دانشگاه صنعتی اصفهان

دانشکده کشاورزی

بررسی ویژگی‌های فیزیکی و حسی شیر غنی شده با ویتامین D۳ ریزپوشینه شده

پایان نامه کارشناسی ارشد علوم و صنایع غذایی

سمانه یاری

اساتید راهنما

دکتر علی نصیرپور

دکتر میلاد فتحی

۱۳۹۳

دانشگاه صنعتی اصفهان

دانشکده مهندسی کشاورزی

پایان نامه کارشناسی ارشد رشته‌ی علوم و صنایع غذایی خانم سمانه یاری

تحت عنوان

بررسی ویژگی‌های فیزیکی و حسی شیر غنی شده با ویتامین D۳ ریزپوشینه شده

در تاریخ ۱۳۹۳/۵/۲۶ توسط کمیته‌ی تخصصی زیر مورد بررسی و تصویب نهایی قرار گرفت.

۱- استاد راهنمای پایان نامه	دکتر علی نصیرپور
۲- استاد راهنمای پایان نامه	دکتر میلاد فتحی
۳- استاد مشاور	دکتر جواد کرامت
۴- استاد داور	دکتر نفیسه سلطانی زاده
۵- استاد داور	دکتر امیرحسین مهدوی
سرپرست تحصیلات تکمیلی	دکتر محمد مهدی مجیدی

کلیه حقوق مادی مترتب بر نتایج مطالعات، ابتکارات و نوآوری‌های ناشی از تحقیق موضوع این پایان‌نامه متعلق به دانشگاه صنعتی اصفهان است.

تقدیم به

پدر و مادر دلسوز و فداکارم

خواهر و برادران مهربانم

و همسر عزیزم

ستایش خدای را که سخنوران در ستودن او بمانند و شمارندگان، شمردن نعمت‌های او ندانند و کوشندگان، حق او را گزاردن نتوانند. به پدر و مادر عزیزم به پاس قلب‌های بزرگشان که فریادرس است و گرمای امیدبخش وجودشان همواره بهترین پشتیبان من است و همسر مهربانم که در تمام طول تحصیل همراه و همگام من بود و مشکلات مسیر برایم تسهیل نمود صمیمانه ترین سپاس ها را تقدیم می‌کنم.

با سپاس فراوان از راهنمائی‌ها و زحمات استاتید محترم آقایان دکتر نصیرپور و دکتر فتحی که از ابتدای راه و در طی انجام این تحقیق، با راهنمائی‌های خود مرا در نگارش این اثر یاری نمودند. از آقای دکتر کرامت که زحمت مشاوره این پایان‌نامه را متقبل شدند کمال تشکر را دارم. از اساتید بزرگوار خانم دکتر سلطانی زاده و آقای دکتر مهدوی که زحمت بازخوانی و داوری این پایان‌نامه را برعهده داشتند کمال سپاس‌گذاری را دارم.

همچنین از کمک های بی شائبه آقایان مهندس نصری، فروهر وآقایان دهقانی، مولایی و کریمی سپاس‌گذاری می‌نمایم.

در پایان از تمام دوستان خوبم که به نحوی مرا در انجام این پژوهش یاری کردند صمیمانه تشکر می‌کنم.

چکیده

ویتامین D از ترکیبات استروئیدی با فعالیت ضد نرمی استخوان است. دو شکل طبیعی این ویتامین، ویتامین D۲ (Ergocalciferol) و ویتامین D۳ (Cholecalciferol) است. ویتامین D۳ غلظت سرمی ۲۵- هیدروکسی ویتامین D (متابولیت اصلی ویتامین D در بدن) را ۱/۷ برابر بیشتر از ویتامین D۲ افزایش می‌دهد. این ویتامین در تنظیم سطح کلسیم و فسفر در بدن، کاهش ابتلا به دیابت، بیماری‌های قلبی- عروقی و انواع سرطان نقش دارد. کمبود ویتامین D سبب بیماری راشیتیسم در کودکان و پوکی استخوان در بزرگسالان می‌گردد. این ویتامین بر اثر تابش اشعه UV خورشید به سطح پوست در بدن تولید می‌شود. به دلیل قرار گرفتن در عرض‌های جغرافیایی بالاتر از ۴۲ درجه، پیری، استفاده از ضد آفتاب، پیگمان-های تیره پوست و فصل زمستان، نور خورشید به مقدار کافی به سطح پوست نرسیده و نیاز به استفاده از مکمل‌های غذایی برای تأمین این ویتامین در بدن وجود دارد. به علت نبود مقدار کافی ویتامین در مواد غذایی مختلف، غنی سازی مواد غذایی با این ویتامین انجام می‌شود. شکل‌های مختلف این ویتامین در برابر عوامل محیطی ناپایدار بوده و تجزیه می‌گردند. هدف از انجام این تحقیق ریزپوشینه کردن ویتامین D۳ با روش توده‌ای شدن مرکب با استفاده از ژلاتین و صمغ عربی و افزودن به شیر و مقایسه آن با شیر دارای ویتامین D۳ کریستالی است. از طرح سطح پاسخ (RSM) به منظور تعیین نسبت‌های (ژلاتین، صمغ عربی، لاکتوز و مدت زمان اسیدی کردن) برای رسیدن به بالاترین راندمان ریزپوشینه کردن استفاده شد. در ابتدا ویتامین D۳ در روغن زیتون حل شد. محلول ۱۰ درصد وزنی- حجمی از ژلاتین و صمغ عربی تهیه گردید. لاکتوز در مابقی آب فرمولاسیون حل شد. روغن حاوی ویتامین در دور ۶۰۰۰rpm به مدت ۵ دقیقه هم زده شد و امولسیون W/O تشکیل شد. محلول صمغ عربی و سپس لاکتوز به امولسیون افزوده شد. pH ترکیب با توجه به مدت زمان اسیدی کردن با استفاده از اسید استیک ۱۰درصد به ۴ رسانده شد. ریزپوشینه‌ها در خشک کن انجمادی به مدت ۲۴ ساعت و در دمای ۴۵- درجه سانتی‌گراد خشک شدند. بررسی خصوصیات ظاهری ریزپوشینه‌ها با استفاده از میکروسکوپ نوری و الکترونی (SEM) انجام شد. ریزپوشینه‌های تولید شده دارای ظاهر کروی و سطوح صاف بودند. روغن ریزپوشینه‌ها با استفاده از هگزان استخراج شد و راندمان روغنی آن‌ها برآورد شد. میزان ویتامین موجود در ریزپوشینه‌ها با استفاده از روش اسپکتروفوتومتری برآورد شد. براساس نتایج حاصل مدل درجه دوم بهترین مدل برای توصیف راندمان ریزپوشانی کردن بود. با افزایش درصد وزنی صمغ عربی و ژلاتین ابتدا راندمان افزایش و سپس کاهش یافت. ریزپوشینه‌های دارای بالاترین راندمان به شیر اضافه شدند، هم چنین شیر غنی شده با پودر کریستالی ویتامین D۳ تولید شد. آزاد شدن ویتامین D۳ در طی زمان اندازه‌گیری شد. میزان ویتامین موجود در شیر غنی شده با ریزپوشینه‌ها در طی زمان افزایش و میزان ویتامین موجود در شیر غنی شده با پودر کریستالی در طول زمان کاهش یافت. رهایش ویتامین D۳ از ریزپوشینه‌ها در مدل سیستم آب برابر ۷/۴۵٪ بود. طبق این تحقیق دمای بالا و زمان کوتاه برای انجام فرآیند حرارتی شیر حاوی ریزپوشینه‌ها بهتر از روش دمای پایین و زمان طولانی است. اسیدیته شیر غنی شده با ریزپوشینه‌ها وشیرغنی شده با پودر ویتامین D۳ با افزایش زمان افزایش و pH آن‌ها کاهش یافت. ویسکوزیته شیر غنی شده با ریزپوشینه‌ها بیشتر از نمونه‌های شاهد و غنی شده با پودر کریستالی بود. در ارزیابی حسی در ویژگی‌های رنگ، طعم، بو و پذیرش کلی اختلاف معناداری بین نمونه‌های شیر غنی شده با ویتامین D۳ و شیر غنی نشده مشاهده نشد.

واژه‌های کلیدی: خصوصیات فیزیکی، ریزپوشینه کردن، شیر، غنی سازی، ویتامین D۳

فهرست مطالب

عنوان **صفحه**

فهرست مطالب.....هشت

چکیده.....۱

فصل اول: مقدمه و بررسی منابع

۱-۱- غذای فراسودمند.....۲

۱-۲- ویتامین D.....۴

۱-۲-۱- متابولسیم و نقش ویتامین D.....۶

۱-۲-۲- منابع ویتامین D.....۸

۱-۲-۳- پایداری ویتامین D.....۹

۱-۲-۴- غنی سازی ویتامین D در مواد غذایی.....۱۱

۱-۲-۵- غنی سازی ویتامین D در شیر.....۱۱

۱-۲-۶- روش افزودن ویتامین D به شیر.....۱۱

۱-۲-۷- بررسی پایداری ویتامینD در شیرغنی شده.....۱۲

۱-۲-۸- روش های اندازه‌گیری ویتامین D در مواد غذایی.....۱۳

۱-۳- ریزپوشینه کردن.....۱۴

۱-۴- توده ای شدن مرکب.....۱۶

۱-۴-۱- شکل‌گیری ریزپوشینه‌ها در روش توده‌ای شدن مرکب.....۱۷

۱-۴-۲- فاکتورهای مؤثر در توده‌ای شدن مرکب.....۱۹

۱-۴-۳- انتخاب مواد مناسب جهت دیواره ریزپوشینه ها.....۲۱

۱-۴-۴- ریزپوشانی کردن ویتامین D.....۲۲

۱-۵- اهمیت و ضرورت تحقیق.....۲۴

فصل دوم: مواد و روش ها

۲-۱- مواد مورد استفاده..... ۲۶

۲-۲-تجهیزات استفاده شده ۲۸

۲-۳- تولید ریزپوشینه ها..... ۲۹

۲-۳-۱- طراحی فرمولاسیون..... ۲۹

۲-۳-۲- حل کردن ویتامین D۳ در روغن زیتون..... ۲۹

۲-۳-۳- تهیه محلول و امولسیون..... ۲۹

۲-۳-۴- اندازه گیری راندمان ریزپوشینه کردن..... ۳۰

۲-۳-۵- بررسی اندازه و شکل ریزپوشینه ها..... ۳۰

۲-۳-۶- اندازه گیری ویتامینD۳ موجود در ریزپوشینه های تولید شده..... ۳۱

۲-۴- تولید شیر غنی شده با ریزپوشینه‌های حاوی ویتامین D۳..... ۳۱

۲-۴-۱- تولید شیر غنی شده با پودر ویتامین D۳..... ۳۱

۲-۴-۲- تولید مدل سیستم حاوی ریزپوشینه‌های ویتامین D۳..... ۳۲

۲-۵- آزمون های مقایسه ای شیر غنی شده با پودر میکروکپسول حاوی ویتامین D۳ و شیر حاوی پودر ویتامین D۳ و شیر شاهد..... ۳۲

۲-۵-۱- اندازه گیری pH..... ۳

۲-۵-۲- اندازه گیری اسیدیته..... ۳۲

۲-۵-۳- اندازه گیری ویسکوزیته ظاهری..... ۳۲

۲-۵-۴- آزمون رنگ..... ۳۲

۲-۵-۵- ارزیابی حسی..... ۳۳

۲-۵-۶- بررسی آزاد شدن ویتامینD۳ از میکروکپسول های اضافه شده به شیر درحین نگهداری..... ۳۳

۲-۶- آنالیز آماری نتایج..... ۳۴

فصل سوم: نتایج و بحث

۳-۱- ریزپوشینه کردن ویتامین D۳..... ۳۶

۳-۱-۱- فرمولاسیون خروجی از نرم افزار..... ۴۲

۳-۱-۲- مدل سازی راندمان ریزپوشینه کردن..... ۴۳

۳-۱-۳- اثر ترکیب فرمولاسیون در راندمان ریزپوشینه کردن..... ۴۵

۳-۱-۴- تعیین فرمولاسیون بهینه..... ۴۹

۳-۱-۵- اندازه گیری میزان ویتامین D۳ در ریزپوشینه‌های تولید شده با بالاترین راندمان..... ۴۹

۳-۲- بررسی خصوصیات فیزیکی و حسی شیر غنی شده..... ۵۰

۳-۲-۱- بررسی رهایش ویتامین D۳ از ریزپوشینه‌های افزوده شده به شیر..... ۵۰

۳-۲-۲- بررسی تغییرات ویتامین D۳ ریزپوشینه شده در مدل سیستم..... ۵۴

۳-۲-۳- بررسی روند تغییرات ویتامین D۳ در شیر غنی شده با پودر و شیر غنی شده با ریزپوشینه‌ها..... ۵۵

۳-۲-۴- بررسی تغییرات ویتامین D۳ در شیر حرارت دیده در دمای بالا..... ۵۶

۳-۲-۵- تغییرات pH و اسیدیته..... ۵۷

۳-۲-۶- تغییرات گرانروی ظاهری در طی نگهداری..... ۵۸

۳-۲-۷- تغییرات رنگ..... ۶۰

۳-۲-۸- بررسی خصوصیات حسی شیر غنی شده با استفاده از آزمون‌های مقایسه‌ای..... ۶۳

فصل چهارم: نتیجه‌گیری و پیشنهادات

۴-۱-نتیجه-
گیری..... ۶۶

۴-۲-پیشنهادات..... ۶۸

پیوست..... ۷۰

منابع..... ۷۲

چکیده انگلیسی.....۷۸

فصل اول
مقدمه و بررسی منابع

۱-۱- غذای فراسودمند

غذاهای فراسودمند[۱] به طور رسمی با عنوان FOSHU[۲] به معنای غذاهایی خاص برای سلامتی شناخته می‌شوند. این در حالی است که انیستیتو بین المللی علوم زندگی[۳] اروپا غذاهای فراسودمند را غذاهایی دارای ترکیبات فعال فیزیولویک دانسته که علاوه بر تأمین نیازهای اساسی بدن دارای تأثیرات مثبت بر سلامت انسان هستند. به عبارتی دیگر غذاها یا محصولات غذایی که با شعارهای سلامت بخش نشانه گذاری شده‌اند در دسته غذاهای فراسودمند قرار دارند. غذای فراسودمند می‌تواند غذایی طبیعی باشد یا اینکه غذایی باشد که ترکیبات سلامت بخش به آن اضافه شده و ترکیب مضر از آن خارج شده باشد. در این میان غذاهایی که یک یا چند ترکیب آن مورد اصلاح قرار گرفته است نیز جزء غذاهای فراسودمند محسوب می شوند[۱۲].

در گذشته متخصصان علوم‌غذایی به صورت سنتی بیشتر روی برقراری تعادل در رژیم غذایی تمرکز داشتند و یکی از راه‌های تأمین آن، دریافت میزان کافی از مواد مغذی و اجتناب از دریافت مواد برهم زننده تعادل در رژیم غذایی مثل مصرف زیاد چربی، کلسترول و نمک بود. اما مسئله‌ای که در حال حاضر بیشتر به آن پرداخته می‌شود، دریافت بهینه مواد مغذی، افزایش میانگین عمر و شناسایی اجزای با کیفیت

۱-Functional food

۲-Food For Specified Health Use

۳-Life Sicences

درترکیب غذایی است. اجزایی که وقتی به رژیم غذایی اضافه شوند بتوانند موجب کاهش بیماری‌ها و بالا بردن سطح سلامت شوند. استفاده از غذاهای عملگرا یکی از این راه‌هاست[۷۰].

غذاهای عملگرا برای اولین بار از اوایل دهه ۱۹۸۰ در ژاپن مورد استفاده قرار گرفتند. اما نکاتی سبب شده است تا این غذاها از آن زمان تا به امروز دارای رشد روز افزونی باشند. مطالعات جدید بر مبنای رابطه رژیم غذایی و جلوگیری از بیماری‌های سخت و مزمن یکی از آنهاست. از سوی دیگر، بالا رفتن سن افراد در کشورهای توسعه یافته و افزایش دلواپسی برای حفظ سلامت افراد مسن که بیشتر در معرض بیماری‌ها خصوصا سرطان، پوکی استخوان، دیابت، بیماری‌های قلبی و سکته قرار دارند نیز از دلایل دیگر است[۱۲].

البته افزایش تأکید روی سلامت جامعه و پیشگیری از بیماری‌ها و مقرر ساختن تکلیف فردی برای توجه به سلامت، افزایش آگاهی مصرف کنندگان، توجه به میزان دریافت مواد مغذی روزانه و پیشرفت دانش غذا و فناوری مربوط به آن نیز از دلایل دیگر است. با توجه به مسائل مطرح شده و به دلیل تقاضای روزافزون بازار برای غذاهای عملگرا، گستره بسیار وسیعی از این محصولات در بازار وجود دارد که شامل نوشیدنی‌های شیرین نظیر نوشابه‌های ورزشی و انرژی زا، غلات و غذای کودکان، غذاهای پخته شده، محصولات قنادی، محصولات لبنی به‌خصوص شیر، ماست و انواع محصولات لبنی تخمیری، ترکیبات پرچرب مالش پذیر، محصولات گوشتی و غذای حیوانات می‌شود.

غذاهای عملگرا دسته بندی‌های مختلفی دارند که در زیر به نمونه‌هایی از آن اشاره می‌شود:

- غنی‌سازی به‌وسیله ویتامین و املاح

در رابطه با محصولات غنی‌شده به وسیله ویتامین‌ها و املاح معدنی می‌توان از محصولات قنادی و نوشیدنی‌های میوه‌ای غنی‌شده با کلسیم یا شیر غنی‌شده با کلسیم، اسید فولیک و ویتامین D نام برد.

- کاهش کلسترول

برخی از مواد در جلوگیری از جذب کلسترول که یک عامل تهدیدکننده در بیماری‌های قلبی عروقی است، مؤثرند. این مواد شامل اسیدهای چرب امگا ۳ و استرول‌های گیاهی بوده که به‌وسیله آنها محصولات متنوع عملگرا طراحی شده است. محصولاتی مانند مارگارین حاوی استرهای اسید چرب گیاهی که برای کاهش جذب کلسترول طراحی شده یا تخم مرغ‌های غنی شده با امگا ۳ جزء این غذاها هستند.

- فیبرهای رژیمی

مصرف فیبرهای رژیمی یا همان ترکیبات غیرقابل هضم ساخته شده ازکربوهیدرات‌های دیواره سلولی گیاهان همراه با لیگنین، سبب کاهش ابتلا به برخی از انواع سرطان می‌شود. برای مثال مصرف سبوس گندم سبب کاهش خطر ابتلا به سرطان روده بزرگ می‌شود.

- پروبیوتیک[۱]، پری بیوتیک[۲] و سینبیوتیک‌ها[۳]

پروبیوتیک‌ها مکمل‌های زنده غذایی هستند که از مزایای سودمند آن‌ها می‌توان به برقراری تعادل در فلور میکروبی روده اشاره کرد. البته پروبیوتیک‌ها دارای مزایای زیادی شامل کاهش کلسترول خون، مقابله با برخی از انواع سرطان و کمک به سیستم ایمنی بدن نیز هستند. با توجه به توضیحات ارائه شده محصولات لبنی یکی از موادی است که می توان با غنی سازی آن به عنوان یک غذای فراسودمند مورد استفاده قرار گیرد[۱۲] .

۱-۲- ویتامین D

ویتامین D به گروهی از ترکیبات استروئیدی با فعالیت ضد نرمی استخوان اطلاق می‌گردد. این ویتامین در گروه ویتامین‌های محلول در چربی قرارگرفته و عملکردی شبیه هورمون‌ها دارد. چندین شکل از ویتامین D وجود دارد که البته همگی آن‌ها به طور طبیعی وجود ندارند. مهم‌ترین شکل‌های طبیعی این ویتامین، ویتامین D۳ (کوله کالسیفرول)[۴] و ویتامین D۲ (ارگوکالسیفرول)[۵] است. ساختار مولکولی این دو ویتامین در شکل ۱-۱ آمده است.

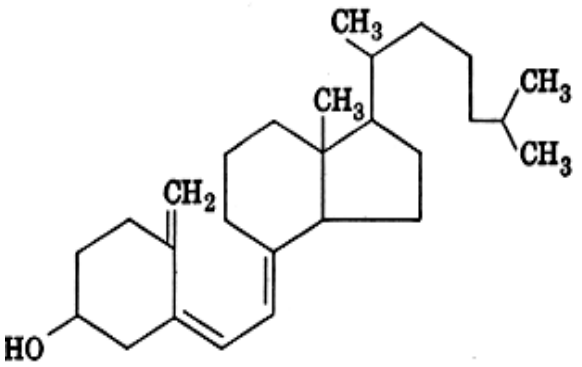
۱- Probiotics

۲- Prebiotics

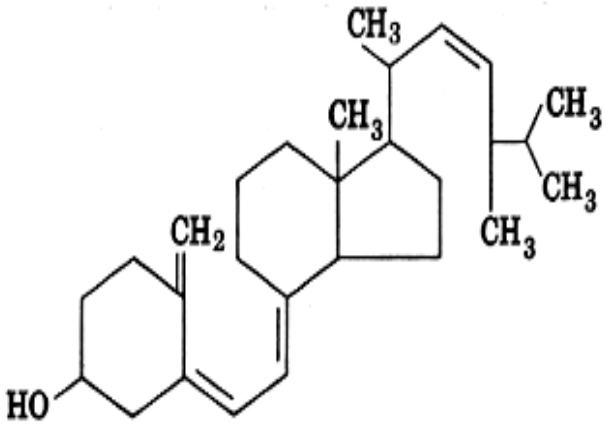
۳-Synbiotics

۴-Cholecalciferol

۵-Ergocalciferol



(الف



(ب

شکل ۱-۱- ساختار مولکولی ویتامین D: (الف) ویتامین D۳. (ب) ویتامین D۲

ویتامین D۳ در بدن انسان و سایر جانوران تولید می‌شود. پس از تابش اشعه UV خورشید بر سطح پوست، مولکول ۷- دهیدروکلسترول[۱] موجود در پوست شکسته شده و ابتدا به پیش ویتامین D۳ دارای حلقه باز و سپس به ویتامین D۳ تبدیل می‌شود. ویتامین D۲ نیز بر اثر تابش نور خورشید بر سطح ارگوسترول[۲] (استرول موجود در گیاهان و قارچ‌ها) ایجاد می‌گردد[۱۷]. نورمن[۳] و همکاران در سال ۲۰۰۷ درمورد تاریخچه کشف ویتامین D تحقیقاتی انجام داده‌اند.

۱-7-Dehydrocholesterol

۲-Ergosterol

۳-Norman

طبق این تحقیقات در حدود قرن ۱۹ میلادی برای نخستین بار پالم[۱] به ارتباط بین کمبود نور خورشید و بیماری نرمی استخوان پی می‌برد. مک کلوم[۲] در سال ۱۹۲۲ ترکیبی در روغن ماهی با فعالیت ضد نرمی استخوان یافته و آن را ویتامینD نامگذاری می‌کند[۴۹].

ویتامین D۲ ابتدا معادل ویتامین D۳ شناخته می‌شد اگرچه تحقیقات نشان می‌داد مقدار ویتامین D۲ به طور واضحی از ویتامین D۳ دربدن حیوانات کمتر است. در تحقیقی توانایی ویتامین D۲ و D۳ در بالا بردن غلظت سرمی ۲۵- هیدروکسی ویتامین D مورد مطالعه قرارگرفت و مشخص گردیدکه ویتامین D۳ ۱/۷ برابر بیشتر نسبت به ویتامین دیگر غلظت سرمی ماده مذکور را که از متابولیت‌های ویتامین D در بدن جانوران است افزایش می‌دهد[۶۶ و۴۹] .

۱-۲-۱- متابولیسم و نقش ویتامین D

ویتامین D باعث ساخته و تکمیل شدن پروتئینی به نام آلفا- ۲– گلوبولین[۳] درمخاط روده می‌گردد. این پروتئین ویتامین را به کبد برده و در آنجا ویتامین D تبدیل به ۲۵- هیدروکسی ویتامین D که متابولیت اولیه است می‌شود. این ترکیب سپس توسط پروتئینی مخصوص به کلیه منتقل و ۱ و ۲۵- دی هیدروکسی ویتامین D که متابولیت فعال و مؤثر این ویتامین است سنتز می‌شود. این متابولیت‌ها در غشاء هسته سلول باعث آزاد شدن DNA مخصوصی می‌شود که از روی آن RNA و سپس آنزیم تولید می‌گردد. آنزیم حاصل سبب ازدیاد کلسیم و فسفر در پلاسما شده که این عامل سبب رسوب این مواد در استخوان و به اصطلاح معدنی شدن آن است[۳].

ویتامین D در جلوگیری و درمان بیماری راشیتیسم نقش مهمی دارد. این بیماری از کمبود کلسیم و فسفر ویا هردو ایجاد می‌شود. در این بیماری که در کودکان وجود دارد استخوان‌های در حال رشد به درستی کلسیمی نمی‌شوند وکمبود ویتامین D این حالت را تشدید می‌کند. هم چنین کمبود این ویتامین می‌تواند منجر به پوکی استخوان در سنین میانسالی و پیری گردد[۲۴].

ویتامین D همچنین در تعدیل وضع تغذیه نقش مؤثر داشته و افراد را به سوی تغذیه مناسب تر سوق می‌دهد. به این ترتیب که ویتامین D سبب مصرف فسفر در بدن شده و آستانه ترشح فسفات‌ها از کلیه را بالا برده و جذب دوباره فسفر از کلیه را امکان پذیر می‌کند[۳].

۱-Palm

۲-McCollum

۳-α-2- Globulin

ویتامین D هم چنین به عنوان یک هورمون در بافت‌های مختلف مثل کبد، کلیه، مغز، سلول‌های سرطانی و غیره یافت می‌شود. اعتقاد بر این است که ویتامین D در تمامی سیستم ایمنی مرتبط با عصب نوزادان، کاهش خطر ابتلا به دیابت، بیماری‌های قلبی عروقی و انواع سرطان‌ها نقش دارد[۴۹].

بدن برای فعالیت‌های مختلف خود نیاز به انواع ویتامین D به ویژه ویتامین D۳ دارد. با این حال مصرف زیاد ویتامین D خطرناک بوده و ممکن است سبب کاهش وزن، افزایش اوره بدن، نامنظم شدن ضربان قلب، افزایش کلسیم در خون و در نتیجه رسوب کلسیم در دیواره رگ و بافت‌ها می‌شودکه آسیب هایی را به قلب، رگ و کلیه می‌رساند[۲۷].

میزان یک ویتامین اغلب بر حسب واحد بین المللی IU بیان می‌شود. یک واحد بین المللی ویتامین D معادل ۰/۰۲۵ میکروگرم ویتامین است، به عبارتی دیگر هر IU ۴۰۰ برابر ۱۰ میکروگرم است.

میزان توصیه شده مصرف (RDA)[۱] ویتامین D در نقاط مختلف جهان متفاوت است که دلایل آن شرح داده خواهد شد. آنچه در جدول ۱-۱ آمده است متوسط نیاز بدن به ویتامینD در روز است.

جدول۱-۱- میزان نیاز روزانه به ویتامین D [۲۴].

گروه سنی	میزان نیاز روزانه (میکروگرم در روز)
۶-۱ ماهگی	۵
۱۲-۷ ماهگی	۵
۱۸-۱ سالگی	۵
۵۰-۱۹ سالگی	۵
۶۵-۵۱ سالگی	۱۰
بالای ۶۵ سال	۱۵
زنان باردار و شیرده	۵

۱-Recommended Dietary Allowance

۱- ۲- ۲- منابع ویتامین D۳

ویتامین D از دو راه مختلف در اختیار بافت‌های بدن قرار می‌گیرد. سنتز در پوست: نحوه تولید ویتامین D در پوست قبلا اشاره شده است. در مناطقی که اطراف خط استوا بین مدار ۴۲ درجه شمالی و ۴۲ درجه جنوبی قرار دارند، قرار گرفتن به مدت ۳۰ دقیقه در مقابل نور خورشید بدون استفاده از کرم ضد آفتاب تمام نیاز روزانه به ویتامینD را تأمین خواهدکرد. اگرچه تولید ویتامین D به این روش تأثیرات منفی نیز دارد زیرا ممکن است سبب کاهش توانایی پوست در انجام سایر وظایف خود گردد[۴۹]. تأمین ویتامین D مورد نیاز بدن به دلایلی تنها از طریق تابش نور به پوست امکان پذیر نیست. این دلایل عبارت است از:
عرض جغرافیایی: در بسیاری از مناطق دنیا میزان تابش نور به دلایل قرار گرفتن در عرض‌های بالاتر از ۴۲ درجه کمتر از مناطق اطراف خط استوا است.
روند پیری: ضعیف شدن پوست با افزایش سن، میزان تولید ویتامین D را کاهش می‌دهد.
رنگدانه‌های پوستی: رنگدانه‌های تیره در پوست در فرایند تولید مداخله کرده زیرا به اشعه خورشید اجازه نمی‌دهند به مقدار مناسب به پوست برسند.
پوشش: پوشیدن لباس کامل به دلایل مذهبی، پزشکی، فرهنگی و ... باعث می‌شود نور به مقدار کافی به پوست نرسد.
استفاده از کرم‌های ضدآفتاب و هم چنین فصل زمستان به دلیل کاهش رسیدن نور خورشید به پوست مانع از تولید مقدار کافی ویتامین می‌شود[۴۹]. بنابراین نیاز به استفاده از مکمل های غذایی حاوی ویتامین D برای مردم بسیاری از مناطق دنیا از جمله ایران وجود دارد. میزان ویتامین D موجود در برخی مواد غذایی در جدول ۲-۱ آمده است[۴۹].

منابع غذایی حاوی ویتامین D که به طور عمده مورد مصرف قرار می‌گیرند کمتر از میزان نیاز روزانه ویتامین دارند یا اینکه مصرف مواد غذایی حاوی مقدار بالای ویتامین D در بین مردم رایج نیست. بنابراین غنی سازی ویتامین D به ویژه ویتامین D۳ در مواد غذایی مختلف و پرمصرف هم چون پنیر، شیر و ماست از نظر سلامت عمومی مهم بوده و می تواند نیاز روزانه به این ویتامین را فراهم آورد[۸].

جدول ۱-۲- مقدار ویتامین D موجود در برخی از مواد غذایی.

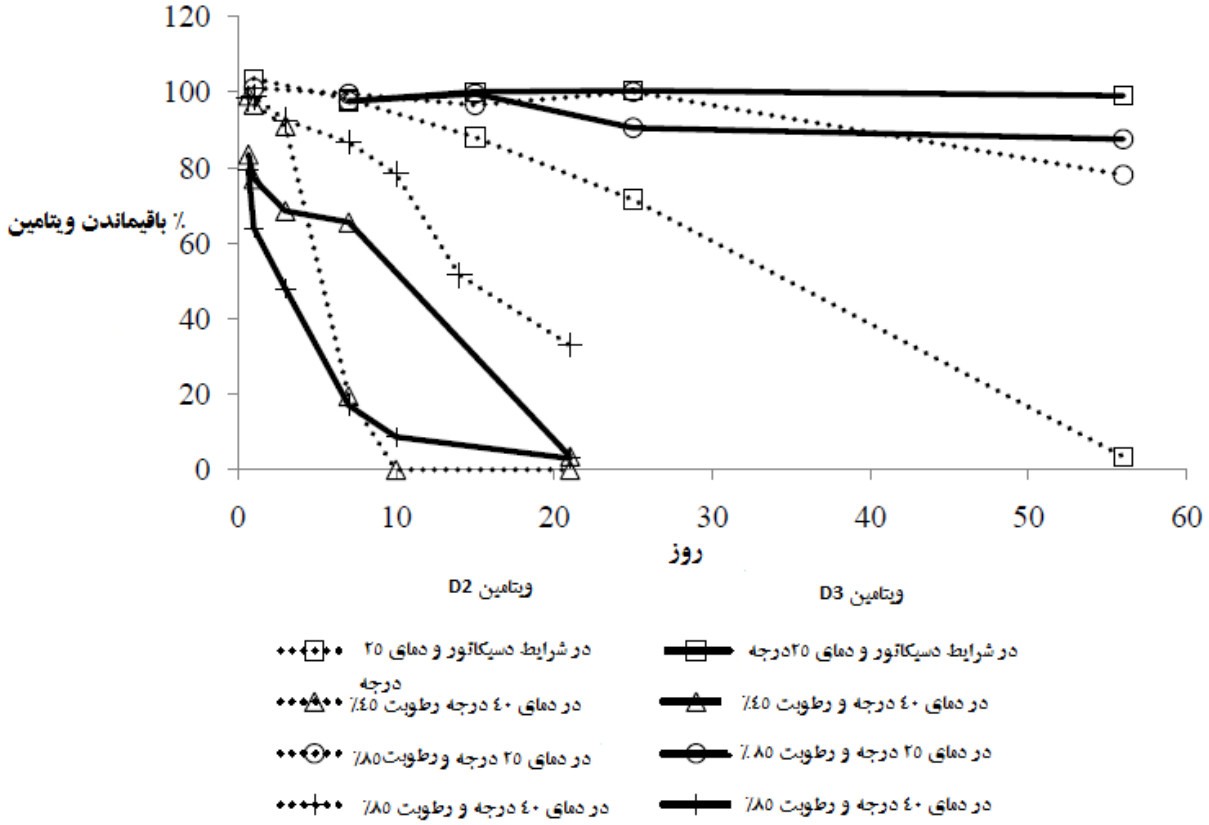
مواد غذایی طبیعی	مقدار ویتامین موجود برحسب IU/Serving
روغن جگر ماهی(یک قاشق غذاخوری)	۱۳۶۰
ماهی سالمون پخته شده (سه اونس)	۷۹۴
ماهی ماکرل پخته شده (سه اونس)	۳۸۸
جگرگوسفند پخته شده (سه و نیم اونس)	۲۰
زرده تخم مرغ (یک عدد)	۱۵
پنیرسوئیسی (یک اونس)	۱۲

۱-۲-۳- پایداری ویتامین D

پایداری ویتامین D در حالت کریستالی

در شکل ۱-۲ میزان تخریب ویتامین D۲ و D۳ در شرایط مختلف آمده است. هاربر و بارلو[۱] در سال ۱۹۴۳ پیش بینی کردند که تمامی شکل‌های ویتامین D به اکسیداسیون حساس هستند و اکثر آن‌ها در شرایط خشک با سرعت بیشتری نسبت به شرایط امولسیونی اکسید می‌شوند. طبق تحقیقات منتشر شده در داروهایی که از فرم کریستالی ویتامین D۲ استفاده می‌شود، حساسیت به نور، هوا و گرما وجود دارد و در این موارد ترکیبات تعریف نشده‌ای که حاصل تجزیه ویتامین D است ایجاد می‌گردد. فرم کریستالی ویتامین D۲ بعد از ۶ ماه نگهداری در دمای اتاق و در معرض هوا به ماده زرد رنگ تبدیل شده و ترکیب عناصر از C28 H44 O به C28 H44 O8 تغییر می‌یابد[۲۲].

۱-Huber and barlow



شکل ۱-۲- شرایط مختلف محیطی و تخریب ویتامین D۲ و D۳ در این شرایط.

بر اثر تابش طیف مادون قرمز با طول موج ۱/cm ۹۷۰-۸۹۰ پیوندهای مزدوج موجود در ساختار ویتامین D شکسته و در نتیجه اکسیداسیون اتفاق می‌افتد. ویتامین D۳ با افزایش میزان رطوبت به حرارت حساستر شده و هر دو نوع ویتامین در مقابل نیتروژن طی ۵۶ روز نگهداری مقاوم می‌مانند[۳۱].

تناقضات زیادی در بحث پایداری ویتامین D وجود دارد. کرمین[۱] در سال ۱۹۸۵ گزارش داده است که ویتامین D در مقابل اکسیژن، نور و اسید ناپایدار است[۷]. طبق گزارش پیک[۲] در سال ۱۹۸۴ ویتامین D۳ در مقابل اکسیژن و نور ناپایدار و در مقابل اسید و قلیا پایدار است[۵۲] . کراتلر[۳] در سال ۱۹۸۰ ویتامین D۳ را در مقابل نور، حرارت و اکسیژن پایدار خوانده است[۳۸]. واضح است که این گزارشات نسبت به یک

۱-Keremin

۲-Peak

۳-Kreutler

دیگر دارای تناقض است و این چنین به نظر می‌رسد که ثبات ویتامین D۳ به شدت به ماده غذایی موجود در آن وابسته است.

۱-۲-۴ - غنی سازی ویتامین D در مواد غذایی

هر دو ویتامین D۲ و D۳ جهت غنی سازی مواد غذایی مورد استفاده قرار می‌گیرند. درکانادا قوانین کارخانجات را ملزم به غنی سازی محصولات مارگارین و شیر با ویتامین D به خصوص نوع D۳ می‌کند. در ایالات متحده غنی سازی انتخابی ویتامینD در شیر، غلات صبحانه و آب میوه‌های غنی از کلسیم انجام می‌شود. در ایران به تازگی شیر غنی شده با ویتامین D تولید شده است. مقدار مجاز افزودن ویتامین D طبق قانون سازمان غذا و دارو ۴۰۰-۴۰ واحد بین المللی در هر وعده غذایی است[۸].

تاکنون در محصولات مختلفی غنی سازی صورت گرفته است که پایداری ویتامین D در حالت کریستالی و افزوده شده به مواد مختلف غذایی مورد بررسی قرار گرفته است. ویتامین D به طور معمول در حین نگهداری و فرایند مواد غذایی ممکن است کاهش یابد. ویتامین D موجود در ماده غذایی اسیدی یا به طور کلی محیط اسیدی ناپایدار است و این ناپایداری با افزایش دما افزایش می‌یابد[۵۲]. از دست رفتن ویتامین D در حین تولید و نگهداری پنیر ۳-۵٪ است و فرم کریستالی نسبت به فرم امولسیون کاهش بیشتری نشان می‌دهد.

۱-۲-۵ - غنی سازی ویتامین D در شیر

شیر ازجمله مواد غذایی اصلی جهت غنی کردن ویتامین D می‌باشد. مصرف روزانه شیر می‌تواند تا ۴۹٪ نیاز روزانه به ویتامین D را تأمین کند[۷۲] . در سال ۲۰۰۹-۲۰۰۷ کمیته تشخیص سلامتی در کانادا اعلام کرد که مصرف شیر می تواند به صورت واضحی سبب افزایش سطح سرمی ۲۵- هیدروکسی ویتامین D شود. به این معنا که در افرادی که یک لیوان شیر در روز مصرف می‌کنند این مقدار ۷۵ نانومول در لیتر است و در افرادی که این مقدار شیر مصرف نمی‌کنند این مقدار ۶۲/۷ nm/L است[۴۰]. با این وجود مقدار ویتامین D طبیعی موجود در شیر کمتر از نیاز بدن است، بنابراین نیاز به غنی سازی ویتامین D (افزودن دستی ویتامین D به شیر) وجود دارد.

۱-۲-۶ - روش افزودن ویتامین D به شیر

ویتامین D را می‌توان در مراحل مختلف پاستوریزاسیون به شیر اضافه کرد. به طور معمول ویتامین D قبل از پاستوریزاسیون به شیر اضافه می‌گردد. براساس روش افزودن ویتامین، محصولات لبنی به دو گروه