کیفیت تغذیه‌ای آرد گندم غنی شده با آهن و روی

امیرحسین خوشگفتارمنش, مهدی کدیور, حسن عربزادگان, گلنوش عباس‌منش و عباس دارا

خلاصه

غنی‌سازی آرد به عنوان یکی از راهکارهای برطرف کردن کمبود عناصر کم‌نیاز به ویژه آهن و روی در بسیاری از کشورها رایج شده است. با این وجود اطلاعات کمی درباره تأثیر غنی‌سازی آرد بر کیفیت غذائی نان گندم وجود دارد. بنابر این هدف پروژه حاضر بررسی برخی جنبه‌های کیفیت تغذیه‌ای خمیر و نان تهیه شده از آردهای غنی‌شده با آهن و روی بود. یک آزمایش فاکتوریل با دو نوع آرد (با و بدون سبوس) و پنج تیمار غنی‌سازی انجام شد. تیمارهای غنی‌سازی عبارت بودند از: افزودن ۳۰ میلی‌گرم آهن, ۳۰ میلی‌گرم آهن به همراه ۲ میلی‌گرم اسید فولیک, ۳۰ میلی‌گرم آهن به همراه ۳۰ میلی‌گرم روی, ۳۰ میلی‌گرم روی در کیلوگرم آرد و شاهد. غلظت آهن, روی, کادمیم و اسید فیتیک در آرد, خمیر و نان و نیز رنگ و مزه نان جداگانه اندازه‌گیری شد. اضافه کردن سولفات آهن به آرد سبب افزایش معنی‌دار غلظت آهن در خمیر تازه, خمیر ورآمده و نان شد. اضافه کردن روی به آرد نیز سبب افزایش غلظت روی در خمیر و نان شد. در کلیه تیمارهای غنی‌سازی غلظت آهن و روی در خمیر و نان سبوس‌دار بیش از خمیر و نان بدون سبوس بود. در کلیه تیمارهای غنی‌سازی, غلظت آهن و روی در نان کمتر از خمیر بود. غنی‌سازی توأم آرد با آهن و روی سبب افزایش معنی‌دار غلظت هر دو عنصر در خمیر و نان شد. کلیه تیمارهای غنی‌سازی سبب افزایش معنی‌دار غلظت کادمیم در خمیرها و نان شدند. در مجموع نتایج این پژوهش نشان داد که غنی‌سازی آرد با آهن و روی تأثیر مثبتی بر کیفیت تغذیه‌ای نان دارد اما وجود ناخالصی کادمیم در مکمل‌های مصرفی می‌تواند مشکل‌ساز باشد.

مقدمه

کمبود عناصر غذائي كم نياز به ويژه آهن و روي در بسياري از مردم دنيا به ويژه در كشورهاي در حال توسعه فراگير است. به طوري كه تخمين زده شده است بيش از ۵۰ درصد مردم دچار كمبود روي و در حدود ۴۰ درصد آنها دچار فقر آهن باشند. كمبود آهن و روي سبب بروز مشكلات و نارسائي‌هاي متعددي در سلامتي انسان مي‌شود. يكي از دلايل مهم گسترش كمبود عناصر كم‌نياز در جوامع بشري، مصرف مقدار قابل توجهي از غذاهائي بوده كه منشأ آنها غلات و به ويژه گندم مي باشد. در اين ميان نان كه جزء اصلي رژيم غذائي بيشتر افراد جامعه به ويژه قشرهاي كم درآمد مي‌باشد، بسيار حائز اهميت است.

دو عامل مهم ايجاد سوء تغذيه عناصر كم‌نياز, كمبود مقدار قابل استفاده اين عناصر در خاك و يا پايين بودن قابلت جذب آنها به وسيله بدن به سبب وجود نسبت بالاي اسيد فيتيك در دانه

مي‌باشد. وجود غلظت بالاي اسيد فيتيك در مواد غذائي حاصل از غلات نظير نان موجب كمبود آهن، روي وكلسيم و حتي كاهش قابليت هضم پروتئين دانه مي شود. اسيد فيتيك شكل ذخيره فسفر در دانه غلات و بقولات بوده و به طور معمول ۷۰ تا ۸۰ درصد كل فسفر دانه را تشكيل مي دهد. پيوند قوي اسيد فيتيك با برخي عناصر كم‌نياز (آهن و روي) كه از لحاظ تغذيه‌اي داراى اهميت مي‌باشند سبب كاهش جذب آنها توسط بدن مي‌شود. در بسياري از آزمايش‌ها اضافه كردن اسيد فيتيك به جيره غذائي حيوانات سبب كاهش قابليت جذب روي و آهن شد در حالي كه افزودن آنزيم‌هاي تجزيه كننده فيتات (نظير فيتاز) موجب افزايش جذب اين عناصر و بهبود رشد شد. از عوامل ديگر پائين بودن كيفيت تغذيه اي گندم توليدي در بسياري از اراضي زراعي كشور، كمبود شديد آهن و روي در خاك مي‌باشد. مقدار قابل استفاده روي در اغلب خاك‌هاي مناطق خشك و نيمه خشك به دليل پ-هاش بالا، درصد بالاي آهك و كمبود ماده آلي خاك در حد پايييني قرار دارد (كريميان و معافپوريان، ۱۹۹۹: خوشگفتارمنش و همكاران، ۱۳۸۰) به طوري كه گزارش شده حدود ٤٠ درصد از اراضي زير كشت گندم آبي كشور دچار كمبود روي هستند (بلالي و همكاران، ۱۳۷۸). مقادير زيادي كودهاي فسفره كه در مزارع گندم به ويژه در اراضي شور طي سال-هاي گذشته، به كارگرفته شده از يكسو سبب كاهش مقدار قابل جذب آهن و روي شده و از سوي ديگر مقدار زيادي كادميم به صورت ناخالصي همراه با اين كودها وارد اراضي زراعي استان شده است. اگرچه اغلب پ-هاش مهمترين عامل كنترل كننده غلظت كادميم خاك محسوب شده و به نظر مي رسد در خاك‌هاي آهكي و قلياي، غلظت كادميم محلول خاك ناچيز باشد، اما نتايج مطالعات متعددي نشان داده است كه نقش شوري در افزايش حلاليت كادميم غالب بر نقش پ-هاش مي‌باشد (مك لاوچلين و همكاران، ۱۹۹٤: بينگهام و همكاران، ۱۹۸٤) لذا احتمال افزايش غلظت كادميم قابل جذب در اين اراضي و خطرهاي ناشي از سميت آن در گياه و انسان و نيز تشديد كمبود عناصر كم‌نياز وجود دارد.

با توجه به مطالب ذكر شده، بهبود كيفيت غذائي گندم توليدي در كشور به ويژه در شرايط شور، در رابطه با بهبود سلامت افراد جامعه به ويژه اقشار كم درآمد، ضروري مي باشد. راهكارهای متعددی برای برطرف كردن كمبود آهن و روی در زنجيره غذائی مورد آزمون قرار گرفته است. غنی‌سازی آرد با تركيبات حاوی عناصر كم‌نياز به ويژه آهن يكی از مؤثرترين روشهای كاهش كمبود تغذيه‌ای اين عنصر مورد توجه قرار گرفته است (هانسن و همكاران, ۲۰۰۵). در مطالعات متعدد تأثير غنی‌سازی آرد در افزايش مقدار ورود آهن به زنجيره غذائی انسان و كاهش كم‌خونی ناشی از آهن در افراد جامعه مورد مطالعه قرار گرفته است (هورل, ۱۹۹۷: لينچ, ۲۰۰۵) اما تغيير مزه و رنگ غذاهای غنی‌شده با آهن و در پی آن استقبال كم مصرف‌كنندگان از اين غذاها يكی از موانع موفقيت برنامه‌های غنی‌سازی گزارش شده است (مارتينز-ناوارت و همكاران, ۲۰۰۲).

در سال‌های اخير برنامه غنی‌سازی آرد با آهن مورد توجه دولتمردان كشور قرار گرفته است اما كيفيت تغذيه‌ای آردهای غنی‌شده و نان تهيه شده از اين آردها تا به حال مطالعه نشده است. اضافه كردن روی به آرد نيز بحث جديدی می‌باشد كه در برخی كشورها به طور جدی مورد توجه قرار گرفته است. بنابر اين هدف پروژه حاضر بررسی برخی جنبه‌های كيفيت تغذيه‌ای (غلظت آهن,

روی و اسید فیتیک و نیز نسبت اسید فیتیک به روی) خمیر و نان تهیه شده از آردهای غنی‌شده با آهن و روی بود.

روش تحقیق

در این آزمایش از مکمل‌هاي رایج براي غني‌سازي نمونه هاي آرد گندم استفاده شد. به این منظور مقدار کافی (در حدود ۲۵ کیلوگرم) از دو نوع آرد تهیه شده و برای آزمایش استفاده شد. یکی از آردها دارای درجه استحصال ۷۸ درصد (آرد نول) و دیگری ۸۷ درصد (آرد خبازی) بود. آرد ۷۸ درجه استحصال به عنوان آرد بدون سبوس انتخاب شد. به آرد دیگر مقدار کافی سبوس که جداگانه تهیه شده بود اضافه شده و به عنوان آرد سبوس‌دار در نظرگرفته شد. این آزمایش به صورت فاکتوریل با دو نوع آرد با و بدون سبوس و پنج تیمار مختلف غنی‌سازی در قالب طرح کاملاً تصادفی در سه تکرار انجام شد. تیمارها عبارت بودند از پنج مکمل شامل:

سولفات آهن (به مقدار ۶۰ میلی‌گرم در هر کیلوگرم آرد)

سولفات آهن به همراه اسید فولیک (به ترتیب۶۰ و ۲ میلی-گرم در هر کیلوگرم آرد)

سولفات روی به مقدار (۶۰ میلی‌گرم در هر کیلوگرم آرد)

سولفات آهن به همراه سولفات روی (به مقدار ۶۰ میلی‌گرم در هر کیلوگرم آرد)

شاهد (بدون افزودن مکمل)

هر یک از تیمارهای مکمل به حدود ۵ کیلوگرم از نمونه‌های آرد اضافه شده و پس از مخلوط کردن کامل و تهیه آرد همگن, خمیر نان تهیه شد. غلظت آهن, روی, کادمیم و اسید فیتیک آردهای اولیه, خمیر و نان حاصل از تیمارهای مختلف تعیین شد. نمونه هاي آرد, خمیر و نان آسیاب شده و از هر نمونه یك گرم در داخل بوته چیني به مدت ۵ ساعت در دماي ۵۵۰ درجه سلسیوس کوره الکتریکي خاکستر شد. با اضافه کردن ۱۰ میلي لیتر اسید کلریدریك دو نرمال و عبور محلول از کاغذ صافي، عصاره گیري انجام شده و غلظت عناصر آهن, روي و کادمیم گیاه با استفاده از دستگاه جذب اتمي اندازه گیري شد. براي اندازه گیري اسید فیتیك دانه، ۰/۵ گرم از نمونه دانه آسیاب شده درون لوله دستگاه گریز از مرکز ریخته شده، ۲۰ میلي لیتر محلول ۰/٤ مولار اسید کلریدریك حاوي ۰/۷ مولار سولفات سدیم به آن افزوده شد. سپس نمونه ها به مدت ۱٦ ساعت در دماي اطاق نگهداري و با دور آرام تکان داده شده و بعد از آن، با استفاده از دستگاه گریز از مرکز، عصاره گیري شدند. بعد از عبور عصاره از کاغذ صافي واتمن (شماره ٤۲)، ۱۰ میلي لیتر از محلول به دست آمده، داخل لوله دستگاه گریز از مرکز ریخته شده و ٤ میلي لیتر از محلول ۱۸/۵ میلي مولار کلرور آهن حاوي ۰/۲ مولار اسید کلریدریك و ۰/۳۵ مولار سولفات سدیم، به آن افزوده شد. سپس نمونه ها به مدت یك ساعت در آب جوش قرار داده شدند. بعد از آن، با استفاده از دستگاه گریز از مرکز، عصاره گیري انجام شد. بعد از جدا کردن محلول روئي، رسوب فیتات فریك براي بار سوم با ۲۰ میلي لیتر آب مقطر شستشو شده و لوله ها به مدت ۱۰ دقیقه درون آب جوش قرار داده شدند. براي بار سوم، با استفاده از دستگاه گریز از مرکز، عصاره گیري انجام شد. در نهایت، غلظت کل فسفر در رسوب باقیمانده در لوله ها (فیتات فریك) اندازه گیري شد. پس از اندازه گیري فسفر

کل، میزان اسید فیتیک دانه ها محاسبه شد (تانگ کونگ چیتر و همکاران، ۱۹۸۰).

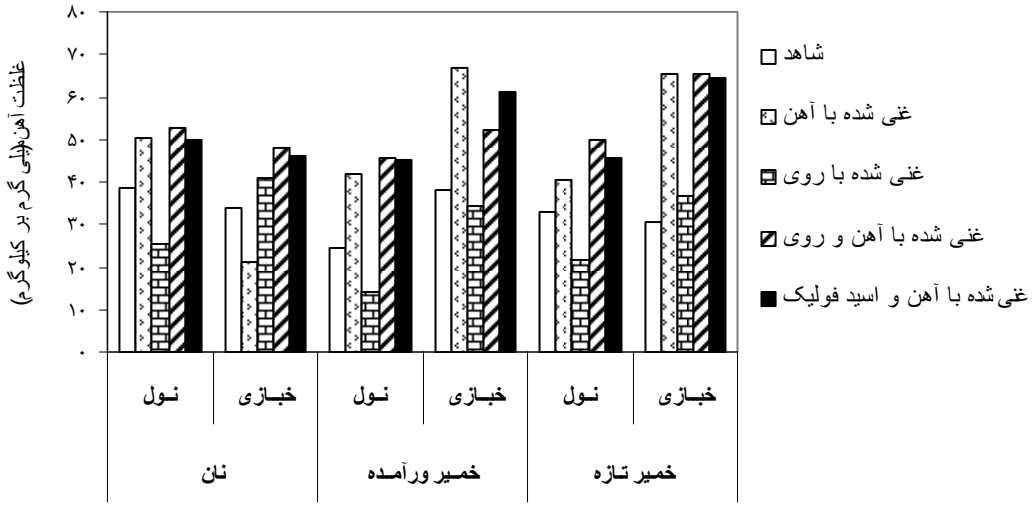
پس از پخت نان مطابق روش‌های تنوری, برخی شاخص‌های ظاهری کیفیت نظیر رنگ و برخی ویژگی‌های ارگانولپتیک نان و نیز غلظت آهن, روی و اسید فیتیک در نان حاصل از هر یک از آردها تعیین شد. تجزیه آماري نتایج به دست آمده با استفاده از نرم-افزارهاي رایانه‌اي SAS وEXCEL انجام شد.

نتایج و بحث

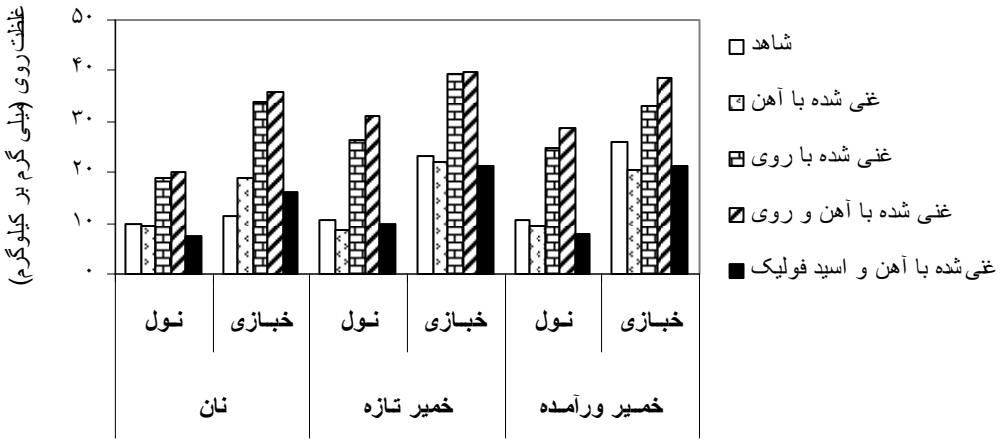
اضافه کردن سولفات آهن به آرد سبب افزایش معنی‌دار غلظت آهن در خمیر تازه, خمیر ورآمده و نان شد (شکل ۱). بین خمیر تازه و خمیر ورآمده غنی شده با سولفات آهن اختلاف معنی‌داری از لحاظ غلظت آهن مشاهده نشد اما غلظت آهن در نان به طور معنی‌داری کمتر از خمیر بود. در کلیه تیمارهای غنی سازی بین خمیر و نان حاصل از آردهای خبازی (سبوس‌دار) و نول (بدون سبوس) اختلاف معنی-داری از لحاظ غلظت آهن مشاهده شد. میانگین غلظت آهن در خمیرهای تازه و ورآمده حاصل از آرد نول کمتر از از آرد خبازی بود در حالی که غلظت آهن در نان حاصل از آرد خبازی در کلیه تیمارهای غنی‌سازی (بجز تیمار روی) کمتر از آرد نول بود.

اضافه کردن سولفات روی به آرد نیز سبب افزایش معنی‌دار غلظت روی در خمیر و نان حاصل از آن شد (شکل ۲). در کلیه تیمارهای غنی‌سازی, خمیر تازه و خمیر ورآمده اختلاف معنی‌داری از لحاظ غلظت روی نداشتند اما غلظت روی در نان به طور معنی‌داری کمتر از خمیر بود. بین آردهای سبوس‌دار و بدون سبوس اختلاف معنی-داری از لحاظ غلظت روی در کلیه تیمارهای غنی سازی مشاهده شد به طوری که میانگین غلظت روی در خمیرها و نان بدون سبوس کمتر از خمیرها و نان سبوس‌دار بود.

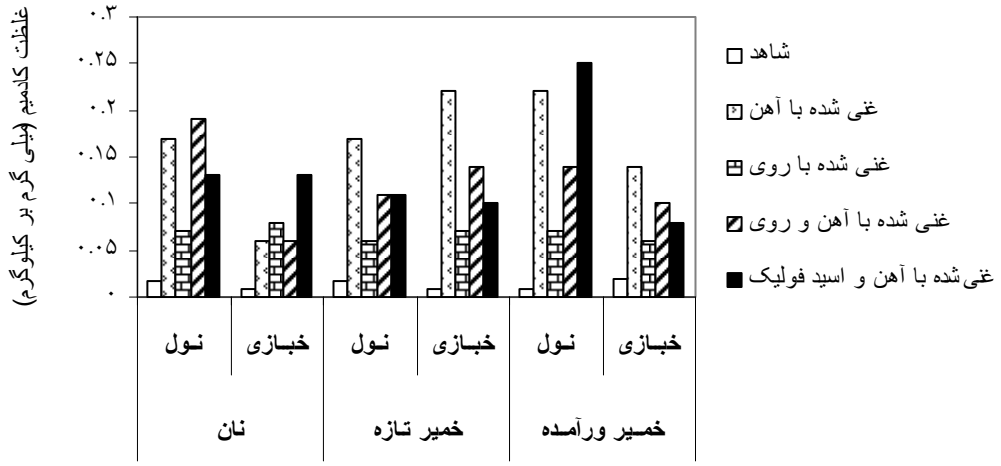
غنی‌سازی توأم آرد با آهن و روی سبب افزایش معنی‌دار غلظت هر دو عنصر در آرد و نان حاصل از آن شد (شکل ۱ و ۲). با توجه به پایین‌بودن غلظت آهن و روی در آردهای مورد استفاده (هم آرد خبازی و هم آرد نول), نان حاصل از این آردها از لحاظ کیفیت تغذیه‌ای ضعیف بوده (تیمار شاهد در شکل‌های ۱ و ۲) و غنی‌سازی توأم آرد با آهن و روی ضروری می‌باشد. با افزایش غلظت آهن و روی و کاهش نسبت مولی اسید فیتیک به روی, به نظر می‌رسد آردهای غنی‌شده در شرایط مناسب کیفیت تغذیه‌ای عناصر کم-مصرف قرار دارند. البته شرایط پخت نان و فعالیت آنزیم فیتاز در این فرایند دارای اهمیت بوده که این موضوع تحت بررسی است. نکته‌ای که سبب نگرانی شده است, افزایش غلظت کادمیم در تیمارهای غنی‌سازی می‌باشد (شکل ۳). همچنان که در شکل ۳ مشاهده می‌شود, کلیه تیمارهای غنی‌سازی سبب افزایش معنی‌دار غلظت کادمیم در خمیرها و نان شدند. کادمیم یک عنصر سمی برای انسان بوده و افزایش غلظت آن در غذای مصرفی, پیامدهای بسیار نامطلوبی بر سلامت افراد جامعه خواهد داشت. این عنصر به صورت ناخالصی در مکمل‌های عناصر کم‌نیاز به ویژه روی و آهن وجود داشته و می‌تواند از این طریق وارد زنجیره غذائی انسان شود.



شکل 1- تأثیر تیمارهای غنی سازی بر غلظت آهن در خمیر تازه, خمیر ورآمده و نان تهیه شده از دو نوع آرد خبازی و نول



شکل 2- تأثیر تیمارهای غنی سازی بر غلظت روی در خمیر تازه, خمیر ورآمده و نان تهیه شده از دو نوع آرد خبازی و نول



شکل ۳- تاثیر تیمارهای غنی سازی بر غلظت کادمیم در خمیر تازه, خمیر ورآمده و نان تهیه شده از دو نوع آرد خبازی و نول

مـنـابـع

1-Graham, R.D.; Ascher, and; Hynes S.C. Selecting zinc-efficient varieties for soils of low zinc status. Plant Soil. **1992**, *146*, 241-250.

2-Welch, R.M.; Alloway, W.H.; House, W.A.; Kubota, J. Geographic distribution of trace element problems. In: Micronutrients in agriculture. J.J. Mortvedi, F.R. Cox, L.M. Shuman, and R.M. Welch (eds.). SSSA Book Series No. 4. Madison. WI. pp. 31-57. **1991.**

3-Graham, R.D.; Welch, R.M. Breeding for staple-food crops with high micronutrient density: working papers on agricultural strategies for micronutrients. NO. 3. International Food Policy Institute, Washington DC. **1996.**

4-Khoshgoftarmanesh, A.H.; Shariatmadari, H.; Kalbasi, M.; Karimian, N. Zinc efficiency of wheat cultivars grown on a saline calcareous soil. J. of Plant Nutr. **2004**, *27*:1953-1962.

5-Karimian, N.; Moafpouryan, G.R. Zinc adsorption characteristics of selected calcareous soils of Iran and their relationship with soil properties. Commun. Soil Sci. Plant Anal. **1999**, *30*, 1721-1731.

6-Graham, R.D.; Rengel, Z. Genotypic variation in zinc uptake and utilization by plants. In: Zinc in soils and plants; Robson, A.D., Ed.; Kluwer Academic Publishers: Dordrecht, The Netherlands, **1993**, 107-118.

7-Grewal, H.S.; Williams, R. Zinc nutrition affects alfalfa responses to water stress and excessive moisture. Plant Soil. **2000,** *23*, 949-962.

8-Grewal, H.S.; Stangoulis, J.; Potter, T.; Graham, R.D. Zinc efficiency of oilseed rape (Brassica napus and B. juncea) varieties. Plant Soil. **1997**, *191*, 123-132.

9-Rengel, Z.; Graham, R.D. Importance of seed Zn content for wheat growth on Zn-deficient soil. I. Vegetative growth. Plant Soil. **1995**, *173*, 259-266.

10-Cakmak, I.; Sari, N.; Marschner, H.; Ekiz, H.; Kalayci, M.; Yilmaz, A.; Braun, H.J. Phytosiderophore release in bread and durum wheat genotypes differing in zinc efficiency. Plant Soil. **1996,** *180*, 183-189.

11-Cakmak, I.; Ekiz, H.; Yilmaz, A.; Torun, B.; Koleli, N.; Gultekin, I.; Alkan, A.; Ekern, S. Differential response of rye, bread and durum wheats to zinc deficiency in calcareous soils. Plant Soil. **1997**, *188*, 1-10.

12-Kalayci, M.; Torun, B.; Eker, S.; Aydin, M.; Ozturk, L.; Cakmak, I. Grain yield, zinc efficiency and zinc concentration of wheat cultivation grown in a zinc-deficient calcareous soil in field and greenhouse. Field Crops Res. **1999**, *63*, 87-98.

13-Soil Survey Staff. *Soil Taxonomy*. A basic system of soil classification for making and interpreting soil surveys. USDA Agriculture Handbook No. 436. U.S. Government Printing Office, Washington, D.C. **1999.**

14-Black, C.A.; Evans, D.D.; White, J.L.; Ensminger, L.E.; Clark F.E. (ed.). *Methods of soil analysis*: Part 2. Chemical and microbial properties. Agron. Monogr. 9. ASA, Madison, WI. **1965.**

15-Olsen, S. R.; Sommers L.E. Phosphorus. 403-431. In *Methods of soil analysis*, Page A. L., Eds.; Part 2, 2nd ed.; Agron. Monogr.ASA. Madison, WI. **1990**.

16-Chapman, H. D.; Part, P. F. *Methods of analysis for soil, plant and water*, University of California, Division of Agriculture Science, **1961**; 1188 pp.

17- SAS Institute. SAS/STAT users guide, release 6.03. SAS Institute, Cary, NC. **1988.**

18-Cakmak, I.; Marschner, H. Effect of zinc nutritional status on activities of superoxide radical and hydrogen peroxide scavenging enzymes in bean leaves. Plant Soil. **1993.** *155/156*,127-130.

19-Marschner, H. *Mineral nutrition of higher plants*. Academic Press. 2nd ed. Harcourt Brace and Company Publishers, **1995**. 889 p.

20-Welch, R.M.; Webb, M.J.; Loneragan, J.F. Zinc in membrane function and its role in phosphorous toxicity. pp. 710-715. In: Proc. Plant Nutrition. Conf. 9th. Commonweath Agricultural Bureau, Colloquium, Warwick, England. **1982.**

21-Grattan, S.R.; Grieve, C.M. Mineral element acquisition and growth response of plant growth in saline environments. Agric. Ecosys. Environ. **1992**, *38*: 275-300.

22-Fageria, N.K. Micronutrients influence on root growth of upland rice, common bean, corn, wheat, and soybean. J. Plant Nutr. **2002**. *35*, 613-622.

23-Graham, R.D.; Marschner, J.S. Selecting zinc-efficient cereal genotypes for soils of low zinc status. Plant Soil, **1992**, *146*, 241-250.

24-Khan, H.R.; McDonald, G.K.; Rengel, Z. Chickpea genotypes differ in their sensivity to Zn deficiency. Plant Soil. **1998**, *198*:11-18.

25-Khoshgoftar, A.H.; Shariatmadari, H.; Karimian, N.; Kalbasi, M.; van der Zee, S.E.A.T.M.; D.R. Parker. Salinity and Zn application effects on phytoavailability of Cd and Zn. Soil Sci. Soc. Am. J. **2004,** *68*(6):1885-1889.

26-McLaughlin, M.J.; Palmer, L.T.; Tiller, K.G.; Beech, T.A.; Smart, M.K. Increased soil salinity causes elevated cadmium concentrations in field-grown potato tubers. J. Environ. Qual. **1994,** *23*,1013-1018.

27-McLaughlin, M.J.; Tiller, K.G.; Smart, M.K. Speciation of cadmium in soil solutions of saline/sodic soils and relationships with cadmium in potato tubers (*Solanum tuberosum L*.). Aust. J. Soil Res. **1997,** *35*,183-198.

28- Jalil, A.; Selles, F.; Clark, J.M.; Effect of Cd on growth and uptake of Cd and other elements by durum wheat. J. of Plant Nutr. **1994**, *17*, 1839-1858.

29- Oliver, D.P.; Hannam, R.; Tiller, K.G.; Wilhelm, N.S.; Merry, R.H.; Cozens, G.D. The effects of zinc fertilization on cadmium concentration in wheat grain. J. Environ. Qual. **1994,** *25*:705-711.

30- Marschner, H.; Romheld, V.; Kissel, M. Different strategies in higher plants in mobilization and uptake of iron. J. Plant Nutr. **1986,** *9*: 695-713.

31- Alpaslan, M.; Gunes, A.; Taban, S. Salinity resistance of certain rice (*Oryza sativa* L.) cultivars. Tr. J. Biol. **1999,** *23*: 499-506.

32- Carjaval, M.; Cerda, A.; Martinezm V. Modification of the response of saline stressed tomato plants by the correction of cation disorders. Plant Growth Reg. **2000,** *30*:37-47.

33- Grieve, C.M.; Poss, J.A. Wheat response to interactive effects of boron and salinity. J. Plant Nutr. **2000,** *23*:1217-1226.

34- Gunes, A.; Inal, A.; Alpaslan, M. Effect of salinity on stomatal resistance, praline and mineral composition of pepper. J. Plant Nutr. **1996,** *19*: 389-396.

35- Alpaslan, M.; Gunes, A. Interactive effects of boron and salinity stress on the growth, membrane permeability and mineral composition of tomato and cucumber plants. Plant and Soil. **2001**, *236*:123-128.