

دانشگاه تهران

دانشکده بهداشت

پایان نامه

برای دریافت درجه فوق لیسانس

علوم بهداشتی (M. S. P. H.)

در رشته تغذیه

موضوع:

رابطه آهن با سرطان مری در شمال ایران

به راهنمایی

استاد محترم آقای دکتر فریدون سیاسی

نگارش

طاهره اسحقی

سال تحصیلی ۶۲ - ۱۳۶۱

۱۴۱۷۹

بدینوسیله مراتب قدر دانی و سپاس خود را به
حضور استاد محترم جناب آقای دکتر فریدون
سیاسی به سبب قبول راهنمایی و تحمل زحمات فراوان
در تنظیم و تدوین این پایان نامه تقدیم می‌دارم.

۱۳۱۷۹

تقديم به :

هنيت محترم قضات

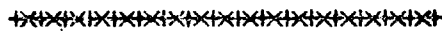
تقديم به :

پدر و مادر عزیزم

تقديم به :

هيسرو د ختوم سخسر

بنام خدا



فهرست مطالب

صفحه	عنوان
۱	۱- مقدمه
۱	۱-۱- پیشگفتار
۳	۱-۲- سرطان مری
۳	۱-۲-۱- شکلهای سرطان مری
۳	۱-۲-۲- علائم سرطان مری
۴	۱-۲-۳- سیربیماری
۵	۱-۲-۴- خطر ابتلا به بیماری
۵	۱-۲-۵- تشخیص و درمان بیماری
۵	۱-۲-۶- شیوع و وقوع بیماری
۵	۱-۳- آهن
۵	۱-۳-۱- خواص فیزیکی و شیمیایی آهن
۶	۱-۳-۲- جذب آهن
۸	۱-۳-۳- حمل آهن
۹	۱-۳-۴- تعادل آهن
۱۰	۱-۳-۵- ذخیره آهن
۱۲	۱-۳-۶- منابع غذایی آهن
۱۲	۱-۳-۷- کمبود آهن
۱۳	۱-۳-۸- رابطه آهن با سرطان و سرطان مری
۱۶	۱-۴- هدف و فرضیه های بررسی
۱۸	۲- بررسی مقالات علمی
	۲-۱- بررسی تحقیقاتی که در مورد سرطان مری در جوامع مختلف انجام گرفتند.

۲۸	۲-۲- بررسی تحقیقاتی که در مورد سرطان مری در ایران انجام گرفته اند
۳۹	۳-۲- بررسی وضع آهن در ایران
۴۱	۳- مواد ، وسائل و روشها
۴۱	۳-۱- مقدمه
۴۱	۳-۲- چگونگی انتخاب بیماران
۴۳	۳-۳- چگونگی انتخاب شاهد (کنترل)
۴۳	۳-۴- اطلاعات و نمونه های جمع آوری شده
۴۳	۳-۴-۱- پرسشنامه * ۲۴ ساعت خاطره تغذیه *
۴۵	۳-۴-۲- نمونه های خون
۴۹	۳-۵- روش محاسبات آماری
۵۰	۴- یافته ها ، بحث و نتیجه گیری
۵۱	۴-۱- اطلاعات عمومی
۵۴	۴-۲- مقایسه افراد بیمار با سایر گروه ها
۸۱	۴-۳- مقایسه خانوارها
۸۶	۴-۴- مقایسه گروه آسیب پذیر (۱۸-۷ سال) خانوارهای بیمار و شاهد
۹۳	۴-۵- نتیجه گیری کلی
۱۱۹	خلاصه بزبان فارسی
۱۲۲	خلاصه بزبان انگلیسی
۱۲۵	منابع

۱- مقدمه

۱-۱- پیشگفتار

در قرن بیستم میزان مرگ و میر بعلمت بیماریهای مزمن مثل سرطان و بیماری قلب و عروق بطور قابل ملاحظه ای افزایش یافته است (۱) . بر طبق گزارش سازمان بهداشت جهانی سالانه متجاوز از ده میلیون نفر در دنیا فقط در اثر بیماری سرطان از بین میروند (۲) . مطالعات همه گیرشناسی نشان داده اند که در بعضی از مناطق دنیا میزان وقوع برخی از انواع سرطان بیشتر از سایر نقاط میباشد (۳) . چنانچه سرطان معده در ایسلند و ژاپن و شیلی و سرطان کبد در افریقا و سرطان پستان در کانادا و ایالات متحده امریکا و اروپای غربی بیشتر از دیگر نقاط شایع است (۳) . همچنین میزان وقوع سرطان مری در شمال ایران و در قسمتی از اروپا و جنوب افریقا بیشتر از سایر نقاط است (۴) .

در بررسی علل و عواملی که به بروز سرطان کمک مینماید عوامل محیطی را میتوان نام برد که این عوامل ممکن است یا بطور مستقیم باعث بروز این بیماری گردند یا فعالیت مواد سرطانزا را افزایش دهند و یا اینکه میزان را مستعد ابتلا به بیماری نمایند (۵) . از میان عوامل محیطی تغذیه نقش مهمی را ایفا مینماید زیرا امکان دارد میان تغذیه و ایجاد، رشد و پیشرفت سرطان رابطه ای وجود داشته باشد (۶) .

در بررسی ارتباط تغذیه و سرطان مشاهده گردیده است که کمبود و یا افزایش مداوم مواد مغذی در رژیم غذایی به تشکیل سلولهای سرطانی و یا توسعه و افزایش آنها کمک می کند (۷) . چنانچه بین انواع مختلف رژیم غذایی در امریکا و میزان وقوع زیاد سرطان روده بزرگ و سرطان کلبه و پانکراس ارتباطی دیده شده است (۷) . بررسی نمونه افرادی که در رژیم غذایی کربوهیدرات زیاد مصرف می کنند کمتر از افرادی که رژیم غذایی حاوی مقدار زیاد چربی و پروتئین است به سرطان روده بزرگ مبتلا

میگردند (۷) . هیدل بر این عقیده است که باکتریهای روده مواد سرطان زا را از چوبیهای غذا و یا اسیدهای صفاوی تولید میکنند (۸) . نتایج مطالعاتی که بر روی غده های سرطانی انجام گرفته نشان میدهند که تغییر در مقدار مواد مغذی دریافتی میزان ممکن است به ایجاد غده های سرطانی کمک کند و یا بر عکس ، امکان دارد غده های سرطانی بصورت انگل متابولیسم میزان را مختل ساخته و میزان احتیاج او را به مواد مغذی تغییر دهد (۹) .

تغذیه امکان دارد از راه های گوناگون به ایجاد سرطان کمک نماید . مثلاً تغییرات طبیعی که در مواد غذایی صورت میگیرند میتوانند در ایجاد سرطان موثر باشند ، چنانچه ، نیتراکو نیتريت و نیتروزامیدها در سرطان معده و نیتروزامینها در انواع مختلف سرطان دخالت دارند (۶) . همچنین کمبود بعضی از مواد مغذی ممکن است باعث تغییرات سی در سلولهای طبیعی شود .

برای مثال ، کمبود ریپوفلاوین با سرطان قسمت فوقانی رود ارتباط دارد و کمبود ویتامین A و چربی به بروز سرطان معده و دهانه رحم کمک مینماید (۶) . از طرف دیگر بین سوء تغذیه و عدم کفایت سیستم ایمنی ارتباط هایی مشاهده گردید فاست (۱۱۰) . اکثر پژوهشگران بر این عقیده فاند که سلولهای سرطانی ممکن است در بدن همه افراد موجود باشند ولی احتمال رشد و تکثیر آنها به کارائی سیستم ایمنی و یا سیستم دفاعی میزان بستگی دارد (۱۲) .

بنابر این علاوه بر عوامل محیطی و بیوسهای سرطانزا و عوامل ایمنی و ژنیتکی

نیز میتوانند در ایجاد و بروز سرطان دخالت داشته باشند (۵) .

از میان انواع سرطان ، سرطان مری را میتوان بعنوان يك بیماری مهلك

نام برد .

میزان وقوع این بیماری بیشتر بمتوزیع جغرافیایی آن بستگی دارد (۱۳۰۳) . برای

مثال ، مطالعاتی که در باره سرطان مری در سالهای ۱۹۶۶-۱۹۶۷ در ایران انجام

گرفت ، و توزیع میزان وقوع این بیماری را در قسمتهائی از کشور بـخـمـشـوـی

شمال خراسان ، آذربایجان شرقی و غـرـبـی

وبالاخره قسمت شرقی دریای مازندران تعیین نمود ، نشان داد که میزان وقوع سرطان مری در قسمت شرقی دریای مازندران (نواحی گنبد و گرگان) نسبت به سه منطقه بر نقاط مورد بررسی خیلی زیادتر است (۳) . همچنین نتایج تحقیقاتی که در سالهای اخیر انجام گرفته اند نشان می دهند که میزان وقوع سرطان مری در منطقه شمال ایران نسبت به سه منطقه نقاط دیگر ایران کمبود بررسی قرار گرفته اند خیلی بیشتر است (۳) . علاوه بر این نتایج این تحقیقات نشان می دهند که میزان وقوع سرطان مری در منطقه شمال ایران نسبت به سه منطقه دنیا نیز بیشتر است (۱۶۹) . مطالعات زیادی درباره علت یا علل پیدایش سرطان مری انجام گرفته اند و برای پیشگیری و تشخیص و درمان آن نیز کوششهایی بعمل آمده است ، همچنین مطالعاتی در خصوص عوامل گوناگونی که امکان دارد به بروز و رشد غده سرطان مری در انسان کمک نمایند انجام گرفته و عواملی چند نیز از طریق معاینه بیماران و نمونه برداری از آنها شناخته شده اند ، بطور نمونه امکان دارد تغییراتی که در مخاط مری قبل از وقوع سرطان بوجود می آیند به ایجاد این بیماری کمک نماید (۷) . از میان این عوامل شناخته شده ، کمبود مواد مغذی رامیتوان نام برد (۱۲) . برای مثال ، در حالت سندرم پلور-وینسون (کم خونی ناشی از فقر آهن ، بیماری که سبب تنگی نسج فوقانی مری میشود و در نتیجه سوء بلع پیش می آید) شرایط برای ایجاد سرطان مری مساعد میشوند (۱۲) . چگونگی تشکیل زخمهای اپی تلیال در سندرم پلوسوم - وینسون کاملاً روشن نیست . کمبود آهن میتواند در این مورد نقش مهمی داشته باشد ولی کمبود سایر مواد مغذی (ریوفلاوین ، تیامین ، پیدوکسین و پروتئین) و عوامل ژنتیکی را نیز در ایجاد این بیماری موثر میدانند (۱۲) .

۱-۲- سرطان مری : در دنیا تقریباً ۱۶ درصد موارد سرطانی را سرطان مری تشکیل میدهد . با اصطلاح طمسی این سرطان " اصلی و اولیه " است ، یعنی از نقاط دیگر بدن به مری سرایت نمی کند . معمولاً سرطان " ثانوی " در این عضو بسیار نادر است (۹۳) . مری لوله ای است بطول ۲۳-۲۵ سانتیمتر که گویا حنجره را به معده متصل میکند . این عضو از چهاربخش گردنی ، سینه ای فوقانی ، سینه ای میانی و سینه ای تحتانی تشکیل شده است (۱۸) .

۱-۲-۱- شکل های سرطان مری

سرطان مری ب یکی از سه شکل زیر ظاهر میشود (۹۳) .

(١) - شکل جوانه دار

(٢) - شکل زخمی *

(٣) - شکل انفیلترانت (ارتشاشی)

**

اولحاظ یافت شناسی ، سرطان مری معمولاً* (اپید تلوامای مالپیگی سنگ فرشی) است .

١- ٢- ٢- علائم سرطان مری :

سرطان مری بیشتر در ثلث میانی و تحتانی مری بروز میکند . علائم بیماری که بیمار آنها را

احساس می کند عبارتند از (١٣) :

(١) - سختی بلع (٤) - زیاد شدن آب دهان .

(٢) - درد (٥) - بدبوئی دهان .

(٣) - استفراغ (٦) بی اشتهائی و دوری از گوشت و چربی

١- ٢- ٣- سیر بیماری :

* سرطان مری باعث سختی بلع و کم غذایی و از دست رفتن آب انساج ، سرعت باعث لاغری و ضعف میگردد . شخص بیمار حتی قادر به خوردن آب نیست و دچار تشنگی بسیار شدید و غیر قابل تحملی میگردد و ادرارش کاهش مییابد و بیوست شدیدی فرا میرسد و بیمار تقریباً پوست و استخوان شده و چشمانش در حدقه فرو میرود (٩٣) . در اثر بیماری ، فرد مبتلا قادر نیست خوب غذا بخورد و تنفس کند در نتیجه دچار بیماری تنفسی و گرسنگی شدید میشود . همچنین اکثر این بیماران غذای دریافتیشان کاهش مییابد و دچار سوء تغذیه پروتئین کم انرژی و هیپوآلبومینی (کاهش مقدار آلبومین در خون) میگردد و وزن از دست میدهند . به علت شدت کمبود تغذیه پروتئین انرژی تعادل ازت منفی شناسیده و $TIBC$ (*Total Iron Binding Capacity*) مقدار کل ظرفیت و پیوستگی ترا سفرین با آهن (سرم گاهی می یابد (١٩) .

توضیح (ارتشاح) مادی غیر معمولی یا بیش از معمول در بافت یاسلول . *Infiltrante* *

افزایش یافت پوششی ، غده بد خیمی است که از نسج اپی تلیال معمولاً*
Malpighian tessellated epithelium .
 از پوست سر چشمه میگردد .

۱- ۲- ۴- خطر ابتلا به بیماری :

خطر ابتلا به این بیماری در سه دهه اول زندگی نادر می باشد و سن ابتلا به این بیماری بیشتر بین ۶۵- ۴۰ سالگی است (۲۰) . مردان بیشتر از زنان بسرطان مری دچار میشوند و علیرغم دامنه تغییرات بسیار وسیع آن ، این نسبت بطور معمول ۴ به یک است (۲۱) .

۱- ۲- ۵- تشخیص و درمان بیماری :

بهترین راه تشخیص سرطان مری توسط اندوسکوپی (درون بینی) و آزمایش سیتولوژیکی (سلول شناسی) است ، که این دو راه مورد تأیید اکثر محققین می باشد زیرا تشخیص زود بیماری سبب میشود عمل جراحی قبل از پیشرفت بیماری انجام گیرد و بیمار درمان گردد (۲۲) . بیمسایران را میتوان حتی ۲- ۳ ماه بعد از بروز بیماری با عمل جراحی یا رادپوتراپی معالجه کرد (۲۲) . تغذیه اینگونه بیماران به وسیله لوله معقول بنظر میرسد ، زیرا هم از اختلالات تنفسی جلوگیری میکند و هم باندازه کافی به بیمار غذا میرسد و در نتیجه تعادل ازت مثبت شده و مقدار آلبومین و $TIBC$ سرم و همیزان طبیعی بر می گردد (۱۹) .

۱- ۲- ۶- شیوع و وقوع بیماری :

همیزان شیوع و وقوع سرطان مری در نقاط مختلف دنیا متفاوت است ، در قاره آسیا خط کمربندی سرطان مری در آسیای مرکزی واقع شده است . همیزان وقوع این بیماری در خاور میانه ، ایران ، چین ، افغانستان ، آسیای مرکزی و قسمتی از سبیری و شمال غربی چین زیاد است (۱۴ و ۳) . همچنین این بیماری در بعضی از نقاط کشورهای اروپائی نظیر فرانسه و سوئیس شایع می باشد (۱۶ و ۲۳) . فراوانی این بیماری در آسیای مرکزی ، قزاقستان ، ازبکستان ، ترکمن صحرا ، شمال چین و آفریقا بیشتر از سایر نقاط دنیا می باشد (۱۴) .

۱- ۳- آهن :

۱- ۳- ۱- خواص فیزیکی و شیمیائی آهن :

آهن از عناصری است که در بدن دارای نقش اساسی می باشد و این بدلیل نقشی است که آهن در انتقال اکسیژن و الکترون در طول هم دارد (۲۴) . مقدار کل آهن بدن با وزن بدن ، غلظت هموگلوبین ، جنس و همیزان ذخیره موجود در بدن متغیر است . مقدار طبیعی آهن در بدن معمولاً برای مردان بزرگسال در حدود ۵۰ میلی گرم بازا هر کیلوگرم وزن بدن و برای زنان بزرگسال در حدود ۳۵ میلی گرم برای هر کیلوگرم وزن بدن می باشد (۲۴) . دو بخش آهن در بدن قابل تشخیص است : (۱) - قسمت ضروری آن (در حدود ۷۰٪) در هموگلوبین و میوگلوبین و آنزیمهای هم (عوامل مختلف که در انتقال آهن مورد استفاده قرار می گیرند) واقع شده است و (۲) - قسمت غیر ضروری که ذخیره آهن

بدن را تشکیل می‌دهد و به مقدار زیاد در کبد ، طحال و مغز استخوان بصورت فریتین و هموسیدرین وجود دارد (در حدود ۳۰٪) (۲۴) . توزیع گسی بخش ضروری آهن تقریباً بشرح زیر است :

۸۵٪ در هموگلوبین ، ۵٪ در میوگلوبین (يك اتم آهن در هر ملکول ، که مقدار آن حدود ۲-۳ میلی گرم بازا هر گرم وزن ماهیچه های انسان است و بعنوان ذخیره کننده اکسیژن برای عمل متابولیسم ماهیچه ها مورد استفاده قرار میگیرد) و ۱۰٪ بقیه در داخل سلولها بصورت آنزیم هم (سیتوکروم بی ، سیتوکروم اکسیداز ، پر اکسیداز و کاتالاز) بعلاوه مقداری از این قسمت ضروری آهن نیز بصورت کو فاکتور در سایر سیستمهای آنزیمی عمل میکند و مقدار ۱ میلی گرم نیز بصورت انتقالی در پلاسما به ترانسفرین متصل است (۲۴) . ملکول هم حاوی آهن دو ظرفیتی (فرو) است که در مرکز حلقه پرفیرین قرار دارد . هموگلوبین شامل ۴ حلقه پرفیرین میباشد که به پروتئین گلوبین متصل شده اند . میوگلوبین هم مثل همین ترکیب است که حاوی يك دسته فرو پرفیرین میباشد که در ماهیچه اسکلتی بدن و ماهیچه قلب وجود دارد (۲۵) . هموگلوبین و میوگلوبین هر دو با اکسیژن ترکیب میشوند و میوگلوبین قادر است در مدت بیشتری اکسیژن را در خود نگه دارد (۲۵) . مقداری از آهن موجود در گوچه های قرمز وارد سرم شده و بابتا - گلوبولین بنام ترانسفرین متصل میشوند (۲۵ و ۲۴) . عمل متابولیسی آهن بسیار پیچیده و استو بستگی به مقدار تبدیل آهن سه ظرفیتی به دو ظرفیتی دارد . چنانچه آهن بصورت فرو در هموگلوبین و بصورت فریک در مته میوگلوبین و ترانسفرین و فری تین وجود دارد (۲۵) .

۱-۳-۲- جذب آهن :

بدن انسان قادر است که فقط مقدار خیلی کم آهن را دفع نماید از اینمزر تعادل آهن توسط جذب از روده تنظیم میگردد (۲۶ و ۲۷) . جذب آهن خورد شده که در مواد غذایی معمولاً بصورت فریک است به میزان محلول بودن در اسید معده بستگی دارد که آنرا به آهن فرو تبدیل کند . موادی نظیر اسید اسکوربیک ، قندها ، اسیدهای آمینه به جذب آهن کمک مینمایند (۲۶ و ۲۴) .

جذب آهن از روده سه مرحله را طی مینماید (۲۶) :

(۱) - مرحله داخل رودهای ، آهن همراه غذائی که توسط آنزیمهای معده و پانکراس هضم شد بصورت محلول در آمده و داخل روده آماده جذب میگردد .

(۲) - مرحله سلولهای مخاطی ، در این مرحله آهن توسط سلولهای مخاطی گرفته شده و بداخل سلول کشیده میشود ، همان محلی که آهن بصورت فری تین ذخیره میگردد .

(۳) - مرحله درون بدنی ، در این مرحله آهن توسط ترانسفرین پلاسما از سلولهای مخاطی گرفته شده و به کبد و بافتهای سازنده هم (هم سا ز) حمل میگردد .

برای آهن در درون باخته های مخاطی دو مسیر نشان داده است . آهن از طریق یکی از ایندومسیر به سرعت به سطح سرورز باخته مخاط میرود و برای توزیع در بدن وارد پلاسما میشود . طریق دیگر ، آهن درون باخته های مخاطی بصورت فریتین ذخیره میشود . هر چند سابقاً تصور بر این بود که میزان جذب آهن توسط مقدار ذخیره فریتین تنظیم میشود ولی اکنون چنین بنظر میرسد که برعکس ، درست شدن فریتین در نتیجه عدم جذب آهن می باشد ، زیرا این ذخایر فریتین همراه باخته های مخاطی پوسته پوسته شده و دفع میشوند (۲۸) . علیرغم آنکه مکانیسم دقیق جذب آهن هنوز کاملاً شناخته نشده است ولی این نکته مسلم است که بر حسب نیاز بدن میزان جذب آهن نیز تغییر میکند ، زمانیکه ذخایر آهن بدن زیاد است میزان جذب کاهش می یابد و زمانیکه ذخایر بدن کم میشود جذب آهن افزایش می یابد (۲۸) .

عواملی که در روده سبب کاهش عمل جذب میشوند شامل سرعت زمان حمل مواد از روده ، فقدان شیوه معده ، سوء جذب ، رسوب آهن توسط نمکهای فسفات و فیتات ، خوردن مواد قلیائی با مواد رسوب کننده میباشند (۲۴) . عمل جذب بعلت وجود موادی نظیر اسید اسکوربیک و یا ترکیباتی نظیر اسید سوکسینیک ، قندها و سولفور هائی که حاوی اسید های آمینه هستند افزایش می یابد . الکل و کهمود ترشحات داخلی پانکراس نیز سبب تحریک جذب آهن میشوند (۲۴) . علیرغم سالها بررسی و تحقیق هنوز چگونگی عمل جذب آهن بطور کامل تشخیص نشده است و گفته میشود طریقه عمل عبارتست از :

(۱) - در زمان کمبود آهن ، نیمه دوم حاملگی و در زمانیکه گلبولهای قرمز خون تشکیل میشوند جذب آهن افزایش می یابد ، و (۲) در زمانیکه ذخیره آهن در بدن زیاد و میزان گلبول قرمز سازی کم باشد . جذب آهن کاهش می یابد (۲۴) .

آهن غذا بدو شکل جذب بدن میشود (۲۸ و ۲۴) :

(۱) - آهن متصل به هم

(۲) - آهن غیر متصل به هم

آهن متصل به هم به مقدار زیاد قابل استفاده بدن می باشد ولی در ترکیب رژیم غذایی زیاد وجود ندارد و متأسفانه فقط به مقدار ۱ تا ۳ میلی گرم در روز از این طریق به بدن می رسد . آهن غیر متصل به هم کمتر قابل استفاده بدن می باشد و در ترکیب رژیم غذایی به مقدار زیاد در سبزیجات وجود دارد که ۱٪ آن قابل استفاده بدن می باشد . برخی از محققین اعتقاد دارند که هم از جدار مخاطی سلولهای روده گرفته میشود و البته بعد از اینکه از ترکیبات گلوبین بوسیله آنزیم پروتولتیک رها شد (۲۴) . برخی دیگر بر این عقیده اند که بخشش پروتئینی در حین عبور از جدار مخاطی این طیوم برداشته میشود (۲۴) . در هر دو حالت آهن بوسیله مواد جدا کننده هم که احتمالاً یک آنزیم درون سلولی است آزاد گردیده و بشکلی که می تواند به ترانسفرین متصل شود به پلاسما منتقل میگردد . فقط قسمت کمی از هم جذب شده بوسیله سلولهای مخاطی بصورت پرفیرین وارد خون میشود (۲۴) . جذب آهن متصل به هم که کمبود آهن افزایش می یابد ، اما زمانیکه نمکهای غیر آلی آهن وجود داشته باشند این افزایش جذب کاهش می یابد (۲۴) .

جذب آهن از غذا :

کسب اطلاعات درباره چگونگی جذب آهن از غذا خیلی مشکل است . بهترین تخمینی که تا بحال زده شده این است که یک فرد سالم مقدار ۱-۵٪ و فردی که کمبود آهن داشته باشد به مقدار ۲-۱۰٪ از آهن خورده شده را جذب مینماید . حداکثر مقدار آهنی که یک فرد سالم بالغ بطور متوسط در روز جذب میکند حدود ۲-۱ میلی گرم و برای فردی که کمبود آهن داشته باشد حدود ۳-۴ میلی گرم است (۲۴) . لازم به تذکر است که میزان جذب آهن از منابع حیوانی چندین برابر منابع گیاهی است .

۱-۳-۳- حمل آهن :

آهن توسط ترانسفرین در پلاسما حمل میگردد . ترانسفرین یک بتاگلوبولین است که نوعی پروتئین می باشد با وزن ملکولی ۸۶۰۰۰ ، نیمه عمر زیستی آن بین ۱۰-۸ روز است و در کبد درست میشود . در افراد بزرگسال سالم ۱۵-۲۷ گرم ترانسفرین بطور مساوی در بین فضای خارج عروق و داخل آن یافت میشود (۲۵ و ۲۴) . یک ملکول ترانسفرین قادر به حمل دو اتم آهن است و دارای چند وظیفه پیچیده است . ترانسفرین می بایستی از یک طرف آهنی را که از جدار روده جذب میشود و یا آهنی که از محل ذخیره آزاد میشود و یا از تخریب هموگلوبین بدست میآید بخود متصل نماید و از طرف دیگر این آهن را با برای عمل سنتتیز