شیری مورد توافق قرار گرفت. این دوره به دو بخش ۵ هفته اول و سه هفته آخرِ دوره خشکی تقسیم بندی می‌شود. با ورود گاو به مرحله اولِ دوره خشکی (far-off dry period)، شرایط ریزش، بازسازی و نوزایی اپیتلیوم شکمبه و آلوئول‌های مجاری شیری فراهم می شود تا گاو برای دوره شیردهی بعدی آماده شود. در این دوره جیره دوران خشکی گاوهای شیری (far-off dry cow ration) بر اساس نیازهای نگهداری دو ماه آخر آبستنی گاوهای شیری جیره بر اساس جداول استاندارد تنظیم می شود. ماده خشک مصرفی دراین جیره‌ها حدود ۱۴ کیلوگرم برای گاو شیری در قد و قواره گاو هلشتاین در نظر گرفته می‌شود.

در سه هفته پایانی که در ایران به دوره انتظار زایش (close-up dry period) مشهور است، جیره انتظار زایش (close-up dry cow ration) به گونه‌ای تنظیم می شود که دستگاه گوارش گاو در همین دوره سه هفته‌ای با خوراک‌های اصلی پس از زایش آشنا شود و به همین خاطر، بسته به صلاحدید کسی که هدایت جیره‌ها در گله گاو شیری را در دست دارد، بین ۴ تا ۷ کیلوگرم کنسانتره در جیره گاوهای انتظار زایش لحاظ می‌شود. در همین دوره است که باید به وضعیت تفاوت کاتیونی-آنیونی جیره (Dietary Cation-Anion Difference [DCAD]) توجه و بر اساس وضعیت آن برای جیره تصمیم گیری کرد. ماده خشک این جیره بسته به میزان کنسانتره‌ای که در نظر می‌گیرند، برای نژاد هلشتاین کمی بیشتر از ۱۴ کیلوگرم است.

برای ساده سازی مسئله، اگر بتوانیم به خودمان اجازه بدهیم که فرض کنیم جیره یک گاو شیری فقط از ده کیلوگرم یونجه خشک و هفت کیلوگرم جو بر اساس ماده تازه (As fed) تشکیل شده است، تفاوت کاتیونی-آنیونی جیره به شیوه زیر محاسبه می‌شود:

جدول ۱- الف- میزان ماده خشک، سدیم، پتاسیم، کلر و گوگرد بر حسب درصد در یونجه خشک و دانه جو (ترکیب شیمیایی)

| | As fed | DM% | Na% | K% | Cl% | S% |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Alfalfa hay | | 91 | 0.02 | 2.38 | 0.48 | 0.23 |
| Barley grain | | 88 | 0.02 | 0.56 | 0.13 | 0.12 |

جدول ۱-ب: محاسبه میزان سدیم، پتاسیم، کلر و گوگرد در یک جیره فرضی انتظار زایش که متشکل از یک کیلوگرم یونجه خشک و یک کیلوگرم آرد جو است. معیار تمامی ستون‌ها کیلوگرم است.

| | As fed | DM | Na | K | Cl | S |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Alfalfa hay | 10 | 10 × 91%=9.1 | 0.0018 | 0.217 | 0.044 | 0.021 |
| Barley grain | 7 | 6.16 | 0.001 | 0.034 | 0.008 | 0.007 |
| Total (kg) | 2 | 15.26 | 0.003 | 0.251 | 0.052 | 0.028 |
| Percent | | | 0.02 | 1.645 | 0.339 | 0.186 |

در این مرحله میزان کل سدیم، پتاسیم، کلر و گوگرد را به دست آورده میزان آن بر حسب درصد را در جیره محاسبه می‌کنیم. برای مثال در مورد سدیم این گونه محاسبه کرده‌ایم:

Na%: 0.003*100/15.25=0.02%

برای محاسبه تفاوت کاتیونی-آنیونی جیره محاسبات دیگری لازم است. با فرض بر این که تمامی این عناصر در بدن به یون تبدیل می‌شود، باید این مقادیر را که بر حسب کیلوگرم و درصد محاسبه کرده‌ایم، به بار الکتریکی در شکل یون تبدیل کرد تا بتوانیم دقیقا بدانیم چند یون سدیم و پتاسیم

از یک طرف به مصـاف چند یون کلر و گوگرد از سوی دیگر می‌روند.

برای درک این مفهوم بـاید از عدد آووگادرو کمک گرفت که برابر اســت با $۶,۰۲۲ \times ۱۰^{۲۳}$ اســت که با اســتفاده از آن می توانیم تعـداد یون هـا در هر یـک از عناصـــر مورد نظر را محاســـبه و با هم مقایســـه کرد. به عبارتی اگر به تعداد عدد آوگادرو از هر یک از عناصر را روی ترازو بگذاریم، به ترتیب ۲۳، ۳۹، ۳۵,۵ و ۳۲ گرم سدیم، پتاسیم، کلر و گوگرد یا همان عدد مولی هر یک را خواهیم داشت. با توجه به این که گوگرد دو ظرفیتی است و یک یون آن با دو یون مثبت برابری می‌کند، ضـرورت دارد از واحد اکی والانی استفاده کنیم، یعنی مول را بر ظرفیت آن تقسـیم می‌کنیم به این ترتیب اکی والان گرم هر یک از عناصـــر بالا به ترتیب ۲۳، ۳۹، ۳۵,۵ و ۱۶ گرم خواهد بود. ادامه محاســـبات به ترتیب زیر در ادامه جدول ۱–ب، در جدول ۲ آمده است.

جدول ۲– مبانی ریاضی تبدیل درصد هر یک از عناصر سدیم، پتاسیم، کلر و گوگرد جیره به واحد میلی اکی والان در هر کیلوگرم در ادامه از جدول ۱–ب

| عنصر | Na | K | Cl | S |
|---|---|---|---|---|
| تبدیل درصد به کیلوگرم | 0.02 × 10=0.2 | 16.453 | 3.387 | 1.856 |
| تقسیم اعداد ردیف بالا بر عدد اکی والانی هر عنصر | 0.2/23=0.008696 | 0.421877 | 0.09541 | 0.116 |
| تبدیل اکی والان به میلی اکی والان (× ۱۰۰۰) | 8.696 | 421.877 | 95.41 | 116 |
| DCAD=(Na+K)-(Cl+S) | mEq/kg DM | ≃ 219 | | |

این محاسبات به صورت فرمول زیر خلاصه شده است:

$$\left(\frac{Na}{0.0023}\right)+\left(\frac{K}{0.0039}\right)-\left(\left(\frac{Cl}{0.0035}\right)+\left(\frac{S}{0.0016}\right)\right)$$

با این محاسـبه مشـخص می شـود که جیره فرضی بالا که البته به میزان مفرطی ساده سازی شده است با تفاوت کاتیونی–آنیونی بـالای ۲۰۰، بـه میزان قـابـل توجهی گـاوهـا بـه ویژه گاوهای شـکم سـوم را مستعد هیپوکلسمی زایمان و تب شیر خواهـد کرد. بـا نزول تفاوت کاتیونی–آنیونی از ۲۰۰ به ۱۰۰، طی یـک روند نزولی به طور خطی فراوانی تب شـــیر کاهش خواهـد یافت و از ۱۰۰ تا صـــفر به صـــورت خطی–منحنی curvilinear این نزول انجام خواهد گرفت (۵). به این ترتیب با این محاسـبات حتی در شـرایط روسـتایی می‌توان در مورد استعداد جیره مصرفی در دوران انتظار زایش برای زمینه‌سازیِ بروز تب شیر و هیپوکلسمی زایمان قضاوت کرد و به فراخور وضع موجود از یکی از روش‌های کنترل و پیشگیری، از جمله استفاده از نمک‌های حاوی کلر و گوگرد استفاده کرد.

## منابع


1. Dishington, I.W. and Bjørnstad, J. (1982) Prevention of milk fever by dietary means. Acta Vet. Scand. 23:336-343.
2. Dishington IW (1975) Prevention of milk fever (hypocalcemic paresis puerperalis) by dietary salt supplements. Acta Vet Scand 16(4):503-512.
3. Block E (1984) Manipulating dietary anions and cations for prepartum dairy cows to reduce incidence of milk fever. J Dairy Sci 67(12): 2939-2948.
4. Oetzel GR, Olson JD, Curtis CR, Fettman MJ (1988) Ammonium chloride and ammonium sulphate for prevention of parturient paresis in dairy cows. J Dairy Sci 71(12):3302-3309.
5. Lean IJ, DeGaris PJ,McNeil DM, Block E (2006) Hypocalcemia in dairy cows: Meta-analysis and dietary cation anion difference theory revisited. J Dairy Sci 89(2):669-684.