

## نقش غنی سازی مواد غذایی با آهن در بهبود سلامت زنان جامعه

### رقیه اشرفی یورقانلو<sup>۱</sup>

عضو هیأت علمی گروه صنایع غذایی دانشگاه فنی و حرفه ای

### لیلا روفه گری نژاد<sup>۲</sup>

عضو هیأت علمی گروه صنایع غذایی دانشگاه آزاد اسلامی واحد تبریز

### فروغ محترمی<sup>۳</sup>

عضو هیأت علمی گروه صنایع غذایی دانشگاه ارومیه

## چکیده

اثرات زیانبار سوء تغذیه ریز مغذیها بر روی بقاء، رشد، تکامل و کیفیت زندگی از طریق طیف وسیعی از ناهنجاریهای خاص کاملاً شناخته شده است. طبق گزارشات WHO (2007) حدود یک سوم از جمعیت دنیا یعنی بالغ بر ۲ میلیارد نفر گرفتار کمبود آهن می باشند که در یک میلیارد نفر از این تعداد، کم خونی ناشی از فقر آهن بروز کرده است. بررسی های انجام گرفته توسط وزارت بهداشت و یونیسیف در سال ۱۹۹۹ نشان داد که ۳۳/۴٪ از زنان ایرانی گرفتار کم خونی و ۳۴/۵٪ گرفتار کمبود آهن هستند. آهن نقشهای فیزیولوژیک بسیار مهمی از قبیل تنفس سلولی، شرکت در ساختمان هموگلوبین، میوگلوبین و سیتوکروم، شرکت در ساختار کاتالاز و پراکسیداز دارد. در این مقاله مروری به بررسی تفصیلی نقش آهن در تامین سلامت زنان، عوامل تاثیرگذار در افزایش جذب آهن در بدن، الزامات کلی غنی سازی مواد غذایی با آهن، گزینش ترکیبات مناسب آهن، انتخاب حامل های مناسب و روش های غنی سازی پرداخته شده است.

## واژگان کلیدی

آهن، غنی سازی، سلامت زنان.

<sup>۱</sup>. R.ashrafi@gmail.com

<sup>۲</sup>. L.rofegari@yahoo.com

<sup>۳</sup>. Mohtarami.f@gmail.com

## مقدمه

اثرات زیانبار سوء تغذیه ریز مغذیها بر روی بقا، رشد، تکامل و کیفیت زندگی از طریق طیف وسیعی از ناهنجاریهای خاص امروز کاملاً شناخته شده است و این ناهنجاریها خلایق روی توان اقتصادی و اجتماعی جوامع تحمیل می‌نمایند که هیچ دولتی یارای مقابله با آن را ندارد. براساس محاسبات بانک جهانی در حالی که کمبود ریز مغذیها سالیانه بیش از ۵٪ درآمد ناخالص ملی کشورها را کاهش میدهد راه حلهای کامل و مستمر برای غلبه بر آن بر اساس محاسبات این سازمان معادل ۰/۳٪ GDP خواهد بود. طبق گزارشات (WHO (2007) حدود یک سوم از جمعیت دنیا یعنی بالغ بر ۲ میلیارد نفر گرفتار کمبود آهن می‌باشند که در یک میلیارد نفر از این تعداد، کم خونی ناشی از فقر آهن بروز کرده است. در ایران طبق نتایج بررسی‌های انجام گرفته در سال ۱۹۹۹ با همکاری وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی و یونیسیف نتیجه گرفته شده است که ۳۳/۴٪ از زنان ایرانی گرفتار کم خونی و ۳۴/۵٪ گرفتار کمبود آهن بوده و شیوع کم خونی ناشی از فقر آهن در زنان ایرانی ۱۶/۶٪ گزارش شده است.

ویتامین A، آهن، اسیدفولیک وید ریز مغذی های مهمی میباشند که به ویژه در دهه گذشته توجه فراوانی را به خود جلب نموده‌اند و کمبود آنها در سطح وسیعی از مناطق مختلف جهان شایع است در کشور ما نیز علاوه بر کمبود ریز مغذی های مذکور کمبود روی، کلسیم و ویتامین D نیز شایع بوده و با توجه به نقشهای بسیار حیاتی که این مواد مغذی در بدن ایفا میکنند امید است با اتخاذ سیاست گذاری های مناسب در سطح کلان کشور، به حذف و ریشه کنی بیماریهای ناشی از کمبود این ترکیبات نائل گردیم.

بیش از صد سال است که در دنیا از تکنیک غنی سازی مواد غذایی برای پیشگیری و کنترل عوارض کمبود برخی از ریز مغذی ها استفاده می‌شود. غنی سازی آرد از حدود ۶۰ سال پیش در کشورهای امریکا و انگلیس اجرا و ریز مغذی‌هایی مثل آهن، کلسیم و ویتامین‌های گروه B به آرد اضافه گردید. تا سال ۱۹۷۴ بر اساس گزارش های موجود در حداقل ۱۱ کشور جهان غنی سازی آرد گندم با آهن اجباری بوده و در ۸ کشور به صورت اختیاری اجرا شده است. از سال ۱۹۹۶ کشورهای مختلف اسیدفولیک را نیز به آرد گندم اضافه کردند.

## نقش فیزیولوژیک آهن در بدن

کل آهن در بدن بزرگسالان در حدود ۴-۲ گرم می‌باشد به همین دلیل در دسته مواد معدنی کم مقدار قرار می‌گیرد. اهمیت فیزیولوژیک آهن نقش آن در تنفس سلولی می باشد قسمت اعظم آهن بدن به صورت مشتقات پورفیرین یا «هم» در ساختمان هموگلوبین، میوگلوبین و سیتوکروم ها وجود دارد مقداری نیز در ساختمان آنزیم‌هایی مانند کاتالاز و پراکسیداز و مقدار جزئی به صورت ترکیب پروتئین فریتین و ترانسفرین می باشد که این دو ترکیب شکل ذخیره شده و انتقال آهن هستند. نیاز روزانه برحسب سن و وضعیت فیزیولوژیک متفاوت و در دوران رشد و هم چنین در نزد زنان باردار و یا دوران شیردهی احتیاج بدن به آهن زیاد می‌گردد نوزادان روزانه یک میلی گرم برای هر کیلوگرم وزن، کودکان ۹-۱ سال ۱۲-۱۰ میلی‌گرم آقایان ۱۰ میلی‌گرم و خانم‌ها در ۵۵-۱۸ سالگی روزانه به ۱۵ میلی‌گرم و بعد ۵۵ سالگی ۱۰ میلی‌گرم آهن نیاز دارند زنان باردار از ماه چهارم تا زایمان و در دوران شیردهی روزانه ۲۰ میلی‌گرم آهن احتیاج دارند.

جذب آهن در معده و نخستین قسمت روده انجام می‌گیرد و بستگی به عواملی مثل غلظت آهن، حالت اسیدی شیره معده، وجود ویتامین B12 و آپوآبتین، ترکیبات احیا کننده نظیر ویتامین C و مقدار پروتئین‌های بدن دارد. آهن مواد غذایی بیشتر به حالت سه ظرفیتی است و پس از احیا شدن به ماده پروتئین موسوم به آپوفری تین متصل شده و جذب می‌شود آپوفری تین و آهن دو ظرفیتی، فری تین نامیده می‌شود. در فری تین آهن مجدداً سه ظرفیتی شده و از یاخته‌های مخاطی جدا می‌-

گردد که در خون با بتا گلوبولین‌ها ترکیب شده و مجدداً دو ظرفیتی می‌شود و به بافتها برای سنتز هموگلوبین و میوگلوبین انتقال می‌یابد. آهن اضافی به صورت کلونیدی پس از ترکیب شدن با ماده پروتئین به شکل هموسیدرین در کبد ذخیره می‌شود و زیادی آهن از صفرا دفع شده و مقادیر جزئی با ادرار خارج می‌گردد. تانن چای، اسید فیتیک، اسید اگزالیک، کلسیم، فسفر، منیزیم و روی هم چنین مصرف آنتی اسیدها با غذا باعث کاهش جذب آهن می‌گردد.

مقدار آهن در مواد غذایی متفاوت است علاوه بر آن قابلیت دسترسی بیولوژیکی آن در منابع مختلف متفاوت می‌باشد آهن مواد غذایی حیوانی به صورت آهن هم می‌باشد در صورتی که نوع غیر هم در مواد غذایی حیوانی و گیاهی وجود دارد. حدود ۲۵ درصد آهن هم و تنها ۵ درصد آهن غیر هم برای جذب در دسترس قرار دارد. گوشت بدون چربی، مرغ و ماهی به ویژه جگر و صدف غنی از آهن هم و حبوبات، مغزها، غلات کامل، میوه‌های خشک شده، سبزیجات برگ دار سبز تیره منابع غنی از آهن غیر هم می‌باشند. پختن غذاهای اسیدی در ظروف آهن و مصرف ویتامین C همراه با غذا باعث افزایش قابلیت دسترسی آهن می‌شود.

عوارض ناشی از کمبود آهن

طبق گزارشات WHO(2007) حدود یک سوم از جمعیت دنیا یعنی بالغ بر ۲ بلیون نفر گرفتار کمبود آهن می‌باشند که در یک بلیون نفر از این تعداد، کم خونی ناشی از فقر آهن بروز کرده است، در نیمی از زنان و کودکان کشورهای توسعه یافته کمبود آهن گزارش شده و در این میان زنان باردار و نوزادان دو گروه آسیب پذیری در ابتلاء به این کمبود می‌باشند مادرانی که دچار کمبود آهن هستند نوزادانی با وزن پایین و مستعد جهت ابتلا به کمبود آهن در سن رشد به دنیا خواهند آورد و این مشکل، عدم تکامل مغزی را در ۶۰-۴۰٪ کودکان ۲۴-۶ ماهه در کشورهای در حال توسعه باعث و ۵۰ هزار زن باردار را سالانه از بین می‌برد. نوزادان مبتلا به کمبود آهن به دلیل پایین آوردن سطح ایمنی مستعد جهت ابتلاء به عفونت‌های تنفسی بوده و هم چنین رشد جسمی و تکامل مغزی آن‌ها مختل شده و بهره هوشی آن‌ها (IQ) تا ۱۰ امتیاز کاهش می‌یابد. پیشرفت کمبود آهن را می‌توان در سه مرحله بیان کرد:

الف) در مرحله اول ذخیره آهن بدن یعنی فری تین سرم کاهش می‌یابد در حالی که میزان هموگلوبین و هماتوکریت خون در حد طبیعی می‌ماند.

ب) در مرحله دوم نقل و انتقالات آهن و میزان آهن سرم خون کاهش و میزان پروتئین ترانسفرین که پروتئین جهت انتقال آهن است افزایش می‌یابد. در این مرحله نیز هموگلوبین در حد طبیعی و نزدیک به حد پایین بوده اما سنتز گویچه‌های قرمز کاهش می‌یابد.

ج) در این مرحله کم خونی (IDA) ظاهر می‌شود کم خونی فقر آهن از نوع میکروسیتیک (گویچه‌های قرمز کوچک) و هایپرکرومیک (کم رنگ) می‌باشد.

WMO حد پایین هموگلوبین در زنان باردار و کودکان را  $11 \text{ g/dL}$ ، در زنان غیر باردار  $12 \text{ g/dL}$  و مردان  $13 \text{ g/dL}$  ذکر کرده است. در ایران طبق نتایج بررسی‌های انجام گرفته در سال ۱۹۹۹ با همکاری وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی و یونسف نتیجه گرفته شده است که ۳۳/۴٪ از زنان ایرانی گرفتار کم خونی و ۳۴/۵٪ گرفتار کمبود آهن بوده و شیوع کم خونی ناشی از فقر آهن در زنان ایرانی ۱۶/۶٪ گزارش شده است.

### انتخاب حامل‌های غذایی :

غنی‌سازی غذاهایی که به طور متداول توسط جمعیتی مصرف می‌شوند راهبرد نیرومند و پویا در مبارزه با کمبود ریزمغذی‌ها می‌باشد. با گزینش غذای صحیح به عنوان یک حامل غذایی یک ریزمغذی ویژه، نیاز به تشویق و انگیزش برای پذیرش افراد و

یا تغییر در سنت‌های غذایی به حداقل می‌رسد. در انتخاب ماده غذایی که برای غنی‌سازی انتخاب می‌شود باید فاکتورهای زیر در نظر گرفته شود:

- جمعیت زیادی را تحت پوشش قرار دهد.
- مصرف آن منظم و به میزان نسبتاً ثابت باشد
- سهم مناسبی از آن، بخش عمده نیاز به ریزمغذی افزوده شده را تامین کند.
- میزان مصرف آن به شرایط اقتصادی و اجتماعی مرتبط نباشد.
- امکان مصرف زیاد از حد آن کم باشد.
- تغییر در پذیرش و استقبال مردم پس از افزودن به وجود نیآورد.
- به دلیل غنی‌سازی در کیفیت آن تغییری بوجود نیاید.

در خصوص انتخاب حامل غذایی بایستی بین ماده غذایی و ترکیب مورد استفاده جهت غنی‌سازی تطابق وجود داشته باشد تا ضمن افزایش قابلیت دسترسی بیولوژیکی، تاثیر روی ویژگی‌های کیفی و ارگانولپتیکی به حداقل برسد. حضور برخی ترکیبات در ماده غذایی از قبیل ویتامین A, C, E و اسید فولیک جذب آهن را شدت می‌بخشد در حالیکه حضور کلسیم - فسفر - منیزیم - مالون آلدئید - پلی فنل - اسید فیتیک و اسید اگزالیک روی جذب آهن نقش بازدارندگی دارند. لاکتوفیرین که پروتئین موجود در شیر انسان و شیر گاو می‌باشد به دلیل توانایی ایجاد پیوند با آهن و انتقال آن به گیرنده‌های مخصوص در روده انسان، میزان جذب آهن را افزایش می‌دهد و به این دلیل محققان پیشنهاد می‌دهند در برنامه‌های غنی‌سازی، افزودن توام لاکتوفیرین با آهن نتایج مطلوب‌تری خواهد داد. ویتامین C جذب تمام ترکیبات غنی‌کننده آهن را تا ۱۰ برابر افزایش می‌دهد دلیل آن را می‌توان به نقش احیا کنندگی و شلاته کنندگی اسید آسکوربیک نسبت داد که با تشکیل کمپلکس محلول با آهن در pH پایین، قابلیت جذب را در pH قلیایی دوازدهه افزایش می‌دهد.

نمک - شکر - محصولات پخت و غذاهایی بر پایه غلات مثل نان، غذای کودک، همچنین شیر و محصولات شیری، پودرهای نوشیدنی و نوشیدنی‌های شکلاتی حامل‌های مناسبی جهت غنی‌سازی آهن می‌باشند. به رغم مناسب بودن نمک جهت غنی‌سازی، مشکلات تکنولوژیکی در پروسه‌های غنی‌سازی و حساس بودن به تغییر رنگ، استفاده از آن را محدود ساخته است. آردهای غلات حامل‌های متداول جهت غنی‌سازی آهن بوده اما معایب کاربرد آن را می‌توان در سطح بالای اسید فیتیک و حساس بودن به اکسیداسیون چربی ذکر کرد و در خصوص شیر نیز حضور بازدارنده‌های طبیعی جذب آهن در مقدار زیاد از قبیل کلسیم و کازئین، مشکلاتی را ایجاد می‌کند.

### غنی‌سازی شیر و فرآورده‌های شیری با آهن

شیر منبع نسبتاً ضعیفی از آهن می‌باشد (۵/۲mg/kg) که ۱۴ درصد آهن موجود در شیر متصل به غشاء گلبول‌های چربی، ۲۴ درصد متصل به کازئین، ۲۹ درصد همراه با پروتئین‌های محلول و ۳۲ درصد با فراکسیون‌هایی با وزن مولکولی پایین مثل اسید سیتریک - اسید اروتیک (Orotic acid) و فسفات‌های غیر آلی همراه می‌باشد. در بین پروتئین‌های محلول، لاکتوفیرین با دارا بودن ۲ مولکول آهن سه ظرفیتی منبع غنی از آهن است. ترکیبات مختلفی از آهن به عنوان غنی‌کننده مورد استفاده قرار می‌گیرد که در بخش قبل مورد بحث قرار گرفت و به طور خلاصه در جدول ۳ نشان داده شده است.

جدول ۳- غنی سازی آهن در شیر و محصولات شیری

ماده غذایی	نوع آهن مورد استفاده	دوز
فرمول غذای کودک	فروس سولفات میکروکپسوله	۶٪ فروس سولفات
شیر و فراورده های شیری	فروس سولفات میکروکپسوله بالستین	-
پنیر	فریک کلرید و کازئین آهن دار	-
پنیر موزارلا	آهن متصل به کازئین / آهن متصل به پروتئین محلول / کلرید فریک	۲۵-۵۰ mg/kg
پنیر سفید نرم	آهن الکترولیتیک / کلرید فریک / فروس سولفات	۴۰-۶۰-۸۰ mg/kg
پنیر چدار	کلرید فریک / کمپلکس کازئین - آهن / کمپلکس پروتئین محلول - آهن	۴۰ mg/kg
ماست	کمپلکس کازئین - آهن / FeCl <sub>3</sub> / کمپلکس پروتئین محلول - آهن	۱۰ mgFe / ۱۰۰ ml
پنیر ادم	فروس کلرید / فروس سیترات / فروس گلیکونات	۱۵۰ mg/kg
شیر	فروس سولفات	۱۵ mg/l

**غنی سازی فراورده های غلات با آهن**

در بسیاری جوامع به دلیل شیوع وسیع کم خونی ناشی از فقر آهن نیاز به افزایش جذب آهن در رژیم غذایی وجود دارد. استفاده آهن در غنی سازی بیشترین پیچیدگی و مشکل سازی را نسبت به سایر ریزمغذی ها دارد دستورات عملی هایی از طرف WHO مطابق جدول ۴ جهت غنی کننده های غالب ارائه شده است.

جدول ۴ - غنی کننده های مناسب آهن برای غلات با توجه به توصیه های WHO

غنی کننده	فراورده های غلات
سولفات فروس (فقط در آرد نانواپی) / فروس فومارات	آرد گندم با استخراج پایین (آرد سفید)
آهن الکترولیت / فروس سولفات میکروکپسول شده / NaFe EDTA	آرد گندم یا بلغور ذرت جوانه گرفته
فروس فومارات / فروس سولفات میکروکپسول شده / فروس فومارات میکروکپسول شده	آرد گندم با استخراج بالا یا بلغور ذرت
فروس سولفات	سمولینا

**زیان ناشی از افزایش مصرف آهن**

دریافت بیش از نیاز آهن معمولاً تحت شرایط طبیعی اتفاق نمی افتد زیرا بدن به خوبی جذب آهن را تنظیم می کند به هر حال مسمومیت با آهن می تواند منجر به عوارض زیر شود.

جذب بسیار زیاد آهن منجر به نشت زیاد آهن در کبد، ریه‌ها، پانکراس و سایر بافت‌ها می‌شود. هموکروماتوز نمونه نادری است که در نتیجه نقص ژنتیکی پدید می‌آید که جذب زیاد آهن سبب تخریب اندام، رنگی شدن پوست و سیروز کبد می‌گردد. هموسیدروز بیشتر دیده می‌شود که در این حالت ذخیره زیاد آهن منجر به تخریب بافت نمی‌شود این حالت در کم‌خونی فقر آهن و درمان طولانی مدت با آهن بیش از نیاز بدن ظاهر می‌شود. هر ساله حدود ۲۰۰۰ کودک در ایالات متحده آمریکا به دلیل مصرف داروهای مکمل آهن دچار مسمومیت با آهن می‌شوند.

### روش‌های غنی‌سازی :

بسته به تکنولوژی‌های فراوری غذا، روش‌های متفاوت افزودن وجود دارد:

- مخلوط کردن خشک برای آرد و محصولات غلات، پودر شیر و نوشیدنی‌های پودری  
- حل کردن در آب برای شیر مایع، نوشیدنی‌ها، آب میوه‌جات و آب مورد استفاده در تهیه نان، انواع ماکارونی و شیرینی‌ها  
- اسپری کردن در ید دار کردن نمک و برشتوک ذرت یعنی زمانی که ویتامین‌ها یا املاح مرحله پخت را تحمل نمی‌کنند.  
- چسبیدن برای غنی‌سازی شکر، یعنی جایی که ویتامین A به شکل پودر به سطح بلورهای شکر (توسط روغن گیاهی) می‌چسبند.

- روکش دار کردن در برنج، یعنی جایی که ویتامین‌های افزاینده شده بر روی غله باید روکش‌دار شود تا از ضایع شدن و از دست رفتن آن‌ها در حین شستشوی قبل از پخت اجتناب شود.

- تراوش برای مثال در مورد برنج یعنی جایی که ویتامین‌ها با استفاده از عوامل منتقل کننده با غلات پودر شده مخلوط می‌کردند و سپس به داخل غلات کامل تراوش می‌نمایند.

ساده‌ترین راه برای افزودن یک ریزمغذی به یک حامل غذایی استفاده از روش مخلوط کردن می‌باشد. بسته به ماهیت ترکیبات مخلوط شده، انواع مختلفی از مخلوط‌ها مثل جامد، جامد، جامد - مایع و مایع - مایع وجود دارد.

### الف - مخلوط سازی جامد - جامد (مخلوط کردن خشک)

متداولترین روش غنی‌سازی غذاهای خشک با مقادیر اندک ریزمغذی‌ها، عبارت است از مخلوط کردن خشک، کارایی عمل مخلوط سازی بستگی به ویژگی‌های ماده متشکله نظیر اندازه، شکل، دانسیته، هیگروسکوپ بودن و همچنین درصد ترکیباتی که قرار است مخلوط شوند داشته و انتخاب تجهیزات مخلوط سازی به مقدار زیادی بستگی به الزامات عملیات مخلوط سازی دارد انواع عمده دستگاه‌های مخلوط کنی خشک عبارتند از:

- دستگاه مخلوط کن استوانه‌ای Drum mixer

- دستگاه مخلوط کن مارپیچی Screw mixer

- مخلوط کن نواری Ribbon blender

- مخلوط کن پیوسته Continuous mixer

### ب - مخلوط سازی جامد - مایع

در صورتی که غنی کننده یا پرمیکس به شکل مایع باشد در این صورت باید غنی کننده به وسیله اسپری کردن یا افشاندن به حامل غذایی خورانده شود. در این حال غنی کننده در شکل محلول و به صورت اسپری متمیزه به حامل غذایی اضافه می‌شود دستگاه‌های مخلوط کن مارپیچی و نواری برای مخلوط کردن مایعات به درون مواد جامد به کار می‌روند.

### ج - مخلوط سازی مایع - مایع

برای غذاهای مایع و نیمه مرطوب، ریزمغذی در یک حامل مایع (آب یا روغن) حل و یا پراکنده شده و پس از آن به درون محصول، مخلوط یا هموزن می‌شود. عملیات مخلوط سازی درون مخازن عمودی و توسط هم‌زن‌های مخصوص انجام می‌پذیرد.

کارایی مخلوط سازی به چندین فاکتور از جمله ویسکوزیته، ویژگی‌های سیالت و مخلوط پذیری ترکیبات و درصد نسبی ترکیبات بستگی دارد. در مورد ریزمغذی‌هایی مثل ویتامین A,C و گروه B که در معرض تخریب اکسیداتیو هستند به پرمیکس موجود آنتی‌اکسیدان نیز اضافه می‌شود به علاوه سعی می‌شود از معرض اکسایش و یون‌های دو ظرفیتی دور بمانند.

#### د- کپسول‌دار کردن

کپسول‌دار کردن عبارت از فرایند روکش‌دار نمودن ذرات پودرهای خشک و روان می‌باشد بسته به اندازه این ذرات دو نوع روش کپسول‌دار کردن وجود دارد یکی Microencapsulation که در آن روکش‌دار کردن ذرات با اندازه کمتر از ۵۰۰ میکرون انجام می‌شود و دیگری Macroencapsulation که به روکش‌دار کردن ذرات با اندازه بیشتر از ۵۰۰۰ میکرون اطلاق می‌شوند. روکش‌دار کردن ذراتی که بین این دو اندازه قرار دارند به طور ساده Encapsulation نامیده می‌شود. هدف اولیه کپسول‌دار کردن عبارت از افزایش نیمه عمر و کیفیت محصول از طریق جدا کردن غنی‌کننده از ترکیبات حامل غذایی و محیط اطراف است. در غنی‌سازی چندگانه با ریزمغذی‌ها یا Multi nutrient fortification استفاده از کپسول‌دار کردن در بوجود آمدن سد حمایتی جهت جداسازی ریزمغذی‌ها از یکدیگر و اجتناب از تداخلات ناخواسته بین آن‌ها کمک می‌کند. برای کپسول‌دار کردن ویتامین‌ها ممکن است از نشاسته غذایی و یا روغن‌های گیاهی به عنوان عامل روکش دهنده استفاده کرد.

ویتامین‌های کپسول‌دار شده پس طعم و بوی بد کم‌تری دارند و از تخریب هیگروسکوپیک، تخریب حرارتی یا اکسیداتیو مصون بوده و نیمه عمر بالاتری خواهند داشت. در طرح مطالعاتی انجام شده در دانشگاه تورنتو، جهت غنی‌سازی نمک با آهن و ید تکنیک Dextrin microencapsulation برای به وجود آوردن سدی بین فومارات فرو و یدات پتاسیم مورد استفاده قرار گرفته و نتایج مطلوبی گزارش گردیده است.

#### منابع فارسی

امرابی حسین، عزیزی محمدحسین، برزگر محسن و احمدی تاولیقی حسن، بررسی خواص شیمیایی و حسی پنیر سفید UF غنی شده با آهن مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی ۱۳۸۶ جلد چهارم شماره ۴.  
برنجی اردستانی، سمیرا، عزیزی محمدحسین و سحری محمدعلی، اثر غنی‌سازی با آهن، اسید فولیک، روی و کلسیم بر ویژگی‌های رئولوژیکی و شیمیایی آرد ستاره. فصل‌نامه علوم و صنایع غذایی ایران. ۱۳۸۶. دوره چهارم شماره ۴.  
مظلومی محمد تقی، قاضی‌زاده متیرا و بهنام مرادی محمود، غنی‌سازی ماکارونی با تیامین، ریبوفلاوین، نیاسین و آهن و تاثیر فرآیند تولید و انباردانی ماکارونی بر این ریز مغذی. پژوهنده. ۱۳۸۴. سال ۱۰، شماره ۶ صفحات ۴۰۱-۳۹۵.  
ضوابط و مقررات مربوط به غنی‌سازی مواد خوراکی - وزارت بهداشت - معاونت غذا و دارو - دیماه ۱۳۸۵.

#### منابع لاتین

Akhtar, S. Anjum, F.M. and Rehman, S.U. 2008. Effect of fortification on physico-chemical and microbiological stability of whole wheat flour. Food chemistry. 110, 113-119.  
Bottex, B. Dorne, J.L., Carlander, D. and Benford, D. 2008. Risk-benefit health assessment of food fortification and nitrate in Vegetables. Trends in food science & Technology: 19: 113-119.  
Goucheron, F. 2000. Iron fortification in dairy industry. Trends in food science & technology, 11, 403-409.



- Huma, N., Rehman, S.U., Anjum, F.M. and Murtaza, M,A.2007. Food Fortification strategy preventing Iron Deficiency Anemia: A Review. Critical Reviews in food science and Nutirion, 47: 259- 265.
- Hurrell, R.F. 1997. prerenting iron deficiency through food fortification. Nutrition Reviews, 55(6) , 210-222.
- Martinez- Navarrete, N.Camacho, M.M, Martinez –Lahuerta, J. , Martinez- Monzo, j. and Fito, P. 2002. Iron deficiency and iron fortified foods. Food Research Iht. 35, 252-231.
- Prom –U-thai, Glahn, R.p., cheng, Z. and fukai, S. 2009. The bioavailablity of iron fortified in whole grain parboiled rice. Food chemistry. 112: 983-985.
- Raouche, S., Naile, S.,Dobenesque, M. , Bot, A., Jvmas, J., Cuq, J. and Marchesse QU, S. 2009. Iron fortification of shim milk: Minearals and Fe Mossbauer study. Int. Dairy J, 19, 5b- 63.
- Sadighi, J. , sheikholeslam, R. , Mohammad, K. and pouraram. H. 2008. Flour fortification with iron: a mid \_ Term evaluation. Pulic –health. 122: 313-320.
- Stein, A. M. j.V, Qaim, M. , and Nestel , p.2008. Potential impacts of iron biofortification in India. Social science & Medicine 66, 1797-1808.