دانشکده دامپزشکی شماره پایان نامه: ۳۵۵

پایان نامه ی دکتری حرفه ای رشته ی دامپزشکی

تعیین غلظت فلزات مغذی و سمی در شیرخشک نوزادان، عرضه شده در بازار ایران

استاد راهنما:

دکتر سیّد سیاوش ساعی دهکردی

استاد مشاور:

دکتر عزیزاله فلّاح مهرجردی

پژوهشگر:

پویا شیروانی دهکردی

بهمن ماه ۱۳۹۱

دانشکده دامپزشکی

گروه بهداشت و کنترل کیفی موادّ غذایی

پایان نامه **آقای پویا شیروانی دهکردی** جهت اخذ درجه دکتری رشته دامپزشکی با عنوان **تعیین غلظت فلزات مغذی و سمی در شیرخشک نوزادان، عرضه شده در بازار ایران** در تاریخ **۱۳۹۱/۱۱/۱۶** با حضور هیأت داوران زیر بررسی و با رتبه / نمره ..... مورد تصویب نهایی قرار گرفت.

۱. استاد راهنمای پایان نامه

دکتر سیّد سیاوش ساعی دهکردی با مرتبه علمی استادیار **امضاء**

۲. استاد مشاور پایان نامه

دکتر عزیزاله فلّاح با مرتبه علمی استادیار **امضاء**

۳. استادان داور پایان نامه

دکتر محمّد رضا اصلانی با مرتبه علمی استاد **امضاء**

دکتر علی پرچمی با مرتبه علمی استادیار **امضاء**

مسؤولیت کلیه عقاید و نظراتی که در این پایان نامه آورده شده است به عهده نگارنده بوده و دانشکده دامپزشکی هیچ مسؤولیتی را در این زمینه تقبل نمی نماید.

دکتر سعید حبیبیان دهکردی
معاون پژوهشی و تحصیلات تکمیلی
دانشکده دامپزشکی

دکتر حسین نورانی
رئیس دانشکده دامپزشکی

کلیه حقوق مادی حاصله از نتایج مطالعات، ابتکارات و نوآوری های ناشی از تحقیق موضوع این پایان نامه متعلق به دانشگاه شهرکرد است.

تقدیم اثر:

تقدیم به ...

به حق است در این پیوست دو بیت گوناگون از شاعران ارجمند که مرحوم پدرم شادروان مهندس پرویز شیروانی که سراسر عمر گرانمایه ی خویش را در راه خداوند متعال و خدمت به خلقش (مانند حضور فعّال در طرح ریشه کنی فلج اطفال در استان چهارمحال و بختیاری) با افتخار و سربلند گذراند؛ برگزید، به رشته ی تحریر درآورم.

سبو وقتی تهی باشد جدا پیمانه می گردد
به وقت تنگدستی آشنا بیگانه می گردد

هزار چراغ روشن شود از فتیله ای
یک ناخلف بس است برای قبیله ای

روحش شاد و یادش گرامی

تقدیر و تشکّر:

از زحمات کارکنان محترم درمانگاه دامپزشکی دانشگاه؛ آقایان مهندس صفرپور، موسوی، عبدی، کیانی، کبیری و همسرشان سرکار خانم یکتنه، خانم ها صفرپور و یوسفی صمیمانه کمال تشکّر و قدردانی را دارم. برای ایشان و خانواده های محترمشان از درگاه پروردگار متعال آرزوی بهترین ها را مستدعی ام. از ایشان خواهشمندم اینجانب را به بزرگواری حلال نمایند.

چکیده

امروزه از شیرخشک به عنوان یکی از جایگزین های مناسب برای شیر مادر یاد می کنند. این واقعیت از آنجا سرچشمه می گیرد که با صنعتی شدن جوامع، شیر مادر به تنهایی برآورنده ی نیازهای تغذیه ای نوزادان نمی باشد. این مطالعه با هدف بررسی و اندازه گیری غلظت های عناصر سمی و تغذیه ای گوناگون شامل آرسنیک، جیوه، کادمیوم، سرب، کروم، سلنیوم، مولیبدن، آهن، آلومینیوم، مس، روی، منگنز، منیزیوم و کلسیم در برچسب های گوناگون شیرخشک عرضه شده در بازار ایران انجام پذیرفت. برای آنالیز هریک از عناصر یاد شده از تکنیک پلاسمای زوج شده ی القایی/طیف سنجی نشر نوری بهره گرفته شد. در بین عناصر اندازه گیری شده، کلسیم پرمقدارترین (بالاترین غلظت ۱۱۵/۰۵ ± ۵۱۲۹ میکروگرم به ازای گرم) عنصر بود. هم چنین عناصری مانند کادمیوم (پایین ترین غلظت ۰/۰۰۰۲ ± ۰/۰۰۲ میکروگرم به ازای گرم)، جیوه (پایین ترین غلظت ۰/۰۰۵ ± ۰/۰۱۹ میکروگرم به ازای گرم) و سرب (پایین‌ترین غلظت ۰/۰۰۱ ± ۰/۰۰۶ میکروگرم به ازای گرم) دارای کمترین مقادیر اندازه گیری شده بودند. در بین پودرهای فرموله ی آغازگر، پس از ۶ ماهگی، پس از ۱۲ ماهگی و ۲ تا ۱۰ سالگی؛ اختلافات معنی دار ($P<0/05$) در غلظت عناصری مانند کلسیم، منیزیوم و منگنز مشاهده شد. در مورد سایر فلزات اختلاف معنی داری وجود نداشت. تفاوت غلظت عنصر منگنز بین پودرهای دارای پایه ی شیر و پودرهای دارای پایه ی سویا، معنی دار بود ($P<0/05$). همچنین، تفاوت های موجود در غلظت های سایر عناصر در پودرهای فرموله ی دارای پایه ی شیر و پودرهای فرموله‌ی دارای پایه ی سویا معنی دار نبود. تفاوت موجود در غلظت عناصر اعم از سمی و غیر سمی، بازتاب دهنده ی نوع ماده‌ی اولیه ی به کار گرفته شده برای تولید پودرهای فرموله ی نوزادان، مراحل پروسسینگ یا فرآوری و نوع بسته‌بندی به کار گرفته شده می باشد. در استانداردهای بین المللی، حداکثر میزان مجاز فلزات سمی تنها برای ۲ عنصر سرب و کادمیوم به ترتیب برابر با ۰/۰۲ میکروگرم در گرم و ۰/۰۱ میکروگرم در گرم ارا ئه‌شده است. بررسی نتایج پژوهش اخیر نشان می دهد، مقادیر سرب و کادمیوم به ترتیب در ۹ و ۱۴ عدد از نمونه های شیرخشک عرضه شده در بازار ایران بیشتر از حداکثر میزان های مجاز یاد شده می باشد. همچنین، ۳۱ و ۲۶ نمونه به ترتیب از نظر غلظت های سرب و کادمیوم در محدوده ی مجاز قانونی قرار داشتند. لازم به ذکر است، اکثریت غلظت های به دست آمده مربوط به عناصر تغذیه ای، در محدوده ی مجاز استاندارد قرار داشتند. با توجه به آنکه تعیین سطوح عناصر از دو دیدگاه تغذیه ای و سمی دارای اهمیت فراوانی می باشد؛ لذا بررسی های منظم پودرهای فرموله شده ی نوزادان برای آگاهی از وضعیت عناصر یاد شده امری ضروری و اجتناب ناپذیر می باشد.

واژگان کلیدی: پودر فرموله ی نوزادان، عناصر تغذیه ای، عناصر سمی، تکنیک پلاسمای زوج شده ی القایی/طیف سنجی نشر نوری، حداکثر میزان مجاز

فهرست مطالب

عنوان شماره صفحه

فصل اوّل- مقدمه ---------- ۶

فصل دوم- کلیات ---------- ۱۱

۲-۱ شیر و فرآورده های آن ---------- ۱۱
۲-۱-۱ شیرخشک ---------- ۱۱
۲-۱-۱-۱ خشک کردن شیر روی استوانه ها (روش استوانه یا غلطک)---------- ۱۲
۲-۱-۱-۲ خشک کردن شیر به وسیله ی پاشیدن (روش اسپری) ---------- ۱۲
۲-۱-۱-۳ انواع شیرخشک ---------- ۱۳
۲-۲ فلزات سنگین ---------- ۱۷
۲-۲-۱ آلومینیوم ---------- ۱۷
۲-۲-۲ کلسیم ---------- ۱۸
۲-۲-۳ منیزیم ---------- ۱۹
۲-۲-۴ سلنیوم ---------- ۲۰
۲-۲-۵ آهن---------- ۲۱
۲-۲-۶ مس---------- ۲۲
۲-۲-۷ روی ---------- ۲۴
۲-۲-۸ منگنز ---------- ۲۵
۲-۲-۹ مولیبدن ---------- ۲۶
۲-۲-۱۰ کروم---------- ۲۷
۲-۲-۱۱ کادمیم---------- ۲۸
۲-۲-۱۲ جیوه ---------- ۲۹
۲-۲-۱۳ آرسنیک---------- ۳۰
۲-۲-۱۴ سرب ---------- ۳۰
۲-۳ قوانین مواد معدنی موجود در مواد غذایی ---------- ۳۱
۲-۴ روش های آنالیز فلزات سنگین---------- ۳۲
۲-۴-۱ طیف سنجی جذب اتمی ((Atomic Absorption Spectrometry (AAS): ----------۳۲
۲-۴-۱-۱ شرح مختصر روش (اساس فیزیکی) ---------- ۳۴
۲-۴-۱-۲ کاربردها ---------- ۳۴
۲-۴-۱-۳ اشعه ی ورودی ---------- ۳۴
۲-۴-۱-۴ اشعه ی خروجی---------- ۳۴
۲-۴-۱-۵ نوع پردازش خروجی ---------- ۳۴
۲-۴-۱-۶ تنوع دستگاهی ---------- ۳۴

۲-۴-۱-۷ نوع ماده ---------- ۳۵
۲-۴-۱-۸ شکل، مقدار یا اندازه ی ماده ---------- ۳۵
۲-۴-۱-۹ مدت زمان آزمایش ---------- ۳۵
۲-۴-۱-۱۰ دقت ---------- ۳۵
۲-۴-۲ طیف سنجی پلاسمای جفت شده ی القایی (Inductively Coupled Plasma (ICP-S)) Spectrometry: ---------- ۳۵
۲-۴-۳ پلاسمای جفت شده ی القایی (Inductively Coupled Plasma (ICP)): ---------- ۳۵
۲-۴-۴ طیف سنجی نوری بر اساس نشر نور و برانگیختگی به کمک پلاسما ---------- ۳۶
۲-۴-۵ طیف سنجی نشر نوری پلاسمای جفت شده ی القایی (Inductively Coupled Plasma (ICP-OES)) Optical Emission Spectrometry: ---------- ۴۱
۲-۴-۵-۱ کاربردهای اصلی ---------- ۴۲
۲-۴-۵-۲ حوزه های کاربرد ---------- ۴۲
۲-۴-۵-۳ پرتوی ورودی ---------- ۴۲
۲-۴-۵-۴ پرتوی خروجی ---------- ۴۲
۲-۴-۵-۵ نوع پردازش خروجی ---------- ۴۳
۲-۴-۵-۶ تنوع دستگاهی ---------- ۴۳
۲-۴-۵-۷ نوع ماده ---------- ۴۳
۲-۴-۵-۸ شکل، مقدار و اندازه ی ماده ---------- ۴۳
۲-۴-۵-۹ روش آماده سازی نمونه ---------- ۴۳
۲-۴-۵-۱۰ مدت زمان آزمایش ---------- ۴۳
۲-۴-۵-۱۱ حد تشخیص ---------- ۴۴
۲-۴-۵-۱۲ هزینه ی دستگاه ---------- ۴۴
۲-۴-۶ طیف سنجی جرمی پلاسمای جفت شده ی القایی (Inductively Coupled Plasma (ICP-MS)) Mass Spectrometry: ---------- ۴۴

فصل سوم- مواد و روش کار ---------- ۴۵

۳-۱ مواد ---------- ۴۵
۳-۲ روش کار ---------- ۴۶
۳-۲-۱ جمع آوری نمونه ها ---------- ۴۶
۳-۲-۲ آماده سازی و هضم نمونه ها ---------- ۴۶
۳-۲-۳ شرایط کار و تنظیمات دستگاه ICP-OES ---------- ۴۶
۳-۲-۴ آنالیز آماری ---------- ۶۲

فصل چهارم- نتایج ---------- ۶۳

۴-۱ غلظت عناصر آنالیز شده در نمونه های شیرخشک عرضه شده در بازار ایران براساس برچسب ---------- ۶۳

۴-۲ غلظت عناصر آنالیز شده در نمونه های شیرخشک عرضه شده در بازار ایران براساس زمان مصرف و پایه ی شیر یا سویا و غلظت های کلی عناصر در تمامی انواع شیرخشک ---------- ۶۳

فصل پنجم- بحث ---------- ۷۹

منابع ---------- ۸۶

فهرست جدول ها

عنوان شماره صفحه

جدول ۲-۱: محدوده ی مجاز مواد معدنی در صد کیلوکالری شیرخشک ---------- ۳۲
جدول ۳-۱: پارامترهای ابزاری دستگاه ICP-OES و طول موج های استفاده شده برای اندازه گیری عناصر در نمونه‌های شیرخشک---------- ۴۷
جدول ۴-۱: اطلاعات و ویژگی های مربوط به نمونه های آنالیز شده شیرخشک موجود در بازار ایران ----------۶۴
جدول ۴-۱: اطلاعات و ویژگی های مربوط به نمونه های آنالیز شده ی شیرخشک موجود در بازار ایران (ادامه) -۶۵
جدول ۴-۲: غلظت عناصر آنالیز شده (میکروگرم در گرم) در شیرخشک NAN (میانگین ± انحراف معیار) ----۶۶
جدول ۴-۳: غلظت عناصر آنالیز شده (میکروگرم در گرم) در شیرخشک Aptamil (میانگین ± انحراف معیار) -۶۷
جدول ۴-۴: غلظت عناصر آنالیز شده (میکروگرم در گرم) در شیر خشک Biomil (میانگین ± انحراف معیار) -۶۸
جدول ۴-۵: غلظت عناصر آنالیز شده (میکروگرم در گرم) در شیرخشک Similac (میانگین ± انحراف معیار) -۶۹
جدول ۴-۶: غلظت عناصر آنالیز شده (میکروگرم در گرم) در شیرخشک Bebelac (میانگین ± انحراف معیار)-۷۰
جدول ۴-۶: غلظت عناصر آنالیز شده (میکروگرم در گرم) در شیرخشک Bebelac (میانگین ± انحراف معیار) (ادامه) ---------- ۷۱
جدول ۴-۷: غلظت عناصر آنالیز شده (میکروگرم در گرم) در شیرخشک SMA (میانگین ± انحراف معیار) ---۷۲
جدول ۴-۸: غلظت عناصر آنالیز شده (میکروگرم در گرم) در شیرخشک Humana (میانگین ± انحراف معیار)-۷۳
جدول ۴-۹: غلظت عناصر آنالیز شده (میکروگرم در گرم) در شیرخشک Guigoz (میانگین ± انحراف معیار)--۷۴
جدول ۴-۱۰: غلظت عناصر آنالیز شده (میکروگرم در گرم) در شیرخشک های Isomil 1، AL-110 و یارانه ای (میانگین ± انحراف معیار) ---------- ۷۵
جدول ۴-۱۱: غلظت عناصر گوناگون (میکروگرم در گرم) در انواع شیرخشک براساس زمان مصرف و پایه ی شیر یا سویا (میانگین ± انحراف معیار) ---------- ۷۶
جدول ۴-۱۱: غلظت عناصر گوناگون (میکروگرم در گرم) در انواع شیرخشک براساس زمان مصرف و پایه ی شیر یا سویا (میانگین ± انحراف معیار) (ادامه) ---------- ۷۷

فهرست شکل ها

عنوان شماره صفحه

شکل ۲-۱: برگشت امواج تابیده از اتم در حالت برانگیخته ---------- ۳۶
شکل ۲-۲: مشعل پلاسما در دستگاه ICP---------- ۳۷
شکل ۲-۳: مسیر نمونه تا رسیدن به گسیل نور ---------- ۳۸
شکل ۲-۴: نمونه ای شماتیک از اجزای دستگاه ICP ---------- ۴۰
شکل ۲-۵: نمودارهای حاصل از دستگاه ICP ---------- ۴۱
شکل ۲-۶: نمودارهای پردازش خروجی دستگاه ICP ---------- ۴۳
شکل۳-۱: گراف مربوط به عنصر آرسنیک در یک نمونه ی معین ---------- ۴۸
شکل ۳-۲: گراف مربوط به عنصر کادمیوم در یک نمونه ی معین ---------- ۴۹
شکل ۳-۳: گراف مربوط به عنصر کروم در یک نمونه ی معین ---------- ۵۰
شکل ۳-۴: گراف مربوط به عنصر جیوه در یک نمونه ی معین ---------- ۵۱
شکل ۳-۵: گراف مربوط به عنصر سرب در یک نمونه ی معین ---------- ۵۲
شکل ۳-۶: گراف مربوط به عنصر مولیبدن در یک نمونه ی معین ---------- ۵۳
شکل ۳-۷: گراف مربوط به عنصر منگنز در یک نمونه ی معین ---------- ۵۴
شکل ۳-۸: گراف مربوط به عنصر منیزیوم در یک نمونه ی معین ---------- ۵۵
شکل ۳-۹: گراف مربوط به عنصر سلنیوم در یک نمونه ی معین ---------- ۵۶
شکل ۳-۱۰: گراف مربوط به عنصر آلومینیوم در یک نمونه ی معین ---------- ۵۷
شکل ۳-۱۱: گراف مربوط به عنصر کلسیم در یک نمونه ی معین ---------- ۵۸
شکل ۳-۱۲: گراف مربوط به عنصر آهن در یک نمونه ی معین ---------- ۵۹
شکل ۳-۱۳: گراف مربوط به عنصر مس در یک نمونه ی معین ---------- ۶۰
شکل ۳-۱۴: گراف مربوط به عنصر روی در یک نمونه ی معین ---------- ۶۱
شکل ۴-۱: غلظت کلی عناصر پرمقدار آنالیز شده در نمونه های شیرخشک عرضه شده در بازار ایران ---------- ۷۸
شکل ۴-۲: غلظت کلی عناصر کم مقدار آنالیز شده در نمونه های شیرخشک عرضه شده در بازار ایران ---------- ۷۸

فصل اوّل

مقدمه

در رژیم غذایی کودکان و به طور کلی هر انسانی، باید ۱۵ ماده ی معدنی متفاوت وجود داشته باشند. این ۱۵ ماده ی معدنی شامل کلسیم، آهن، روی، سلنیوم، منیزیم، پتاسیم، ید، کروم، سدیم، فسفر، مس، فلوئور، منگنز، کبالت و سولفور می باشند. سه عملکرد عمده ی مواد معدنی در بدن عبارتند از:

الف- جزئی از ساختمان بدن می باشند (به عنوان مثال کلسیم جزءِ اصلی استخوان می باشد).

ب- تعادل مایعات بدن را کنترل می نمایند.

ج- تنظیم تمامی اعمال بدن در دستگاه های عصبی، گردش خون، گوارشی و غیره را به عهده دارند [۱].

املاح معدنی، در فعل و انفعالات شیمیایی بدن نقش مهمی ایفا می کنند و در تحریک ماهیچه و انعقاد خون مؤثر می باشند. این املاح، اسیدهای متشکله در بدن را خنثی و بی اثر می سازند. بین فشار مایعات و یاخته‌های بدن تعادل برقرار می کنند. مواد غذایی معدنی در غلات تصفیه نشده، میوه ها، سبزی ها، لبنیات و غذاهای دریایی انتشار وسیع دارند، ولی مقدارشان در این غذاها جزئی است، از این رو برای دریافت مقدار مورد احتیاج بایستی مقدار کافی غذای متنوع مصرف شود. عملیات تهیه ی غذا سبب اتلاف مقدار قابل توجهی از این مواد می‌شود [۶۴،۱۰۲]. مواد معدنی پس از جذب به صورت ترکیب با آلبومین یا پروتئین های ناقل اختصاصی در خون جابجا می شوند. این مواد ممکن است در کبد و سایر بافتها همراه با پروتئین اختصاصی خود ذخیره شوند. تقریباً تمام مواد معدنی ممکن است در بدن به میزان سمی انباشته شوند و چون معمولاً میزان دریافت مواد معدنی در موقع جذب کنترل می شود، مسمومیت از این مواد غالباً نتیجه ی اختلال در تنظیم جذب می باشد. مواد معدنی به طور عمده در اسکلت و دندان ها وجود دارند. مقداری از آن‌ها هم در مایعات خارج سلولی و داخل سلول های بدن وجود دارند. آن ها موجب فعالیت بسیاری از آنزیم‌ها می شوند. همچنین باعث حفظ تعادل اسید و باز بدن و تحریک پذیری عصبی و عضلانی می شوند و در پدیده ی رشد به طور مستقیم (منیزیم، کلسیم و فسفر) یا غیر مستقیم (ید و روی) مؤثرند [۱۱،۶۰،۷۱].

کودکان برای رشد و نمو و سلامتی‌شان، به مقادیر کافی از مواد معدنی نیاز دارند. مواد معدنی تقریباً در تمامی غذاها و نوشیدنی ها حتی در آب نیز وجود دارند، اما بعضی از رژیم های غذایی، ممکن است در مورد برخی از

موارد یاد شده کمبودهایی داشته باشند. جذب مواد معدنی موجود در غذاها نسبت به مواد معدنی مکمل ها بهتر است. کمبود برخی از مواد مغذی در بدن بسیار نادر است زیرا به میزان بالایی در غذاها وجود دارند، همچنین نیاز بدن به آن ها بسیار کم می باشد. از آنجایی که مقادیر بالای مواد معدنی در بدن سمی می‌باشد، نباید میزان مواد معدنی در رژیم غذایی بسیار بالا باشد. مواد معدنی مانند سایر مواد مغذی بر زندگی، سلامت و بهبودی بعضی از بیماری ها مؤثر هستند. مواد معدنی و ویتامین ها از دسته ی ریزمغذی ها هستند، یعنی بدن حاوی مقدار اندکی از آن ها است و به مقدار جزئی از آن ها نیاز دارد و لازم است از طریق غذا به بدن برسند. حدود ۴ تا ۵ درصد از وزن بدن را مواد معدنی تشکیل می دهند [۱،۴،۶۲].

مواد معدنی براساس میزان نیازشان در بدن به دو دسته ی ماکرومینرال ها (Macrominerals) که نیاز روزانه‌ی بدن به آن ها بیش از ۱۰۰ میلی گرم است و میکرومینرال ها (Microminerals) یا عناصر کمیاب که نیاز روزانه ی بدن به آن ها کمتر از ۱۵ میلی گرم است، تقسیم می شوند. دسته ی دیگری نیز وجود دارد که به نام عناصر بسیار کمیاب شناخته می شوند و نیاز روزانه ی آن ها در حد میکروگرم است. از جمله ی این عناصر کمیاب ید، سلنیوم، منگنز، مولیبدن، کروم و ... را می توان نام برد. همه ی این عناصر نقش های بسیار حیاتی در بدن دارند، در حالی که به مقدار بسیار کم در بدن یافت می شوند [۲۹،۴۲]. براساس برخی منابع تقسیم بندی آن ها به شرح زیر است:

الف- عناصر معدنی فراوان مقدار یا ماکرو المان ها (Macro Elements) که به نسبت بیش از ۰/۰۰۵ ٪ در بدن وجود دارند و روزانه بیش از ۱۰۰ میلی گرم از آن ها مورد نیاز است، مانند کلسیم و فسفر.

ب- عناصر معدنی کم مقدار یا میکرو المان ها (Micro Elements) که کمتر از ۰/۰۰۵ ٪ وزن بدن را تشکیل می دهند، مانند آهن، روی و ید.

ج- عناصری که با وجود شرکت بعضی از آن ها در فعالیت های بیولوژیک بدن، نمی توان آن ها را به عنوان عناصر معدنی ضروری قلم داد کرد، مانند وانادیم و فلوئور.

د- عناصری که تاکنون هیچ فعالیت بیولوژیکی برای آن ها شناخته نشده است، ولی در بافت های بدن به مقادیر کم یافت می شوند، مانند طلا و سرب که ممکن است بیشتر به واسطه ی آلودگی محیط به درون بافت‌های بدن راه یافته باشند [۷۱،۷۸]. بین ماکرو المان ها و میکرو المان ها از نظر اهمیت هیچ تفاوتی وجود ندارد. مقیاس اندازه گیری مواد معدنی در مواد غذایی، میلی گرم (mg) یا میکروگرم (µg) است. مواد معدنی در تمام مواد غذایی به استثنای موادی که بسیار تصفیه شده اند، وجود دارند. یکی از خواص مواد معدنی این است که به یکدیگر تبدیل نمی شوند. pH محیط اطراف بر قابلیت حل آن ها مؤثر است. به عنوان مثال، کلسیم و آهن در اسیدها محلول ترند تا بازها. این نکته در هضم و جذب آن ها در معده و روده اهمیت ویژه‌ای دارد. مواد معدنی انرژی تولید نمی کنند، اما در تمام مسیر متابولیسم مواد مغذی، ویتامین ها و حتی خودشان شرکت دارند [۶۰،۹۵].

به طور کلی فلزات سنگین را می توان به دو گروه سمی و غیر سمی تقسیم بندی نمود. فلزاتی از قبیل سرب، کادمیوم و جیوه صرف نظر از اینکه در غلظت های پایین یا بالا وارد بدن شخص مصرف کننده شوند، سمی خواهند بود. دسته ای دیگر از فلزات سنگین به عنوان فلزات ضروری برای رشد و یا فعالیت های متابولیکی بدن به شمار می روند که از آن جمله می توان به مس، روی، منیزیوم، آلومینیوم و ... اشاره نمود. لازم به ذکر است علی رغم این که فلزات مذکور در غلظت های پایین برای بدن ضروری هستند، اما افزایش آن ها به

میزان بیش از حد مجاز منجر به بروز عوارض سمی خواهد شد. آرسنیک به عنوان یک فلز سمی، سبب ایجاد انواع مختلف سرطان می گردد. جیوه بیشترین اثر مخرب خود را در سیستم عصبی ایجاد می نماید. فلزاتی مانند کادمیوم و سرب نیز علاوه بر سرطان زا بودن، عوارض مضر جدی را در اندام هایی نظیر کبد و کلیه ایجاد می نمایند [۱۱،۱۲].

در اسناد رسمی عبارت فلز سنگین برای توصیف گروه فلزات سمی استفاده می شود. این واژه پیش از اینکه علمی باشد، واژه ای عامیانه است. عبارت فلزات سنگین تنها باید در مورد فلزات با عدد اتمی ۲۰۰ یا بالاتر به کار رود که از آن جمله می توان به جیوه (۲۰۱)، تالیوم (۲۰۴)، سرب (۲۰۷) و بیسموت (۲۰۹) اشاره نمود. اما در عمل این واژه زمانی استفاده می شود که فلز وزن مخصوص مولکولی بالایی داشته باشد و همچنین جاذبه یا تمایل قوی به بافت های زنده از خود نشان داده و به کندی از بافت های زنده حذف شود. با این حال معمولاً آرسنیک، برلیوم، سلنیوم (شبه فلزات)، همچنین جیوه، کادمیوم و سرب را جزءِ فلزات سنگین محسوب می کنند که این نامگذاری بیشتر از آن که به وزن مخصوص مولکولی آن ها وابسته باشد به سمیتشان مربوط است [۳۸،۵۸،۹۴].

از نظر مؤسسه ی استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران در ارتباط با شیرخشک؛ خوراک شیرخوار، به فرآورده ای اطلاق می‌شود که پس از تغییرات لازم در ترکیب شیر گاو و سایر حیوانات حلال گوشت، برای تأمین نیازهای تغذیه ای شیرخواران سالم از شش ماهگی به بعد و کودکان از ۱۲ ماهگی تا ۳۶ ماهگی به صورت خوراک مایع به عنوان بخشی از رژیم غذایی شیرخوار همراه با غذاهای کمکی مورد استفاده قرار می گیرد و از این پس در استاندارد، خوراک شیرخوار خوانده می شود. شیرخوار سالم، به شیرخواری گفته می‌شود که کاملاً رسیده (گذراندن دوره ی جنینی ۴۲-۳۷ هفته) و سالم (عدم وجود بیماریهای متابولیکی یا مشکلات پزشکی یا رژیمی غیر معمول طبق نظر متخصص کودکان) و سن او از آغاز تولد تا ۱۲ ماهگی باشد. کودک به فردی گفته می شود که سن او بین ۱۲ تا ۳۶ ماه باشد [۹].

به سبب بالا بودن مقدار پروتئین و مواد معدنی در شیر گاو، نوزادان نمی توانند این شیر را تحمل کنند. ماهیت شیر گاو، برآمده از نیازهای رشدی گوساله هاست. بنابراین، برای آماده و متناسب کردن شیر گاو برای تغذیه ی نوزادان، باید تغییراتی در کیفیت آن داده شود. شیر بز، شیرهای شیرین و غلیظ شده و تبخیر شده، برای تغذیه ی کودکان مناسب نیستند. فرآورده های تغییر یافته ی شیر گاو که شیرخشک نامیده می شوند، برای اولین بار در سال ۱۹۳۱ به شکل تجاری در دسترس همگان قرار گرفتند [۱].

از سال ۱۹۸۰ به این سو، باید تولید شیرخشک ها از نظر کیفیت و ترکیب، برپایه ی استانداردهای اجباری انجام شود. شیرخشک ها از نظر کربوهیدرات شامل لاکتوز یا سوکروز، از نظر پروتئین شامل کازئین به عمل آمده از گرما و پروتئین های پنیری شیر گاو و از نظر چربی دارای روغن های نباتی هستند. بعضی شیرخشک‌ها هم از پروتئین سویا، ویژه ی نوزادانی تولید می شوند که نمی توانند لاکتوز یا دیگر پروتئین های موجود در شیر گاو را تحمل کنند. اگر کودکی نتواند شیرخشک حاوی سویا را هم تحمل کند، برای او شیرخشک هایی که پروتئین آن ها هیدرولیزه و به لیپیدها و اسیدهای آمینه تجزیه شده است تجویز می‌شود، مانند شیرخشک نوترامیژن. انواع دیگری از شیرخشک های مخصوص نیز در دسترس هستند که برای موارد ویژه ی پزشکی تولید می شوند. مهم این است که در برنامه ی تغذیه ی کودکان، شیرخشک غنی شده از آهن جای داشته باشد، مگر این که پزشک تجویز دیگری بکند [۱،۲،۶۲].

شیرخشک های دوره ی انتقالی برای نوزادان بزرگتر هم تولید می شوند. این شیرخشک ها برای نوزادان بزرگتر از ۶ ماه که آماده ی خوردن غذای جامد هستند و بعضی هم برای کودکانی که تازه راه افتاده اند، مناسب هستند. شیرخشک های دوره ی انتقالی، میزان چربی کمتری از شیر انسانی یا شیرخشک های استاندارد دارند، اما میزان آهن آن ها بیشتر از مقدار آهن شیر گاو است. این شیرخشک ها از نظر دارابودن دیگر مواد معدنی هم بیشتر شبیه شیر انسانی هستند تا شیر گاو. ترکیب اصلی در اکثر شیرخشک های امروزی شیر گاو است ولی شیر گاو قبل از استفاده در شیرخشک به میزان زیادی تغییر داده می شود. غلظت پروتئین ها در شیر معمولی گاو بالاست و هضم این پروتئین ها برای نوزاد بسیار سخت است. سازندگان شیرخشک برای حل این مشکل، کربوهیدرات (مواد قندی)، پروتئین و چربی شیر گاو را تغییر می دهند. همچنین انواع ویتامین و مواد معدنی از جمله اسید فولیک (ویتامین B12)، روی و آهن را که در شیر معمولی گاو میزان آنها کم است به آن می افزایند. تمام شیرخوارانی که کل تغذیه ی آنها از شیر مادر تأمین نمی شود، باید از شیرخشک دارای آهن اضافی تغذیه شوند [۱،۲،۷]. شیر انسان به گونه ای تولید می شود که دقیقاً مطابق با سیستم بدنی نوزاد است. لاکتوز یا قند شیر در شیر مادر بیشتر از شیر گاو است، چون آنزیم های هضم کننده ی لاکتوز در بدن نوزاد در حد بالغین است. چربی شیر مادر نیز بیشتر است. علاوه بر آن شیر مادر حاوی چربی هایی به نام چربی های ضروری (اسید لینولئیک) است که در شیر گاو خیلی کمتر است و وجود این چربی برای رشد نوزاد بسیار حیاتی است [۳].

پروتئین شیر انسان یک سوم شیر گاو است و این از مزیت های شیر انسان است، زیرا در ابتدای تولد، بدن نوزاد آنزیم های کافی برای هضم مقدار زیادی پروتئین را ندارد و کلیه ی او توان دفع مقدار زیادی مواد زائد ناشی از سوختن پروتئین را ندارد. در عین حال ترکیب اسیدهای آمینه (اجزای تشکیل دهنده ی پروتئین) در پروتئین شیر مادر به گونه ی خاصی است. مثلاً در بدن نوزاد سیستم تولید اسید آمینه ی سیستئین از متیونین کامل نشده و شیر مادر این حالت را جبران می کند، چون شیر مادر نسبت به شیر گاو سیستئین بیشتر و متیونین کمتری دارد و یا اینکه نوع پروتئین شیر مادر به گونه ای است که به سرعت تبدیل به لخته‌های قابل هضم می شود تا سریعاً در بدن نوزاد هضم و جذب شود، ولی این خاصیت در شیر گاو کمتر است. از نظر املاح، شیر مادر نسبت به شیر گاو حاوی آهن کمتری است، ولی نکته ی بسیار جالب این است که این آهن در یک پوشش پروتئینی قرار دارد که جذب آن را چند برابر می کند؛ در نتیجه هم آهن از دسترس باکتری ها که قصد استفاده از آن را دارند خارج می شود و هم جذب آن چند برابر جذب آهن شیر گاو می شود. از نظر املاح، شیر مادر تأمین کننده ی تمام نیازهای نوزاد تا ۶ ماهگی است. یکی از مزایای بسیار مهم شیر مادر وجود مواد ضد میکروبی فراوان است [۲،۴،۵].

در شیر مادر موادی موجود است که از رشد میکروارگانیسم ها در روده ی نوزاد جلوگیری می کند و یا جذب بدن نوزاد شده و مقاومت بدن کودک را افزایش می دهد. از این رو کودکی که منحصراً با شیر مادر تغذیه شده، به ندرت امکان دارد تا شروع تغذیه ی تکمیلی دچار اسهال یا دیگر بیماری های میکروبی شود. این فاکتورها (مثل ایمونوگلوبولین ها) یا در شیر گاو خیلی کمتر از شیر مادر است و یا اصلاً وجود ندارد، بنابراین شیر مادر هم از نظر غذایی برای کودک بهتر است و هم از نظر حفظ ایمنی بدن [۲].

لازم به ذکر است تاکنون هیچ گونه تحقیق جامعی در خصوص بررسی غلظت فلزات مورد آزمایش در این پژوهش و هم چنین میزان دریافت فلزات سنگین متعاقب مصرف شیرخشک در نوزادان ایرانی در کشور انجام

نشده است. هم چنین نمی توان نتایج به دست آمده توسط محققین سایر کشورها در خصوص غلظت فلزات سنگین شیرهای خشک عرضه شده در آن کشورها را به ایران تعمیم داد. لذا امید است انجام این پژوهش برای اولین بار اطلاعات مناسبی را در اختیار جامعه ی مصرف کننده در ایران قرار دهد.

فصل دوم

کلیات

۲-۱ شیر و فرآورده های آن:

امروزه از فرآورده های شیر شامل شیرخشک، دوغ، پنیر، کشک و غیره به شکل گسترده ای برای فراهم آوردن نیازهای تغذیه ای انسان استفاده می شود [۸]. شیر و فرآورده های آن، منبعی بسیار مناسب از مواد معدنی، ویتامین های محلول در آب و چربی و اسیدهای چرب غیر اشباع می باشند [۲،۸].

۲-۱-۱ شیرخشک:

بهترین غذا برای شیرخواران، شیر مادر است که از بزرگ ترین موهبت های الهی است. ترانسفرین موجود در شیر مادر باعث جذب بیشتر آهن و لاکتوفرین موجود در آن باعث جلوگیری از فعالیت باکتری ها می گردد [۵].

مرگ و میر در میان شیرخشک خواران به علت اسهال ۱۸ و به علت پنومونی ۴ برابر بیشتر است. مادرانی که به دلایل مختلف و یا بعضی از بیماری ها توانایی شیردادن را ندارند ، مجبور به دادن شیرخشک های مصنوعی یا فرمولا هستند که بیشتر از شیر گاو تهیه می شوند. با توجه به سیستم های مجهزی که امروزه در زمینه ی تهیه ی شیرخشک در حال فعالیت هستند و تغییرات زیادی که روی آن انجام شده است، هنوز تفاوت های زیادی با شیر مادر دارد. براساس ماده یک قانون ترویج تغذیه با شیر مادر و حمایت از مادران در دوران شیردهی مصوب مجلس شورای اسلامی، ورود هر نوع شیرخشک و غذای کمکی شیرخوار، باید با رعایت قانون مقررات صادرات و واردات کشور صورت گیرد و شیرخشک بایستی فقط از طریق داروخانه ها توزیع شود [۱،۲،۴].

هم اکنون انواع وارداتی و داخلی شیرخشک در بازار موجود است که با قیمت های مختلفی در داروخانه ها ، برخی از مغازه ها و مراکز فروش به فروش می رسند که می توان به نان (NAN)، بیومیل (Biomil)، هومانا (Humana)، اس ام اِی گلد (SMA gold)، مولتی (Multi)، سیمیلاک (Similac)، ا یزومیل (Isomil) و

بیومیل سوی (Biomil SOY) اشاره کرد [۱،۴]. هشدار وزارت بهداشت به مصرف کنندگان شیرخشک در کشور توجه بیشتر به وجود برچسب فارسی بر روی قوطی شیرخشک است و شیرخشک های با این ویژگی جهت بررسی و آنالیز به آزمایشگاه ارسال و از نظر آلودگی میکروبی و شیمیایی و عدم وجود مواد رادیوا کتیو مورد تأیید قرار می گیرند. همچنین می توان به خرید شیرخشک ها از داروخانه ها تأکید کرد و هشدار داد که مراکز آزاد و سوپر مارکت ها اجازه ی توزیع شیرخشک را ندارند، چون بیشتر آنها قاچاق محسوب شده و آزمایشات لازم روی آنها انجام نشده است [۱،۷]. شیرخشک به عنوان یک محصول مهم تهیه شده از شیر خام، به عنوان جایگزین شیر مادر در تغذیه ی نوزادان و همچنین در صنایع شیرینی پزی مورد استفاده قرار می گیرد. با توجه به اینکه اجرام میکروبی در محیط بدون آب قادر به ازدیاد نیستند، چنانچه تقریباً تمامی آب شیر خارج گردد می توان آن را برای مدت های مدیدی نگهداری نمود. آب موجود در شیر را می توان با استفاده از روش های گوناگون خارج ساخته و شیرخشک تهیه نمود. روش های جدید خشک کردن شیر که از آغاز قرن حاضر متداول گردیده است، براساس دو روش عمده و مشخص زیر انجام می گیرد [۳]:

۲-۱-۱-۱ خشک کردن شیر روی استوانه ها (روش استوانه یا غلطک):

شیری که قبلاً گرم و گاهی متجانس (هموژنیزه) گردیده است به شکل پوسته ی نازکی روی سطح صاف استوانه های دوار که از داخل با بخار آب، گرم می شوند پخش و توزیع می گردد و به تدریج که شیر، خشک می شود ورقه ی شیرخشک به وسیله ی کاردک تیغه مانندی از روی استوانه تراشیده و جدا می گردد و سپس به شکل پودر درمی آید. پودر حاصل را شیرخشک کامل می نامند و چون حاوی ذرات چربی است، اغلب در تغذیه ی انسان مورد استفاده قرار می گیرد [۳،۵].

۲-۱-۱-۲ خشک کردن شیر به وسیله ی پاشیدن (روش اسپری):

در این روش شیر را پس از تغلیظ به اتاقک هائی که در آن هوای گرم جریان دارد به شکل ذرات ریز و گرد و غبار درمی آورند، به طوری که آب موجود در شیر تقریباً به طور آنی از ذرات میکروسکوپی آن متصاعد گردیده و شیر به شکل گرد فوق العاده ریز و نرم در ته اتاقک جمع آوری می شود. با توجه به اینکه روش غلطک و روش اسپری هریک ممکن است در مورد تمام انواع شیر مایع یا فرآورده های فرعی شیر که به شکل مایع هستند مورد استفاده قرار گیرد؛ بدین جهت در تجارت، انواع متعددی شیرخشک یا فرآورده های خشک شیر یافت می شوند [۳،۵]. براساس استفاده از شیر کامل یا شیر چربی گرفته شده، دو نوع شیرخشک تولید می شود که عبارتند از:

الف- شیرخشک کامل: از نظر تغذیه شیرخشک هائی که با روش استوانه به دست می آیند هم ارزش با شیرخشک های اسپری می باشند، ولی شیرخشک تولیدی به روش اسپری معمولاً بهتر از شیرخشک تولیدی به روش غلطک، در آب حل شده و به شکل شیر مایع درمی آید. چنانچه شیر کامل به روش های فوق خشک شود، پودر حاصل را شیرخشک کامل می نامند. فساد شیرخشک کامل غالباً در اثر اکسیداسیون چربی است که موجب ظاهرشدن طعم نامطبوع پیه در محصول می گردد. بدین جهت بعد از تهیه ی محصول، آن را در محیط گاز یا در خلاء در ظروف مخصوص بسته بندی می نمایند [۳،۵].

ب- شیرخشک بی چربی : چنانچه شیر پس چرخ را با روش های اسپری یا غلطک خشک نمایند، پودر حاصل شیرخشک بی چربی خواهد بود. تمام عناصر غذایی که در ماده ی خشک بدون چربی شیر موجود هستند، تقریباً دست نخورده در شیر پس چرخ باقی می مانند. شیرخشک بی چربی به مراتب ارزان تر از شیرخشک کامل بوده، زیرا شیر پس چرخ در حقیقت مازاد یا محصول فرعی تهیه ی کره یا خامه می باشد و نسبت به آن پایدارتر است؛ چون کمتر در معرض اکسیداسیون قرار می گیرد و تا هنگامی که از رطوبت محفوظ باشد نگهداری و حمل و نقل آن آسان تر است. چنانچه رطوبت از حد مناسب یعنی از ۵ درصد تجاوز نماید، شیرخشک بی چربی در مناطق گرمسیر و استوایی به سرعت فاسد شده و به سادگی غیر قابل مصرف می گردد [۳،۵].

با افزودن مقدار معین آب به شیرخشک بی چربی، مایعی حاصل می شود که اصطلاحاً آن را شیر بازساخته می نامند. معمولاً از این نوع شیر به عنوان شیر جانشین شونده در تغذیه استفاده می نمایند که شامل ۷۰ درصد شیرخشک بی چربی، ۲۰ درصد مواد چرب و ۱۰ درصد مواد گلوسیدی است [۲،۸].

مواد چرب برای شیرخشک بی چربی بهترین مکمل انرژی زا به شمار می رود، از چربی های گیاهی برای این منظور کمتر استفاده می شود ولی چربی های با منشأِ حیوانی (پیه نشخوارکنندگان - پیه خوک - چربی اسب) مناسب ترین منابع انرژی به حساب می آیند. گلوسیدها (گلوکز به حد اعتدال و نشاسته) می توانند میزان انرژی زائی مواد چربی را تکمیل نمایند. مقداری ویتامین A، D و E به عنوان مکمل ویتامینی به مخلوط اضافه می کنند. همچنین افزودن مقداری آنتی بیوتیک (مثلاً ترامایسین به میزان ۴۰ میلی گرم در هر کیلو غذای خشک) جهت پیشگیری از اسهال ضروری می باشد [۲،۴،۸].

۲-۱-۱-۳ انواع شیرخشک:

شیرهای موجود در بازار ۲ نوع می باشند؛ یکی شیرهای سازگار (Starter infant formulas) یا شیرهایی که از بدو تولد به شیرخوار می دهند و دیگری Follow up formulas، انواعی هستند که بعد از ۶ ماهگی مناسب می باشند. این تغییرات به دلیل تفاوت های تغذیه ای در ۶ ماهه ی اول و دوم بوجود می آیند. برای شیرخوارانی که می توانند لاکتوز را تحمل کنند شیر گاو مشکلی ایجاد نمی کند ، ولی برای شیرخوارانی که عدم تحمل به لاکتوز دارند شیرخشکی برپایه ی پروتئین سویا تهیه شده است. شیرخواران با وزن کم هنگام تولد باید از شیرخشک های مخصوص نوزادان نارس استفاده کنند. تفاوت آن با شیر سازگار در میزان انرژی به ازاءِ واحد گرم می‌باشد [۲،۳،۵].

الف- شیرخشک آغازگر نوزادان:

این شیرخشک ها را می توان از بدو تولد مورد مصرف قرار داد. این شیرخشک دارای ۴۰ درصد بخش جامد و ۶۰ درصد قسمت آبکی و اسیدهای چرب اشباع نشده است و برای رشد مغز، چشم و سیستم عصبی کودک مفید می باشد. در صورتی که کودک نیازهای تغذیه ای بیشتری داشته باشد ، از نوع دیگری از این شیرخشک استفاده می شود که دارای ۸۰ درصد بخش جامد و ۲۰ درصد قسمت آبکی است. البته این شیرخشک به مدت زمان بیشتری برای هضم نیاز دارد و کودک مدت بیشتری احساس سیری می کند [۱].