بسم الله الرحمن الرحيم

پردیس کشاورزی و منابع طبیعی
دانشکده علوم و مهندسی کشاورزی
گروه زراعت و اصلاح نباتات

پایان نامه جهت اخذ درجه کارشناسی ارشد رشته‌ی مهندسی کشاورزی گرایش اصلاح نباتات

عنوان پایان نامه

ارزیابی تنوع ژنتیکی ژنوتیپ‌های مقدماتی گندم نان از نظر مقادیر آهن و روی در شرایط دیم

استادان راهنما:

دکتر صحبت بهرامی نژاد

دکتر رضا حق پرست

استاد مشاور :

مهندس رحمان رجبی

نگارش:

سمیرا الفتی

مهر ماه ۱۳۹۲

کلیه حقوق مادی مترتب بر نتایج مطالعات، ابتکارات و

نوآوری‌های ناشی از تحقیق موضوع این پایان نامه

متعلق به دانشگاه رازی است.

سپاسگزاری

سپاس خدای را که سخنوران، در ستودن او بمانند و شمارندگان، شمردن نعمت های او ندانند و کوشندگان، حق او را گزاردن نتوانند. و سلام و درود بر محمّد و خاندان پاک او، طاهران معصوم، هم آنان که وجودمان وامدار وجودشان است؛ و نفرین پیوسته بر دشمنان ایشان تا روز رستاخیز. .

بدون شک جایگاه و منزلت معلم، اجلّ از آن است که در مقام قدردانی از زحمات بی شائبه ی او، با زبان قاصر و دست ناتوان، چیزی بنگاریم.

اما از آنجایی که تجلیل از معلم، سپاس از انسانی است که هدف و غایت آفرینش را تامین می کند و سلامت امانت هایی را که به دستش سپرده اند، تضمین؛ بر حسب وظیفه و از باب "من لم یشکر المنعم من المخلوقین لم یشکر الله عزّو جلّ" : از **پدر و مادر عزیزم** این دو معلم بزرگوارم که همواره بر کوتاهی و درشتی من، قلم عفو کشیده و کریمانه از کنار غفلت هایم گذشته اند و در تمام عرصه های زندگی یار و یاوری بی چشم داشت برای من بوده اند؛ از استادان باکمالات و شایسته؛ جناب آقایان **دکتر صحبت بهرامی نژاد و دکتر رضا حق پرست** که در کمال سعه صدر، با حسن خلق و فروتنی، از هیچ کمکی در این عرصه بر من دریغ ننمودند و زحمت راهنمایی این رساله را بر عهده گرفتند؛ از استاد مشاوره صبور و باتقوا، جناب آقای **مهندس رحمان رجبی** که راهنما و راهگشای این طریق بودند و ناهمواری های راه را بر این حقیر آسان نمودند سپاسگزارم ؛ و از استادان فرزانه و دلسوز؛ جناب آقایان **دکتر مختار قبادی و دکتر علیرضا زبرجدی** که زحمت داوری این رساله را متقبل شدند؛ کمال تشکر و قدردانی را دارم.

باشد که این خردترین، بخشی از زحمات آنان را سپاس گوید.

لازم می دانم از اساتید گروه زراعت و اصلاح نباتات به خاطر راهنمایشان در طول دوره تحصیلی ام کمال تشکر را داشته باشم.

همچنین از همکلاسهایم و دوستان خوبم خانم ها نوشین محمودی، احترام رمضانی فرزانه، بهاره محمودی و آقای رضا امیری و سایر عزیزانی که مرا در انجام این پژوهش یاری رساندند کمال تشکر را دارم.

تقدیم به:

پدر بزرگوار و مادر مهربانم

آن دو فرشته ای که از خواسته هایشان گذشتند، سختی ها را به جان خریدند

و خود را سپر بلای مشکلات و ناملایمات کردند تا من به جایگاهی که اکنون در آن ایستاده ام برسم.

چکیده

کمبود آهن و روی در جیره غذایی بسیاری از کشورهای جهان موجب بروز مشکلاتی در سلامت مردم شده است. یکی از راهکارهای اساسی برای رفع این مشکل، استفاده از ارقامی از محصولات عمده غذایی مانند گندم در جیره غذایی است که حاوی مقدار بیشتری آهن و روی در دانه باشند. هدف از اجرای این پژوهش که در سال زراعی ۹۱-۱۳۹۰ در مزرعه‌ی معاونت مؤسسه تحقیقات کشاورزی دیم در قالب طرح آماری بدون تکرار تجزیه فضایی اجرا گردید، بررسی تنوع ژنتیکی در ۱۴۲ ژنوتیپ گندم نان از نظر میزان جذب آهن و روی در دانه و سایر صفات زراعی در شرایط دیم، و مقایسه آنها با دو رقم زراعی ریژاو و آذر۲ به عنوان شاهد بود. نتایج نشان داد که دامنه‌ی مقدار آهن و روی دانه به ترتیب از ۷۰/۲۹ تا ۱۰۹/۱۰ و ۳۱/۷۱ تا ۶۱/۰۵ میلی‌گرم در کیلوگرم متغیر بود. مقدار آهن دانه در ۲۴ و ۶۷ ژنوتیپ به ترتیب نسبت به رقم ریژاو و آذر۲ بیشتر بود. از نظر میزان روی دانه رقم آذر۲ برترین ژنوتیپ بود و ۱۱۳ ژنوتیپ نیز از نظر این صفت نسبت به رقم ریژاو برتری نشان دادند. از نظر محتوای آهن پنج ژنوتیپ نسبت به رقم شاهد (ریژاو) و آذر۲ برتر بودند و ژنوتیپ‌های مذکور همچنین از نظر محتوای روی دانه نسبت به ریژاو برتری نشان دادند که به‌عنوان ژنوتیپ‌های با ظرفیت ژنتیکی بالا در جذب و ذخیره‌سازی این ریزمغذی‌ها شناخته شدند. نتایج حاصل از همبستگی بین صفات نشان داد که همبستگی مثبت و بسیار معنی‌داری بین میزان آهن دانه در هکتار با میزان روی دانه در هکتار وجود داشت. با توجه به تنوع ژنتیکی که در ژنوتیپ‌های گندم نان از نظر مقادیر آهن و روی وجود دارد لذا در انتخاب ژنوتیپ‌ها به منظور تغذیه‌ی انسان باید به مقادیر آهن و روی نیز توجه داشت.

کلید واژه‌ها: آهن، تنوع ژنتیکی، روی، ریز مغذی،گندم نان

فهرست مطالب

عنوان **صفحه**

فصل اول: مقدمه

۱-۱- مقدمه..... ۲

۱-۲- هدف تحقیق..... ۴

فصل دوم: کلیات و بررسی منابع

۲-۱- جمعیت و غذا..... ۶

۲-۱-۱- اهمیت اقتصادی و تغذیه‌ای گندم ۶

۲-۲- آهن..... ۷

۲-۲-۱- نقش آهن در تغذیه انسان..... ۷

۲-۲-۲- پراکندگی جغرافیایی آهن در جهان ۱۰

۲-۲-۳-نقش آهن در فیزیولوژی گیاه ۱۱

۲-۲-۴- علائم ظاهری کمبود آهن ۱۱

۲-۲-۵- علل کمبود آهن در گیاه ۱۲

۲-۲-۶- نقش آهن در فتوستز و تکامل کلروپلاست ۱۳

۲-۲-۷- واکنش‌های ریشه در برابر کمبود آهن ۱۴

۲-۳- روی..... ۱۵

۲-۳-۱- نقش روی درتغذیه انسان..... ۱۵

۲-۳-۲- روی در خاک..... ۱۷

۲-۳-۲-۱- پراکندگی جغرافیایی روی در جهان ۱۸

۲-۳-۲-۲-کمبود روی در ایران..... ۱۸

۲-۳-۳- نقش روی در فیزیولوژی گیاه ۱۹

۲-۳-۳-۱- مکانیسم‌های جذب و انتقال در گیاهان..... ۲۰

۲-۳-۴- کمبود و سمیت روی در گیاه..... ۲۰

۲-۴- تنوع در گندم از نظر آهن و روی..... ۲۳

فصل سوم: مواد و روشها

۳-۱- مواد گیاهی و موقعیت محل اجرای آزمایش..... ۲۸

۳-۲- ژنوتیپ‌های بررسی شده ۲۸
۳-۳- خصوصیات طرح آزمایشی و عملیات زراعی ۳۵
۳-۴-تجزیه‌ی شیمیایی خاک ۳۶
۳-۵- صفات مورد بررسی ۳۷
۳-۵-۱- اندازه گیری آهن و روی ۳۹
۳-۵-۱-۱ - هضم نمونه‌های گیاهی ۳۹
۳-۵-۲- عملکرد دانه ۳۹
۳-۵-۳- وزن هزار دانه ۳۹
۳-۵-۴- ارتفاع بوته ۴۰
۳-۵-۵- طول سنبله ۴۰
۳-۵-۶- تعداد دانه در سنبله ۴۰
۳-۵-۷- تعداد سنبله در مترمربع ۴۰
۳-۵-۸- تعداد سنبلچه در سنبله ۴۰
۳-۵-۹- وزن دانه در سنبله ۴۰
۳-۵-۱۰- طول ریشک ۴۱
۳-۵-۱۱- تعداد روز تا سنبله دهی ۴۱
۳-۵-۱۲- تعداد روز تا رسیدگی فیزیولوژیکی ۴۱
۳-۵-۱۳- تراکم سنبله ۴۱
۳-۵-۱۴- مقدار کلروفیل ۴۱
۳-۵-۱۵- محتوای نسبی آب برگ (RWC) ۴۲
۳-۵-۱۶- درجه سبزینگی برگ (براساس قرائت SPAD) ۴۲
۳-۵-۱۷- مساحت سطح برگ پرچم ۴۲
۳-۵-۱۸- سطح مخصوص برگ پرچم ۴۳
۳-۵-۱۹- دمای برگ ۴۳
۳-۵-۲۰- دمای کانوپی ۴۳
۳-۵-۲۱- آب از دست رفته برگ (LWL) ۴۳
۳-۵-۲۲- عملکرد کوانتومی فتوسیستم II و شاخص زنده ماندنی برگ ۴۳
۳-۵-۲۳- انتقال مجدد ۴۴
۳-۶- تجزیه و تحلیل‌های آماری ۴۵

۳-۶-۱- تجزیه همبستگی..... ۴۵
۳-۶-۲- تجزیه خوشه‌ای..... ۴۵
۳-۶-۳- تجزیه به عامل‌ها..... ۴۵
۳-۶-۴- روش ناپارامتری رتبه..... ۴۵

فصل چهارم: نتایج و بحث

۴-۱ - نتایج تجزیه فضایی برای صفات اندازه گیری ۴۷
۴-۱-۱- بررسی صفات با آزمون حداقل اختلاف معنی دار..... ۴۷
۴-۱-۲- نتایج حاصل از همبستگی ساده بین صفات مورد مطالعه..... ۷۶
۴-۱-۳- نتایج حاصل از تجزیه به عامل‌ها..... ۸۰
۴-۱-۴- نتایج حاصل از تجزیه خوشه‌ای..... ۸۳
۴-۲- ارزیابی ژنوتیپ‌ها، براساس روش ناپارامتری رتبه..... ۸۶
۴-۲-۱- رتبه‌بندی صفات میزان آهن و روی دانه، درصد انتقال مجدد ساقه، دمای کانوپی و عملکرد دانه..... ۹۳
۴-۳- بحث و نتیجه‌گیری..... ۱۰۲
۴-۴- پیشنهادات..... ۱۰۷

منابع..... ۱۰۹

فهرست اشکال

عنوان **صفحه**

شکل ۳-۱- نمودار میزان بارندگی سال زراعی ۹۱-۱۳۹۰.....۳۶

شکل۴-۱- پلات مقادیر ویژه برای هرکدام از عامل‌های حاصل ازتجزیه به عامل‌ها با چرخش واریماکس.....۸۳

شکل۴-۲- دندروگرام حاصل ازتجزیه خوشه‌ای ژنوتیپ‌های مورد مطالعه ۸۵

فهرست جداول

عنوان **صفحه**

جدول۳-۱- موقعیت جغرافیایی منطقه سرارود، معاونت مؤسسه تحقیقات کشاورزی دیم..... ۲۸
جدول ۳-۲- ژنوتیپ‌های گندم نان مورد مطالعه..... ۲۹
جدول ۳-۳- تجزیه‌ی شیمیایی خاک مورد بررسی..... ۳۷
جدول۳-۴- صفات مورد مطالعه..... ۳۸
جدول ۴-۱- مقایسه میانگین صفات اندازه گیری شده و روش تصحیح آن‌ها در گندم نان ۵۶
جدول ۴-۲- همبستگی صفات مورد بررسی..... ۷۸
جدول ۴-۳- سهم صفات موردآزمایش در هرکدام از عامل‌ها..... ۸۲
جدول ۴-۴- رتبه ژنوتیپ‌ها، از نظر صفات مورد برسی..... ۸۷
جدول ۴-۵- رتبه ژنوتیپ‌ها، از نظر میزان آهن و روی دانه، درصد انتقال مجدد ساقه، دمای کانوپی و عملکرد دانه ۹۴

فصل اول

مقدمه

۱-۱- مقدمه

پیش بینی می‌شودکه جمعیت جهان در سال ۲۰۵۰ به ۸/۵ میلیارد نفر برسد (امام، ۱۳۸۳). بیشترین افزایش جمعیت مربوط به اروپا، آمریکای لاتین و آسیاست. این مناطق در سالهای اخیر با مشکلات جدی تولید غذا، بحران آب و نارسایی‌های تغذیه‌ای مواجه شده‌اند (خوشگفتارمنش، ۱۳۸۶). مطابق گزارش پینستروپاندرسون[1] (۱۹۹۹)، بیش از ۸۰۰ میلیون نفر در کشورهای در حال توسعه به دلیل عدم دسترسی به غذای کافی، دچار سوءتغذیه هستند. این مشکل درآسیا نیز گسترش داشته به طوری که حدود ۷۰ درصد افراد دچار سوء تغذیه در دنیا، در آسیا و به ویژه در هند و چین ساکن می باشند.

در کشورهای در حال توسعه جهان غلات نقش مهمی در مصرف کالری روزانه دارد(کک‌مک، ۲۰۰۸). شصت درصد پروتئین‌های مورد نیاز انسان به وسیله غلات تأمین می‌شود که در این میان گندم بیشترین اهمیت را دارد (تاج بخش و پور میرزا، ۱۳۸۶). گندم اولین غله و مهم‌ترین گیاه زراعی دنیا است که غذای اصلی حدود یک سوم از جمعیت جهان از دانه‌ی آن است (ارزانی، ۱۳۷۸). در ایران مانند بسیاری از نقاط جهان نان حاصل از گندم مهم‌ترین ماده غذایی روزانه مردم را تشکیل می‌دهد (کاظمی، ۱۳۷۳). افزایش غلظت عناصر غذایی ضروری به ویژه آهن و روی در دانه‌ی گندم، برای ارتقاء سلامت افراد جامعه و رفع عوارض ناشی از سوء تغذیه، اهمیت ویژه‌ای دارد (ملکوتی، ۱۳۷۹). بنابراین افزایش غلظت روی و آهن محصولات غذایی ضروری مثل گندم از چالش‌های مهم جهان است (کوتمان و یازی سی[2]، ۲۰۱۰). عناصری مانند آهن و روی در جیره غذایی ریز مغذی نامیده می‌شوند، زیرا به مقدار بسیار کم از آن‌ها در جیره غذایی روزانه احتیاج است اما همین مقدار جزئی نقش مهمی در فرآیندهای شیمیایی بدن دارد و از این طریق به حفظ و ارتقای سلامت انسان کمک می‌کند. (حق پرست،۱۳۸۷).کمبود عناصر کم مصرف در کشورهای در حال توسعه یافته و جهان سوم صنعتی گسترش دارد. بیش از۳ میلیارد نفر از مردم دنیا از کمبود آهن و روی رنج می‌برند(رنگل[3] وگراهام، ۱۹۹۵؛ کک مک[4] و همکاران،۱۹۹۶؛گراهام وهمکاران، ۲۰۰۱ ؛ هی و نارا[5]، ۲۰۰۷؛ مایر[6] و همکاران، ۲۰۰۸).

[1] Pinsturp- Anderson
[2] Kutman and Yazici
[3] Rengel and Graham
[4] Cakmak
[5] He and Nara
[6] Mayer

مصرف غلات فقیر از عناصر غذایی کم‌مصرف به عنوان رژیم اصلی غذایی وضعف قابلیت جذب آهن و روی در این غذاها، علت اصلی گسترش کمبود این دو عنصر در کشورهای در حال توسعه است(ولچ[1] و همکاران، ۱۹۹۹؛ گراهام و همکاران،۲۰۰۱). دلیل اصلی کمبود توأم آهن و روی در انسان یا کم خونی ایرانی، کمبود این عناصر در محصولات غذایی اساسی مانند گندم و برنج است (گراهام و همکاران، ۲۰۰۱؛ ثواقبی فیروزآبادی و همکاران،۱۳۸۱).

کم خونی یکی از شایع ترین بیماری‌ها است که امروزه در کشورهای توسعه یافته و در حال توسعه شیوع دارد. براساس آمارهای منتشره و مطابق با معیارهای سازمان بهداشت جهانی[2] حدود ۱۴۹ میلیون نفر در ناحیه‌ی مدیترانه‌ی شرقی مبتلا به کم خونی هستند (ال- سهن[3]، ۲۰۰۰).کم خونی فقر آهن شایع‌ترین نوع کم خونی و شایع ترین اختلال تغذیه ای در دنیا است (تیل و فرانکویس[4]،۲۰۰۴). عنصر روی مورد نیاز بسیاری از آنزیم‌ها می‌باشد و نقش‌های ساختاری حیاتی در بسیاری از پروتئین‌ها از جمله عوامل بیشمار دخیل در رونویسی، بازی می کند (هرشفینکل[5]، ۲۰۰۶؛ پلمگرن[6] و همکاران، ۲۰۰۸).

تحقیقات ثابت کرده است که رابطه تنگاتنگی بین خاک، گیاه و انسان سالم وجود داشته و منشأ اکثر کمبودها و بیماری‌های انسان به سوء تغذیه بر می‌گردد (سنچز و سومینتن[7]، ۲۰۰۵؛ ملکوتی و همکاران، ۱۳۸۸). تغذیه نا متعادل گیاهی که متأسفانه امروزه گریبان‌گیر بخش کشاورزی کشور شده است منجر به سوء تغذیه انسان‌ها گردیده است (ملکوتی و همکاران، ۲۰۰۶؛ ملکوتی[8] و همکاران،۲۰۰۸). بهبود وضعیت تغذیه گیاهان از طریق مصرف کودهای شیمیایی و حفظ حاصلخیزی خاک بود (لونراگان[9]، ۱۹۹۷). از طرف دیگر مصرف کودهای شیمیایی موجب افزایش نگرانی در ایجاد مشکلاتی از جمله مصرف زیاد انرژی، سرمایه و نیروی کار، آلودگی محیط زیست و تخریب منابع شده است (یو[10] و رنگل ، ۱۹۹۱).

غنی سازی زیستی[11]یکی از مهم‌ترین راهکارهای پیشنهادی جهت غلبه بر فقر غذایی در مناطق توسعه‌یافته و یا در حال توسعه است (هیرشی[12]، ۲۰۰۸؛ کک مک، ۲۰۰۷). هدف غنی‌سازی زیستی توسعه گیاهانی است که دارای مقادیر بالایی از ریز مغذی‌ها در بخش‌های خوراکی خود می‌باشند (پالمگرن و همکاران، ۲۰۰۸؛ خوشگفتارمنش[13] و همکاران، ۲۰۱۰).

---

[1] Welch
[2] World Health Organization (WHO)
[3] El- Sahn
[4] Theil and Francois
[5] Hershfinkel
[6] Palmgren
[7] Sanchez and Swaminathan
[8] Malakouti
[9] Loneragan
[10] Yu
[11] Biofortification
[12] Hirschi
[13] Khoshgoftarmanesh

به این صورت که غلات نظیر گندم توسط روش‌های اصلاح گیاه و یا با استفاده صحیح از کودهای شیمیایی پرورش می‌یابند (آلووی[1]، ۲۰۰۹). این روش یک راه حل پایدار، مقرون به صرفه، آسان‌تر و نسبت به روش‌های دیگر عملی‌ترین می‌باشد (ولچ و گراهام، ۱۹۹۹a؛ فروساد[2] و همکاران، ۲۰۰۰؛ کک مک، ۲۰۰۰؛ اختر[3] و همکاران، ۲۰۱۰؛ زو[4] و همکاران، ۲۰۱۱). با این حال اصلاح گیاهان و مهندسی ژنتیک یک فرآیند طولانی مدت است و غنی سازی محصولات برای عناصر مغذی، روند بسیار کندی دارد. فاکتورهای متعددی در آهستگی این فرآیند دخیل هستند مثل فقدان ژن‌های مدنظر (ژن‌های مقصد) و اثر متقابل بین ژنوتیپ‌ها و محیط (کک مک، ۲۰۰۸؛ پالمگرن و همکاران، ۲۰۰۸).

از آنجایی که گیاهان سرآغاز بسیاری از زنجیره‌های غذایی هستند، بنابراین بهبود جذب مواد معدنی از خاک و افزایش حرکت آن‌ها به سمت مواد قابل دسترس زیستی در بخش‌های خوراکی گیاهان، مزایای زیادی برای تغذیه انسان و حیوان فراهم می‌کند (پالمگرن و همکاران، ۲۰۰۸؛ هیرشی، ۲۰۰۸).

زیر بنای این نظریه بر تفاوت ژنوتیپ‌های مختلف در جذب عناصر ریز مغذی و نیز تخصیص و تجمع بیشتر این عناصر (نظیر آهن، روی، .....) در دانه می‌باشد. بنابراین یکی از روش‌های مقابله با کمبود آهن و روی در جیره غذایی، اصلاح ارقامی از گندم است که میزان بالایی آهن و روی در دانه جذب نمایند (حق پرست و همکاران، ۱۳۸۷).

۱-۲- هدف تحقیق

مطالعه‌ی حاضر به منظور دستیابی به اطلاعاتی جدید در رابطه با وجود تنوع ژنتیکی تعدادی از ژنوتیپ‌های گندم نان از نظر محتوای آهن و روی و نیز ارزیابی عملکرد و اجزای عملکرد دانه صورت گرفت.

[1] Alloway
[2] Frossard
[3] Akhtar
[4] Xu

فصل دوم

کلیات و بررسی منابع

۲-۱-جمعیت و غذا

جمعیت کره زمین پیوسته در حال افزایش است. این جمعیت که در سال ۱۹۳۰ میلادی تنها دو میلیارد نفر بود، در سال ۱۹۹۹ به ۵/۳ میلیارد نفر رسید و در سال ۲۰۰۰ میلادی از شش میلیارد نفر تجاوز کرد و پیش بینی می‌شود که درسال ۲۰۲۵ میلادی به ۸/۵ میلیارد نفر برسد (امام، ۱۳۸۳). بیش از ۷۵ درصد جمعیت جهان در کشورهای در حال توسعه می‌باشد که امروزه با مشکل گرسنگی وسوء تغذیه دست به گریبان هستند. گرچه تعداد زیادی از متخصصان بر این باورند که گرسنگی کنونی بشر عمدتاً به دلیل توزیع ناعادلانه‌ی غذا است، ولی اگر جمعیت همچنان بطور بی‌رویه افزایش یابد، ممکن است گرسنگی آینده‌ی بشر به دلیل کافی نبودن تولید غذا باشد (گالاگر[1]، ۱۹۸۴). ازدیدگاه کارشناسان کشاورزی، افزایش تولید مواد غذایی تنها راه حل مشکل گرسنگی است (امام و نیک نژاد، ۱۳۷۴). جمعیت کشور ایران در سال ۱۴۰۰ بر مبنای نرخ رشد ۳ درصد، به ۱۳۴ میلیون نفر می‌رسد. بر مبنای نرخ رشد ۲ درصد، جمعیت کشور در سال ۱۴۰۰ از ۱۲۰ میلیون نفر تجاوز می کند (مظاهری، ۱۳۷۶).

۲-۱-۱- اهمیت اقتصادی و تغذیه‌ای گندم

تولید جهانی گندم در سال ۲۰۱۱ میلادی حدود ۷۰۴ میلیون تن بوده است. ایران چهاردهمین رتبه جهان از نظر تولید گندم دارد. طبق گزارشات اخیر در سال زراعی ۲۰۱۰-۲۰۱۱ میلادی سطح زیر کشت گندم بیش از ۷ میلیون هکتار و تولید کل آن حدود ۱۴/۳ میلیون تن در ایران بود (فائو، ۲۰۱۱). البته نزدیک به ۷ درصد گندم تولیدی در سطح جهان به عنوان بذر مصرف می‌شود. بر این اساس سالانه به بیش از ۴۰ میلیون تن گندم بذری برای کاشت جهان نیاز است (بوشوک[2]، ۱۹۷۶). در دنیای امروز، گندم محصول عمده غذایی بشمار می‌رود. بیش از۳۰ درصد اراضی زیر کشت را این محصول به خود اختصاص داده است (حدود ۲۳۸ میلیون هکتار از۷۶۰ میلیون هکتار). تامین مواد غذایی انسان و همچنین دام‌های مختلف در طبیعت به فراورده‌های مختلف کشاورزی اختصاصی می‌یابد (کریمی،۱۳۷۱). گندم به تنهائی حدود ۲۰ درصد از انرژی بدن انسان را تأمین می کند (تاج بخش و پور میرزا،۱۳۸۶).

[1] Gallager
[2] Bushuk

گندم غذای عمده انسان است که به شکل‌های گوناگون مصرف می‌شود. مانند: نان، شیرینی‌های مختلف، مواد نشاسته‌ای، مواد پروتئینی و غیره (کریمی، ۱۳۷۱). یکی از بارزترین خصوصیات گندم تنوع گسترده مصارف آن می‌باشد. علاوه بر تولیدات قابل پیش بینی گندم مانند: نان، ماکارونی، بیسکوییت، نان قندی، رشته فرنگی، چوب شور، کیک، غلات صبحانه و پودینگ؛ گندم (یا بخشی از آن) همچنین به طور گسترده‌ای برای تولیدات زیر استفاده می‌شود: نوشابه، ویتامین‌ها (تیامین، ریبوفلاوین، نیاسین)، فرآورده‌های گوشتی، قندها (گلوکز، مالتوز، فروکتوز، دکستروز)، خوراک‌های همراه غذای اصلی (سوپ‌ها، خورش‌ها، سس‌ها)، تنقلات، نشاسته، مقوا، سبوس، سمولینا، ورقه‌های بسته‌بندی قابل تجزیه زیستی، گلوتن، شیرینی‌جات، بلغور و جوانه گندم؛ در حالی که دیگر غلات دانه‌ای عمده (برنج و ذرت) نیز در درجه دوم اهمیت قرار داشته و دارای کاربردهای صنعتی هستند، ولی هیچ یک مانند گندم یک محصول چند کاربردی کامل نیستند (کافی و همکاران، ۱۳۸۳). پروتئین‌های دانه گندم دارای ۱۰ اسیدآمینه ضروری (مانند لیزین، فنیل آلانین، متیونین می‌باشد. نشاسته گندم به سادگی هضم می‌شود زیرا دارای مقدار زیادی پروتئین می‌باشد و نشاسته آن شبیه ذرت و سیب‌زمینی بوده و گرانتر از آنها نمی‌باشد (نور محمدی، ۱۳۸۶). گندم به علت داشتن نشاسته، پروتئین، خواص نانوائی خوب بر سایر غلات ترجیح داده می‌شود. گرچه از سایر غلات نیز می‌توان نان تهیه کرد ولی تا امروز آرد هیچ کدام از غلات در تهیه نان جهت تغذیه انسان نتوانسته با گندم رقابت کند. این ممکن است به علت پروتئین مخصوصی به نام گلوتن باشد (تاج بخش و پور میرزا، ۱۳۸۶).

اهمیت گندم به لحاظ ویژگی گلوتن است که بخش چسبنده از پروتئین‌های سخت آندوسپرم می‌باشد، گلوتن ترکیبی از گلیادین و گلوتینین است که گلیادین باعث کش آوردن خمیر و گلوتینین باعث ورآمدن خمیر می‌شود، درضمن هنگامی‌که برای تولید قرص نان خمیر ورآمده حرارت داده می‌شود این بخش پروتئینی پیوند شده و با یکدیگر نگه داشته می‌شود، فقط گندم و با نسبت کمتری چاودار و تریتیکاله این خصوصیت را دارا می‌باشند (ارزانی، ۱۳۷۸).

۲-۲- آهن

۲-۲-۱- نقش آهن در تغذیه انسان

آهن[1] یکی از ریز مغذی های حیاتی در تغذیه انسان می‌باشد که کمبود آن باعث بروز کم‌خونی فقر آهن می‌شود (گوچرون[2]،۲۰۰۰). اصلی‌ترین دلیل بروز این کم خونی را به دریافت ناکافی، جذب ناکافی یا ترکیبی از هر دو مورد نسبت می‌دهند (زیاو زو[3]، ۲۰۰۵). کمبود آهن یکی از مهم‌ترین و عمومی‌ترین کمبودهای تغذیه‌ای در جهان است که گستردگی وسیعی دارد.

[1] Iron
[2] Gaucheron
[3] Xia and XU

در کشورهای در حال توسعه کمبود آهن شیوع بیشتری دارد (مورتودت[1]،۱۹۹۱). شیوع کم‌خونی بین زنان ۵۹-۱۵ ساله در کشورهای صنعتی ۱۰/۳ درصد و در کشورهای غیرصنعتی ۴۲/۳ درصد است.کم‌خونی فقر آهن شایع‌ترین شکل کم‌خونی تغذیه‌ای است که بیش از۲ میلیارد نفر در دنیا به آن مبتلا می‌باشد (زیا و زو، ۲۰۰۵). در خاورمیانه ۵۰ درصد از زنان حامله و کودکان زیر هفت سال از کمبود آهن رنج می برند (ملکوتی، ۱۳۷۹). براساس گزارشات ۵۳-۱۳ درصد زنان و دختران، ۳۰-۱۲ درصد کودکان و ۸ درصد مردان از کم‌خونی آهن که عمده‌ترین نارسایی تغذیه‌ای در کشور است رنج می‌برند(صفوی و همکاران، ۱۳۷۸). مهم‌ترین گروه‌های حساس به کمبود آهن کودکان، نوجوانان، زنان شیرده حامله هستند (مورتودت،۱۹۹۱).

از مهم‌ترین عوارض کم‌خونی در نوجوانان و بالاخص دختران می‌توان به عدم توانایی در حفظ درجه‌ی حرارت بدن، کاهش هورمون‌های تیروئیدی،کاهش مقاومت بدن، خستگی، عوارض روانی و رفتاری و در موارد شدید علایم بالینی از قبیل زبان قرمز و متورم، ناخن قاشقی شکل و هموراژی(در زنان) اشاره کرد که نمایانگر کمبود آهن می‌باشد. همچنین عوارض اقتصادی اجتماعی آن مانند کاهش توان جسمی و مغزی همراه با افت آموزشی و کاهش کارایی در جمعیت مبتلا است(سوسن[2]، ۱۹۸۹؛ ماهان[3] و همکاران، ۱۹۹۲).

وجود آهن برای ادامه حیات اساسی و ضروری است. این عنصر برای تولید هموگلوبین موجود در گلبول‌های قرمزخون، میوگلوبین (ماده رنگین عضلات) و بعضی آنزیم‌ها ضروری است. آهن برای سوخت وسازصحیح ویتامین‌های B ضروری است. به رشد کمک کرده، رنگ موزون به پوست می‌دهد وکم‌خونی‌های حاصل از کمبود آهن را معالجه و پیش‌گیری می‌کند(ضیائیان،۱۳۸۲).

تقریباً ۶۰ درصد از آهن بدن در هموگلوبین و ۸ تا ۹ درصد در میوگلوبین وجود دارد. هموگلوبین و میوگلوبین به ترتیب مسئول انتقال و ذخیره اکسیژن هستند. چون گلبول‌های قرمز خون هر یکصد و بیست روز یکبار تجدید می‌شوند، هموگلوبین که بیشتر آهن بدن را د ربر دارد دوباره مورد استفاده قرار گرفته، در ساختمان گلبول‌ها به کار می‌رود و مقدار کمی از آهن نیز در عضلات به صورت اتصال پروتئینی ذخیره می‌شود(مورتودت، ۱۹۹۱). مهم‌ترین ریز مغذی که برای انتقال اکسیژن از شش‌ها به بافت‌ها اهمیت دارد،آهن است. آهن اکسیژن را برای تولید انرژی حمل می کند همچنین به عنوان یک فاکتور در تعدادی از آنزیم‌های متابولیکی نظیر سیتوکروم اکسیداز عمل می‌کند(پلی سانگام[4] و همکاران، ۱۹۹۷؛ باترا و سیت[5]، ۲۰۰۲؛ بارد[6] و همکاران، ۲۰۰۶).

[1] Mortvedt
[2] Susan
[3] Mahan
[4] Ployangam
[5] Batra and Seth
[6] Beard

مقدار متوسط آهن در بدن یک فرد بالغ ۷۰کیلوگرمی، ۵-۴ گرم و یا به عبارت دیگر ۶۰ تا ۷۰ میلی‌گرم در کیلوگرم است(مورتودت،۱۹۹۱). مقدارمصرف روزانه برای بالغین ۱۸ میلی‌گرم و برای زنان باردار و شیرده بیشتر از ۱۸ میلی‌گرم در روز توصیه شده است.بدن زنان دو برابر مردان آهن از دست می‌دهد. برای جذب آهن در بدن مس،کبالت، منگنز و ویتامین ث مورد نیاز است.

معمولاً آهن موجود در محصولات غذایی به صورت یون آهن سه ظرفیتی یا آهن غیر هموگلوبین[۱] می‌باشد که قابلیت جذب آن کم است دسترسی زیستی آهن در هموگلوبین[۲] موجود در گوشت حیوانات بیشتر از آهن غیر هموگلوبین در مواد غذایی گیاهی است (گیبسون[۳]، ۱۹۹۴). مطالعات متعددی که در مورد گوشت قرمز انجام شده، نشانگر افزایش خطر سرطان روده در افرادی هستند که بالاترین مصرف گوشت قرمز را دارند و بنابراین توصیه می‌شود گوشت قرمز زیاد مصرف نشود وآهن مورد نیاز از منابع گیاهی تأمین شود (غضنفری، ۱۳۹۰). ترکیباتی مانند ویتامین C و اسیدآمینه‌های گوگرددار مانند متیونین، لیزین و سیستیین هستند که افزایش آن‌ها در مواد غذایی گیاهی از طریق دستکاری ژنتیکی، جذب ریز مغذی‌های معدنی را تسهیل می‌نماید. ویتامین C با تبدیل آهن سه ظرفیتی به آهن دو ظرفیتی موجب جذب بهترآن می‌شود (گراهام و همکاران، ۲۰۰۱). مسئله اصلی این است که رژیم‌های غذایی براساس مواد غذایی غیر حیوانی، معمولاً محتوی مقدار زیادی اسید فیتیک است که یکی از اجزای اصلی دانه در غلات می‌باشد. این اسید مانع از جذب آهن غیر هموگلوبین و روی می‌گردد (آلن[۴] و همکاران، ۱۹۹۲).

غذاهای سرشار از آهن عبارتند از لوبیا سبز، کلم، کاهو، اسفناج و جوانه گندم که هر ۲۰ میلی‌گرم از آن‌ها ۱۰۰ کیلوکالری انرژی دارد. منابع دارای آهن متوسط شامل آرد سفید، آرد گندم، جو و تخم مرغ و منابع فقیر آهن مانند سیب، شیر، سیب‌زمینی، برنج وشکرسفید می‌باشد (وان کمپن[۵]، ۱۹۹۱). بایستی اشاره نمود که کم‌خونی ناشی از آهن در انسان ارتباطی با کمبود آهن در خاک یا گیاهان ندارد اما با فراهمی کم آهن در جیره غذایی و یا جذب کم آن ارتباط دارد. تعدادی از ترکیبات از جذب آهن می‌کاهند. فیتات (اینتول هگزا فسفات) ترکیب شناخته شده‌ای است. معمولاً افزایش نمک‌های سدیم پتاسیم فیتات از جذب آهن جلوگیری می کنند. این ترکیب در گندم وجود دارد و همراه با فیبر از جذب آهن موجود در گندم می‌کاهند. علاوه بر این مصرف زیادی و نامتعادل روی و مس از جذب آهن جلوگیری می‌کنند(مارشنر[۶]، ۱۹۹۵).

[1] non-heme
[2] heme-Fe
[3] Gibson
[4] Allen
[5] Van Campan
[6] Marschner