

۵۴۹۸



دانشگاه تهران دانشکده دامپزشکی

شماره ۴۷۳

سال تحصیلی ۴۰-۴۱

پایان نامه
برای دریافت دکترای دامپزشکی از دانشگاه تهران

تعادل فسفر و کلسیم در گاو شیری

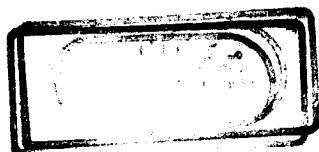
نگارش: محمدجواد صادقی

متولد ۱۳۱۵ - قم

هیئت داوران

آقای دکتر یوسف مشکی استاد دانشکده دامپزشکی (استاد راهنما و رئیس ژوری)
آقای دکتر احمد عطائی استاد دانشکده دامپزشکی (داور ژوری)
آقای دکتر محمد درویش استاد دانشکده دامپزشکی (داور ژوری)

چاپ میهن - ۳۸۴۶۹



تقدیم به :

- جناب آقای دکتر یوسف مشکی استاد محترم که با قبول راهنمایی این
پایان نامه مفتخرم فرمودند .

- جناب آقای دکتر عطائی که خوشه چین خرم دانش ایشان بوده ام

- جناب آقای دکتر درویش که افتخار شاگردی ایشان را دارم

جناب آقای دکتر علوی که از سلامت فکر و طینت پاک ایشان استفاده
فراوان برده ام

تقدیم بہ:

- پدر و مادر مہربانم کہ بہترین مشوقم در ادامہ تحصیل بودہ اند

- برادران و خواہران عزیزم کہ ہمیشہ در غم و شادیم شریک بودہ اند

- فامیل محترم و دوستان عزیزم بویژہ آقای سید ہادی ہدایتی کہ در تنظیم پایان نامہ زحمت فراوان متحمل شدہ و آقای دکتر منوچہر غلامی کہ افتخار مصاحبت ایشان را دارم

فهرست مندرجات

مقدمه

فصل اول

- متابولیسم فسفر کلسیک :
- جذب کلسیم و فسفر .
- وضع کلسیم و فسفر بعد از ورود در خون .
- دفع کلسیم و فسفر .
- تنظیم کلسیم و فسفر خون .

فصل دوم

احتیاجات گاو شیری :

دوره اول

« دوم

« سوم

« چهارم

فصل سوم

- جلوگیری از بروز اختلالات :
- کود دادن : الف - فسفر ب - کلسیم ج - فسفر و کلسیم
- کودهای لازم برای تأمین کلسیم و فسفر
- اثر روی خاکهای اسیدی .
- نگهداری زمینهای خنثی
- اضافه کردن مواد تکمیلی فسفر و کلسیم در رژیم غذایی .
- انواع مختلف مکمل های معدنی و عمل آنها .

فصل چهارم

طرز تقسیم و پخش مواد معدنی
مشاهدات .

نتیجه

منابع و مأخذ

بنام خداوند بخشنده مهربان

مقدمه

موقعیکه گاو بطور وحشی بسر میبرد مجبور بود احتیاجات غذائی خود را تأمین نماید بدینجهت در بهار و تابستان که علف تازه و مواد غذائیش زیاد بود تغذیه کافی می نمود و مقداری از این مواد غذائی در بدن خود ذخیره می کرد و در پائیز و زمستان که علف کم و مواد غذائی آن بقدر کفایت موجود نبود برای بدست آوردن غذای لازم و ادامه حیات ناچار بود راه زیادی را پیماید این عمل بخودی خود غذای مصرفی را زیادتیر و انرژی بیشتری از دست میداد با این وجود آنچه حیوان لازم داشت بدست نمی آورد در نتیجه اولاً مقداری از مواد ذخیره خود را بمصرف می رساند ثانیاً تولید شیر متوقف می شد . چون زایش در فصل بهار انجام میشود و گوساله تا اوائل پائیز باندازه کافی از شیر استفاده می کرد دیگر احتیاج بشیر نداشت ولی امروزه بواسطه تولید شیر زیاد گاو از حالت طبیعی خارج شده است .

دامپرور سعی می کند هر قدر می تواند تولید شیر را بیشتر و دوره شیرواری را طولانی تر سازد . برای انجام این منظور لازم است تمام احتیاجات بدن حیوان را تأمین نماید .

متخصصین با انتخاب صحیح و تأمین مواد غذائی لازم و رعایت مقررات دامپروری گاو انیکه روزانه ۳۰ لیتر شیر میدهند تربیت کرده و نژاد های شیروار بدست آورده اند و اکنون حیوان بصورت ماشین تولید شیر درآمده است . تقاضای تولید زیاد از حیوان در عمل فیزیولوژیکی بدن تغییراتی بوجود آورده و مقاومت او را در مقابل عوامل نامساعد محیط کم و احتیاجات غذائیش را افزایش داده است . در اینصورت باید سعی کرد غذای مخصوص که از نظر کمیت و کیفیت و قابلیت هضم مواد مختلف متناسب باشد تهیه نمود که خود مبحث مهمی از علم دامپروری را تشکیل میدهد .

کم و زیاد شدن مواد بیماریهای مشخصی را تولید می نماید که بسیار مهم می باشند باینجهت نگارنده تعادل فسفر و کلسیم را که سرشته مواد معدنی است بعنوان پایان نامه انتخاب نموده و اختلالاتی که از عدم تعادل این مواد بوجود می آید بررسی می نماید .

این اثر ناچیز که نتیجه زحمات نگارنده است به پیشگاه صاحبان دانش و خرد تقدیم میگردد بدون شك نقائصی دارد که امید است اساتید محترم و همکاران ارجمند باده اغماض بنگرند . وظیفه خود میدانم از جناب آقای دکتر انصاری و جناب آقای دکتر سنجر که در تدوین پایان نامه کمک گرانبهائی نموده اند تشکر کنم .

متابولیسم فسفو کلسیک

بررسی مختصری از جذب فسفر و کلسیم برای نشان دادن پیچیدگی متابولیسم و آسانی ظهور اختلالات حاصله از کمبود آنها لازم و مفید است زیرا فسفر و کلسیم ارتباط زیاد با یکدیگر داشته و بواسطه ترکیبات مشترکی که دارند نمی توان بطور مجزا از یکدیگر مطالعه کرد بنا بر این دو ماده را تماماً مطالعه می کنیم .

منشاء فسفر و کلسیم اصولاً بوسیله غذاها و آشامیدنیها بدو صورت معدنی و آلی وارد بدن می شوند . مقدار آنها در گیاهان متغیر است و بستگی بترکیبات شیمیائی خاک، کود، نوع بارانها، آبهای که زمین را مشروب می کنند، خانواده های مختلف نباتات که در ناحیه معین می رویند فصول و ماههای مختلف سال دارد .

جذب کلسیم و فسفر : فسفاتها و املاح کلسیم محلول در آب باین ترتیب جذب بدن می شوند : در لوله گوارش و در محیط اسیدی املاح کلسیم محلول و در محیط قلیائی کم محلول است در روده با $\text{pH} = 6/7$ جذب کلسیم کم می شود ولی بواسطه توقف غذاها در روده باریک و تولید تخمیرات گلو سیدی که pH محیط را پائین می آورند جذب کلسیم آسان می شود ولی اگر اسید لاکتیک تولید شود لاکتات کلسیم تشکیل می گردد که غیر محلول است پس پیشرفت زیاد از حد تخمیرات مفید نیست.

جذب فسفاتها : مشابه کلسیم بوده ولی بسیار تحت تأثیر کم یا زیاد بودن یون کلسیم قرار می گیرد بنا بر این پدیده های شیمیائی که در قسمتهای مختلف دستگاه گوارش انجام می شود بترتیب شرح داده می شود .

۱ - معده : مواد غذائی در حفره های گوارشی بخصوص شیردان تحت تأثیر اسید کلریدریک قرار می گیرد باید دانست نشخوار کنندگان بواسطه حجم زیاد شکمبه که مقدار زیادی غذا در آن جامی گیرد اسیدیته اش از معده انسان کمتر است با وجود این بعضی از ترکیبات کلسیم مانند کربنات ، اکسالات و پر تیئینات بوسیله اسید کلریدریک معده حل شده و کلروردوشوی محلول تولید

می‌شود. مقدار زیادی از سولفاتهای خنثای کلسیم در اثر این اسید بسولفات اسید و فسفات تری کلسیک به بی کلسیک و منوکلسیک محلول تبدیل می‌شود ولی همراه با فسفات منوکلسیک و فسفاتهای قلیائی محلول بعضی استرهای فسفریک مانند نوکلئین و لسیتین که مولکولهای بزرگ آلی و غیر محلول میباشند دیده می‌شود. اگر مخاط معده قابلیت جذب این گونه مواد را داشت ۰/۹۰ این املاح جذب بدن میگردید ولی باید دانست که جذب مواد در روده باریک انجام می‌شود.

۲ - روده باریک : املاح مختلف در قسمت دوازدهه که دارای کربناتهای قلیائی مترشحه از سفرا و شیره پانکراس و غدد مخاطی می‌باشند خنثی می‌شود و فعل و انفعالاتی عکس آنچه در معده دیده شد انجام میگیرد بطوریکه ۰/۱۵ فسفات منوکلسیک که قبلاً ساخته شده بود جذب و بقیه بصورت بی و تری فسفاتهای کلسیک غیر محلول در می‌آید فقط فسفاتهای که از هضم لسیتین و نوکلئین در اثر شیره پانکراس حاصل می‌شود بوسیله مخاط روده جذب میگردد بعضی از غذاهای مقوی و با حجم کم مانند غلات و حبوبات کنجاله که دارای اسید فیتیک میباشند و این اسید حاوی مقدار زیادی فسفر می‌باشد با کلسیم ، آهن و آلومینیوم ترکیبات نامحلول تولید میکنند ولی در اینگونه غذاها فیتازی وجود دارد که اسید فیتیک آزاد می‌نماید یعنی ترکیبات نامحلول آنرا تجزیه نموده سبب جذب قسمتی از فسفر این مواد می‌شود. در نشخوار کنندگان دستگاه گوارش فیتاز ترشح میکند که در اثر آن قسمت مهمی از فسفر و کلسیم جذب می‌شود.

در جذب فسفاتها صفر عمل مهمی دارد و اگر از ورود آن بروده جلوگیری شود ترکیبات فسفو کلسیک بصورت رسوب در می‌آید و اختلالات استخوانی از نوع استئومالاسی ایجاد می‌شود عمل صفر زیاد کردن ترشحات غدد روده‌ای است که حاوی فسفاتاز (از نوع استرازاها) بوده ترکیبات پیچیده و آلی اسید فسفریک را تجزیه میکند این اسید قسمتی از فسفاتهای بی و تری فلزی را حل نموده و پس از ترکیب با املاح کلسیم غیر محلول فسفات منوکلسیک قابل جذب تولید میکند و این واکنش مانند سایر فعل و انفعالات آنزیمی برگشت پذیر و دارای حد یقف می‌باشد از طرف دیگر ویتامین D جذب کلسیم را زیاد میکند

ولی مکانیسم عمل آن روشن نیست ممکنست تأثیر آن بواسطه افزایش قابلیت نفوذ سلولی و یا تولید فسفاتهای قلیائی باشد .

ویتامین A ورود ترکیبات فسفوکلسیم محلول را در خون تسهیل میکند مکانیسم عمل آن افزایش قدرت حیاتی ، قابلیت انتخاب سلولی و ازدیاد ترشح اپیتلیوم روده می باشد .

بطور کلی جذب فسفوکلسیم بشکل فسفات کلسیم است و قدرت جذب این ملح بستگی بمقدار کلسیم و فسفری که بوسیله اغذیه وارد دستگاه گوارش می شود دارد . اگر کلسیم بیش از حد لازم وارد شود فسفاتهای دی و تری کلسیم غیر محلول تشکیل می شود و در نتیجه فسفر هم بمقدار کمتر داخل خون می گردد

۳- روده بزرگ: در این قسمت جذب کم است و مقدار کمی از املاح جذب می شود .

۴- وضع کلسیم و فسفر بعد از ورود در خون : مقدار کلسیم خون کمتر تغییر می کند و در حدود صد میلی گرم می باشد و بسه قسمت متمایز تقسیم می شود :

الف - قسمت غیر قابل عبور از صافی که ۴۰-۵۰٪ کلسیم خون را تشکیل می دهد و عبارت از پروتیدات کلسیم (قسمت اعظم آن آلبومینات) می باشد

ب- قسمت قابل عبور از صافی یونیزه که ۲۲-۲۸٪ کلسیم خون است این قسمت از نظر فیزیولوژی بسیار فعال می باشد و در تشکیل استخوان . قابلیت انعقاد خون و تحریک پذیری عصبی و ماهیچه ای شرکت می کند عمل اخیر مربوط بیون کلسیم و پتاسیم (کلسیم محرک و پتاسیم آرام کننده سمپاتیک) است .

ج- قسمت قابل عبور از صافی (اولترافیلترابل) غیر یونیزه که ۲۳-۲۶٪ کلسیم خون را تشکیل داده در ترکیبات ممکن وارد می شود (سترات و کمپلکس های دیگر) .

مقدار فسفر در خون بیش از کلسیم و تا ۳۵۸ میلی گرم در لیتر میرسد و بدو صورت معدنی و آلی وجود دارد :

فسفر معدنی- بشکل فسفات و پیروفسفات محلول در پلازما ۷۲-۴۰ میلی گرم در لیتر است اینگونه فسفاتهای قلیائی کمک به تنظیم و واکنش خون و ثابت نگهداشتن pH و تنظیم ترشح بافتها می نماید .

فسفر آلی- بشکل اسید فسفریک بصورت ترکیبات لیپیدی ۱۳۱-۹۳ میلی گرم و نوکلئوپروتئین ۲۴-۲۰ میلی گرم در لیتر و گلوکوسیدی بمقدار متغیر در خون یافت می شود ، باید متذکر شد که فسفات خون از ماه چهارم آبستنی و در مدت شیرواری کم می شود زیرا قسمتی از فسفر بوسیله جنین یا پستان برای ترشح شیر مصرف می شود .

سرنوشت فسفر و کلسیم در اعضاء : قسمتی از فسفاتها در موقع آبستنی در مایع بین سلولی بصورت یونهای Ca^{++} و PO_4 در روی قسمت غضروفی یا پرده پروتئینی قبل از استخوانی شدن استخوانهای جنین که توسط سلولهای استئوبلاست ترشح می شود ثابت می گردد شرط انجام این عمل وجود فسفاتاز است که بوسیله سلولهای استئوبلاست و ترشح آنها تعادل یونی تغییر می یابد بعلاوه استخوانی شدن بستگی بسرعت گردش خون دارد که هر قدر آهسته تر باشد واکنش رسوبی بهتر انجام می شود .

قسمت عمده فسفاتها و املاح کلسیم در ضمن تعادل خون استحکام اسکلت و عمل ذخیره استخوانی را بمعده دارد و دائماً سبب تغییر این مواد در عضو می شود در حقیقت در حالت عادی استخوان تغییرات دائمی می نماید بطوری که مواد معدنی استخوان در مدت ۳۰۰ روز تعویض میشود در نتیجه وجود سلولهای استئوبلاستی ماده استخوانی منضم و داخل خون می شود و ممکنست تحت تأثیر ارمونها این عمل کم یا زیاد شود باین ترتیب در موقع کمبود مواد غذایی در اثر تغذیه بدعمل هضم استخوان زیاد شده و حیوان مواجه با علائم مشخص کمبود مواد معدنی اسکلت می شود .

باید دانست در هنگام رشد حیوان تغییر و تبدیل در اسکلت و خون زیاد است و مواد معدنی که استخوان از خون دریافت می دارد بیس از مقداری است که بخون پس میدهد ولی در زمان بلوغ این دریافت و پس دادن برابر است . در پیرها مقدار ماده ای که استخوان از دست میدهد بیشتر است و در مواقع غیر عادی (مقدار شیر زیاد باشد) چنین خواهد بود

دفع کلسیم و فسفر : از دوره کلیه وروده انجام می گیرد . بیشتر کلسیم از راه روده و فسفر از راه کلیه دفع می شود .

دفع کلسیم : تقریباً ۷۰-۶۰٪ کلسیم از راه روده و بقیه از راه کلیه

دفع می شود قسمتی از ۰.۷٪ بصورت ترکیبات فسفو کلسیک غیر محلول می باشد که در مدت گوارش جذب نشده بامد فووع خارج می شود و قسمت دیگر آن بوسیله ترشحات غدد روده ای دفع می شود .

دفع کلسیم از راه کلیه محدود است و بشکل سیمترات که در پلاسما کاملاً محلول است ولی در گلو مریول کلیه در اثر فسفات های قلیائی کلیوی بحالت محلول در آمده و بوسیله ادرار دفع می شود . از ادرار فسفات ، سیمترات ، لاکتات ، گلیسروفسفات و گاهی اورات کلسیم جدا نموده اند .

ب - دفع فسفر - فسفر بدو صورت آلی و معدنی دفع می شود بخش آلی بصورت استرهای فسفریک است که توسط فسفاتنازهای کلیه هیدرولیز شده بوسیله ادرار دفع می شود .

بخش معدنی شامل فسفات های قلیائی سدیم و پتاسیم و قلیائی خاکی (کلسیم و منیزیم بخصوص در گاو) توسط کلیه دفع میشوند . کلیه تنها بصورت یک صافی عمل نمی کند بلکه بواسطه نفوذ انتخابی که دارد فسفر را دفع می کند اغلب فسفات های منوبازیک بوسیله کلیه دفع میشوند زیرا کلیه باین وسیله عمل تنظیم تعادل اسیدی و بازی را (مانند سایر ترشحات بدنی) انجام می دهد .

تنظیم کلسیم و فسفر خون - با وجود تغییراتی که در جذب و دفع کلسیم بعمل می آید نسبت فسفر و کلسیم خون همیشه ثابت می ماند و چون عمل دستگاه تنظیم کننده پیچیده است با جزئیات کار عوامل مختلف مورد بحث قرار می گیرد .

غدد پاراتیروئید - این غدد تغییرات فسفر و کلسیم بین اسکلت و خون را تنظیم میکنند ولی طرز عمل آن بطور کامل و دقیق معلوم نیست فقط در موقع کمبود فسفر کلسیک یا منحصرأ کمبود فسفر غدد پاراتیروئید هجوم - الدمی شده و بر حجمشان اضافه میشود . ترشح این غدد که پاراتورمون Parathormon نامیده می شود کلسیم و فسفر خون را تنظیم می کند . سه نظریه عمل پاراتورمون را تشریح می نماید :

۱- تئوری کلیوی که بوسیله Albright et Brull بیان شده این مؤلفین حدیقی **Seuil Renal** برای کلیه نسبت بفسفات های خون قائلند در نتیجه برای جلوگیری از پائین آمدن فسفر خون از فسفات های اسکلت استفاده می شود و کلسیم آزاد شده برای ثابت نگاه داشتن کلسیم خون بکار میرود .

۲- **تئوری استخوانی Collip** عمل مهمی برای پاراتورمون قائل است و می گوید اثر این ارمون مستقیماً روی استخوان اولیه زیاد است زیرا پاراتورمون سبب تکثیر استئوکلاستها می شود و ۶ ساعت پس از تزریق این ارمون تکثیر سلولهای فوق شروع می شود که ماده استخوانی را هضم نموده و کلسیم را در خون آزاد می سازد .

۳- **تئوری کلسیم X (Ca x)** که بوسیله Gross و همکارانش بیان شده و پاراتورمون را مانند کاتالیزری در تشکیل کلسیم X مؤثر میدانند. کلسیم X ترکیب ثابتی از کلسیم و فسفر است که مقدار فسفرش زیاد و کلسیم آن کم بوده و سرعت بوسیله کلیه دفع میشود باین ترتیب در موقع کمبود ترشح پاراتورمون کلسیم X کمتر تشکیل میشود و فسفردار کم یا هیچ میگردد در نتیجه فسفاتهای خون زیاد میگردد در این موقع فسفر از راه روده بصورت $Ca_3(PO_4)_2$ که کلسیم آن زیاد است دفع میگردد و در اثر دفع زیاد بوسیله دستگاه گوارش هم جذب فسفو کلسیک کم شده و هم کلسیم کم میشود و در نتیجه فسفر خون زیاد میگردد. در موقع ازدیاد ترشح پاراتورمون عکس پدیده های فوق ظاهر میشود یعنی فسفر بمقدار زیاد از راه ادرار دفع شده و سبب جابجا شدن کلسیم اسکلت و وارد شدن آن در خون میگردد که توأم با علائم کم شدن شدید مواد معدنی است . خلاصه پاراتورمون با تنظیم دفع فسفر از راه کلیه و جابجا نمودن املاح کلسیم استخوان نسبت کلسیم بفسفر را در خون ثابت نگه میدارد .

روابط ارمونی دیگر که کمتر مؤثر میباشد عبارتند از:

- ۱- لب قدامی هیپوفیز - با ترشح پاراتیروستیمولین محرك پاراتیروئید است
- ۲- تیروئید - مکانیسم آن آهکی کردن استخوانها بوده و مقدار کلسیم خون را کم مینماید .

مشاهده نموده اند که تیروکسین سبب تشکیل سریع CaI استخوانی در شکستگیها و استخوانی شدن شدید میشود ولی طرز عمل آن معلوم نیست .

- ۳- عمل ویتامینهای A ، C و D - ویتامین D کلسیم را بخوبی در روی غلاف پروتئینی استخوان تثبیت میکند این عمل بوسیله فسفاتاز انجام میشود این ویتامین توأم با فسفر و کلسیم بهتر از موقعیکه تنها باشد مؤثر است.

ویتامین D با اغذیه وارد بدن گشته و نیز بوسیله اشعه UV روی ارگوسترول ساخته میشود متابولیسف و کلسیم از نظر جیره غذائی هم مورد توجه است ، درجیره غذائی که حاوی مقدار زیادی پتاسیم باشد بدن ناچار است زیادی پتاسیم را که سمی است دفع کند و چون حذف این ماده بصورت پیچیده بوده و توأم با حذف مقداری سدیم است اگر سدیم بمقدار کافی در غذا نباشد حیوان از ذخائر استخوانی بدن استفاده میکند برداشت سدیم که قسمت کمی از بافت استخوانی را تشکیل میدهد سبب تخریب قابل ملاحظه ای در این بافت میشود و مقدار زیادی فسفر و کلسیم آزاد میگردد. این پدیده بطوریکه بعداً خواهیم دید در موقع رژیم غذائی مخصوص (مانند چغندر) که پتاسیم زیاد دارد تظاهر میکند .

فصل دوم

احتیاجات گاو شیری: با وجود مطالعه زیادی که درباره تغذیه گاو

شیری بعمل آمده است .

تعیین مواد مورد احتیاج هنوز مسئله بسیار پیچیده ای است . اگر درجیره گاو که محصول زیادی تولید میکند مواد معدنی مورد احتیاج بدن تأمین نگردد اختلالات فسفو کلسیک ظاهر شده که عبارتند از :
اختلال در ترشح شیر ، اختلال گوارش ، اختلالات تناسلی و تولید گوساله های ضعیف و کاشکتیک .

تأمین احتیاجات مواد معدنی گاو شیری بسیار مشکل است زیرا عوامل متعددی در گوارش و جذب مواد غذائی موثر بوده و بستگی بنوع غذا ، مواد متشکله جیره غذائی و خود حیوان دارد .

۱- نوع غذا : مقدار فسفر و کلسیم که بصورت ترکیب آلی یا مواد معدنی در علوفه و قصیل تازه وجود دارد قابل جذب تر از علوفه خشک میباشد زیرا در مواقع خشکسالی ساقه و برگ گیاهان دارای سلولز زیاد بوده و بیشتر حوادث حاصله از کمبود فسفر و کلسیم بوجود میآید.

۲- قابلیت هضم مواد غذائی مربوط بتمام اجزائی است که جیره غذائی را تشکیل میدهند ممکنست اجزاء متشکله در هضم یکدیگر تأثیر داشته باشند

و جذب یکدیگر را آسان یا سخت نمایند به علاوه نسبت کلسیم و فسفر در جیره غذایی در هضم مواد دخالت دارند ممکنست نسبت $\frac{P}{Ca}$ از $\frac{1}{5}$ زیاد تر گشته بدون آنکه حیوان ناراحت شود بشرط آنکه ویتامین D زیادی در اختیار دام باشد. **Hinglais** نشان داده است که هر قدر نسبت کلسیم و فسفر از حد عادی زیادتر شود احتیاج ویتامین D بیشتر خواهد بود. **Jacquot** نشان داد که در جیره غذایی دودسته حیوان که نسبت $\frac{Ca}{P}$ عادی بود در یکدسته راشی تیسیم ایجاد شد و در دسته دیگر اختلالاتی مشاهده نشد برعکس در دوجیره که نسبت $\frac{Ca}{P}$ نامساویست ممکنست اثرات نامشابهی داشته باشند به علاوه نسبتهای مختلف از قبیل **K/Na** و **Ca/Mg** و **Ca/Na** و **Ca/Na** نیز در قابلیت هضم فسفر و کلسیم دخالت دارند. مقدار نسبت **K/Na** بخوبی معلوم نگردیده در حدود ۳ میباشد. در نسبت **Ca/Mg** بایستی دقت کافی مبذول گردد زیرا متابولیسم منیزیم شبیه کلسیم بوده اگر منیزیم زیاد باشد جانشین کلسیم میگردد.

۳- نوع حیوان : بخوبی روشن شده است که در یکدسته از حیوانات هم سن و هم وزن و هم نژاد که در یک اصطبل نگهداری میشوند و غذایشان هم یکی است عده ای اختلالات مربوط بمواد معدنی را ظاهر میسازد در صورتیکه عده دیگر کاملاً سالمند. قدرت جذب مواد مختلف در بعضی از حیوانات بهتر از دیگران بوده و مواد غذایی را کاملتر هضم و جذب مینماید. بنا بر این تعیین مقدار مواد معدنی لازم برای جیره نگهداری و بهره برداری از گاو شیری مشکل است. دانشمندان معتقدند که $\frac{1}{3}$ تا $\frac{1}{4}$ کلسیم غذا و کمی بیشتر فسفر جذب بدن میشود ولی نتایج تحقیقات آنان مشابه نیست. با استفاده از آخرین مطالعاتی که در این مورد شد: احتیاجات گاو شیری شرح داده میشود:

احتیاجات گاو شیری - احتیاجات گاو شیری موقعی تأمین میشود که مقدار کافی غذا وارد بدن گردد و شامل :

الف - جیره نگهداری حیوان - **Kellner** نشان داده است گاو ۱۵ ماهه با وزن ۴۵۵ کیلوگرم روزانه به $\frac{32}{5}$ گرم کلسیم و ۱۰ گرم فسفر احتیاج دارد.

Theiler برای نگاهداری همین گاو ۱۰ گرم فسفر $\frac{5}{86}$ گرم

کلسیم لازم میداند امروزه برای هر صد کیلو گرم وزن زنده حیوان ۵ گرم کلسیم و ۳ گرم فسفر در نظر میگیرند.

ب- رشد عادی جنین - مقدار مواد معدنی مورد لزوم جنین بسته به مراحل مختلف رشد متفاوت است. در ابتدای باروری که حجم جنین کم است احتیاجاتش کمتر از مراحل آخر باروری است. ۵ ماه بعد از جفتگیری تولید شیر بطور ناگهانی کم می شود در این موقع چون رشد جنین بیشتر میشود احتیاجاتش زیادتر می گردند زیرا اسکلت جنین در حال تشکیل شدن است و هر قدر برونش اضافه می شود احتیاج بفسفر و کلسیم بیشتر می گردد. اگر در جیره غذایی ما در مواد معدنی بمقدار کافی موجود نباشد ترشح این مواد بوسیله پستان گاو شیری کم می شود زیرا مقداری از مواد معدنی اغذیه جذب شده بمصرف جنین می رسد. در ابتدای آبستنی جنین به ۵ گرم کلسیم و ۴ گرم فسفر در اواخر باروری به ۳۰ گرم کلسیم و ۲۳ گرم فسفر احتیاج دارد. ج - تولید خوب و زیاد شیر: تحقیقات زیادی برای دانستن حداقل کلسیم و فسفر مورد لزوم برای تولید يك لیتر شیر بعمل آمده است. Granfield در انگلستان احتیاجات کلسیم را برای تولید مقادیر مختلف شیر جنین ذکر می کند:

۳۲ گرم کلسیم	۳/۵ لیتر شیر
» » ۱۱۷	» » ۱۳/۵
» » ۱۴۲	» » ۱۸
» » ۱۹۲	» » ۲۶

بنظر Kellner برای تولید ۲۰ لیتر شیر در روز در ماده گاو با وزن ۱۰۰۰ کیلو گرم ۱۴۰ گرم اسید فسفریک و ۲۰۰ گرم کلسیم لازم است و اگر تولید شیر بیشتر شود احتیاج بفسفر و کلسیم زیادتر می گردد. امروزه معتقدند در هر کیلو شیر ۷ - ۶ گرم مواد معدنی وجود دارد که حاوی ۱/۵ گرم کلسیم و ۱/۲ گرم فسفر و ۱/۶ گرم کلرور دوسدیم می باشد. گاوی که در يك دوره شیرواری ۴۰۰۰ کیلو شیر می دهد ۶ کیلو کلسیم و ۴/۸ کیلو گرم فسفر از بدن بوسیله شیر رفع می کند این ارقام اهمیت کم شدن کلسیم بدن و میزان احتیاج زیاد گاو شیری را بکلسیم زیادتر از مقداری که دفع می شود