

# مقایسه اثر بخشی غنی‌سازی گندم در مزرعه با غنی‌سازی آرد در کارخانه در ارتقاء سطح سلامت جامعه

محمد جعفر ملکوتی<sup>1\*</sup>، امین ملکوتی<sup>2</sup>، عزیز مجیدی<sup>3</sup>، احمدبای بوردی<sup>4</sup>، ابوالفتح  
سالاری<sup>5</sup> و ابراهیم فلاحی<sup>6</sup>

1- استاد دانشکده کشاورزی دانشگاه تربیت مدرس

2- پزشک عمومی

3- دانشجوی دکتری گروه خاکشناسی دانشگاه تربیت مدرس

4- عضو هیأت علمی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی آذربایجان شرقی

5- دانشیار دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی ارومیه

6- دانشیار دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی تبریز

(تاریخ دریافت: 88/1/16 تاریخ پذیرش: 88/6/7)

## چکیده

هدف از انجام تحقیق حاضر، مقایسه روش‌های غنی‌سازی گندم در مزارع گندم با غنی‌سازی آرد در کارخانجات بود، که طی سه آزمایش در اوایل دهه 80 در استان‌های آذربایجان شرقی، آذربایجان غربی، کرمان، سیستان و بلوچستان و خراسان جنوبی به اجرا در آمد. در آزمایش اول، طرح در قالب آزمون t شامل تیمارهای شاهد (عرف زارع) و مصرف بهینه کودی در سه تکرار در اراضی زراعی شهرستان میانه در استان آذربایجان شرقی در سال زراعی 80-1379 به اجرا گذاشته شد. پس از برداشت گندم، آرد سبوس دار تهیه و در دو روستای تجرق و خانقاه به مدت 4 ماه نانهای غنی شده و نشده مورد استفاده تعداد 700 نفر از اهالی دو روستا قرار گرفت. در آزمایش دوم، طرح در قالب آزمون t شامل تیمارهای شاهد (عرف زارع) و مصرف بهینه کودی در سه تکرار در اراضی زراعی شهرستان نقده در استان آذربایجان غربی در سال زراعی 82-1381 به اجرا گذاشته شد. پس از برداشت گندم، آرد سبوس دار تهیه و در روستای کهریز ارومیه به مدت شش ماه نانهای غنی شده و نشده مورد استفاده 1750 نفر از اهالی روستا قرار گرفت. در آزمایش سوم طرح که غنی‌سازی آرد در کارخانه بود در 3 قرارگاه مقدم مرصاد در استان‌های کرمان، سیستان و بلوچستان و خراسان در تابستان 1382 به مدت 4 ماه اجرا شد. نتایج تجزیه و تحلیل آماری در آزمایش‌های اول و دوم نشان داد که در تیمار مصرف بهینه کودی، غلظت اسید فیتیک و نسبت مولی اسید فیتیک به روی (PA/Zn) در دانه گندم بطور کاملاً معنی‌داری نسبت به شاهد کاهش یافت و تغذیه افراد جامعه مورد بررسی از آرد حاصل از گندم غنی شده نسبت به قبل از آن، بطور کاملاً معنی‌داری غلظت Zn و Fe سرم خون را در تمامی گروه‌های سنی افزایش داد، ولی میزان افزایش در شش ماه بیشتر از چهار ماه بود. بطوریکه در آزمایش دوم، قبل از مداخله غلظت روی (Zn) و آهن (Fe) سرم خون در افراد بطور متوسط 80 و 100 و پس از آن به 110 و 130 میکروگرم در دسی لیتر افزایش یافت. نتایج تجزیه و تحلیل آماری در آزمایش سوم نشان داد که میانگین Zn در سرم خون افرادی که از نان غنی نشده استفاده کردند 72 ولی در افراد تیمار شده، میزان Zn بعد از چهار ماه، به 89 میکروگرم در دسی لیتر افزایش یافت ( $P \leq 0/01$ ). میانگین Fe سرم خون افراد هم از 87 به 133 میکروگرم در دسی لیتر افزایش یافت ( $P \leq 0/01$ ). افرادی که از نان با کیفیت پائین (شاهد) استفاده می‌کردند، 47 درصد با کمبود Zn؛ ولی در افرادی که نان مصرفی آنها با کیفیت بالا بود، فقط 10 درصد مبتلا به کمبود Zn بودند. در افراد قرارگاه مقدم مرصاد قبل از شروع طرح، میزان مصرف دارو برای بیماری‌های معده 1615 مورد بود، این مقدار بعد از غنی‌سازی تا 15 درصد کاهش یافت. نانی که قبل از اجرای طرح با کیفیت بسیار پائین و با نسبت مولی PA/Zn بیش از 30 عرضه می‌شد، بعد از غنی‌سازی، نان با بهترین کیفیت و با نسبت مولی PA/Zn پایین (10)، تحویل و در نهایت هدر روی نان نیز به مقدار معنی‌داری کاهش یافت. نتایج این تحقیق نشان داد رابطه معنی‌داری بین مصرف نان غنی‌شده با افزایش غلظت Zn و Fe در سرم خون افراد تحت مطالعه وجود داشت. در جمع‌بندی می‌توان گفت که غنی‌سازی در مزارع گندم بر غنی‌سازی آرد در کارخانجات آرد ارجحیت داشته و اهم مزایای آن را می‌توان افزایش حداقل 20 درصدی در عملکرد هکتاری گندم، بهبود کیفیت نان و افزایش بیش از 10 درصدی غلظت عناصر معدنی در اثر جذب بیشتر توسط دستگاه گوارش انسان نام برد.

کلید واژگان: گندم (*Triticum aestivum* L.)، بهبود کیفیت، غنی‌سازی، دانه گندم و آرد، نسبت مولی اسید فیتیک به روی (PA/Zn)،

نان سبوس دار غنی شده، ارتقاء سلامت جامعه

\* مسئول مکاتبات: [mjmalakouti@modares.ac.ir](mailto:mjmalakouti@modares.ac.ir)

## 1- مقدمه

آمریکا بیشترین مصرف روزانه Zn را داشته و کمترین درصد افراد آن دچار کمبود Zn می‌باشند و جنوب شرق آسیا بیشترین درصد افراد (95/4 درصد) مبتلا به کمبود Zn را دارا می‌باشد [8 و 9]. در این مطالعه نشان داده شد که بطور متوسط 48 درصد مردم جهان به نوعی مبتلا به کمبود Zn می‌باشند.

عربشاهی (1378) در بررسی دانش‌آموزان دختر در مناطق 6 و 19 تهران نشان داد که در منطقه 6 تهران 53 درصد و در منطقه 19 تهران 91 درصد دانش‌آموزان دختر 11 الی 14 ساله با کمبود Zn مواجه بودند [10]. محمودی و همکاران (1380) تحقیقی را بر شیوع کمبود Zn در دانش‌آموزان مدارس راهنمایی شهر تهران انجام دادند. در این پژوهش 881 دانش‌آموز (452 پسر و 429 دختر) با میانگین سنی  $11 \pm 13/2$  سال (محدوده 11 تا 16) صورت پذیرفت. میزان Zn پلاسما، اریتروسیت و مو توسط اسپکتروفتومتری جذب اتمی اندازه‌گیری گردید. دانش‌آموزانی که حداقل دو شاخص Zn آنها زیر حد طبیعی (Zn اریتروسیت کمتر از  $10 \mu\text{g}/\text{dl}$ ، Zn پلاسما کمتر از  $100 \mu\text{g}/\text{dl}$  و Zn مو کمتر از  $125 \mu\text{g}/\text{g}$ ) بود به عنوان مبتلا به کمبود Zn مد نظر قرار می‌گرفتند. در جامعه مذکور، شیوع کمبود Zn 31 درصد و براساس حد طبیعی، شیوع کمبود Zn براساس شاخص پلاسما، اریتروسیت و مو به ترتیب 65، 49 و 1/3 درصد بود. 50 درصد نمونه‌های مورد بررسی کمتر از 50 درصد مقدار مجاز روزانه (RDA) Recommended Daily Allowance روی دریافت کردند [11]. در تحقیقی که از دانشجویان پزشکی دانشگاه علوم پزشکی تهران انجام شد، غلظت روی (Zn) در سرم خون بیش از 64 درصد دانشجویان پزشکی کمتر از حد مطلوب بوده است [8].

Sanchez و Swamanathan (2005) بیان داشتند که همبستگی تنگاتنگی بین ناباوری خاکهای زراعی و کمبود غذا در آفریقا وجود دارد. به عقیده آنان منشاء بروز هفت بیماری از 13 بیماری موجود در جهان به طور مستقیم و بقیه به طور غیر مستقیم، سوء تغذیه می‌باشد. آنان علت شیوع انواع بیماری‌ها در قاره آفریقا را در پائین بودن کیفیت خاکهای زراعی، برنگرداندن مجدد عناصر غذایی برداشتی از خاک (سالانه در هر هکتار حدود 23 کیلوگرم نیتروژن (N)، 2/5 کیلوگرم فسفر (P) و 15 کیلوگرم پتاسیم (K) و مقداری هم سایر عناصر به ویژه ریزمغذی‌ها از خاکهای زراعی قاره آفریقا کاسته می‌شود)

به رغم افزایش بیش از 400 درصدی فرآورده‌های کشاورزی در مقایسه با پیش از پیروزی انقلاب اسلامی [1]، رتبه‌های شاخص توسعه یافتگی (94 در میان 179 کشور در سال 1384 [2] و سلامت 123 در میان 192 کشور [3])، چندان مطلوب نیست و علت اصلی آنها نیز عمدتاً سوء تغذیه می‌باشد. بنابراین لازم است با مدیریت علمی، این معضل که باعث نارضایتی کارشناسان، متخصصین و نخبگان کشور شده است، اصلاح شود. بیش از 86 درصد مردم کشور ما سیر می‌باشند [4]، لیکن حدود 90 درصد آنان به نحوی دچار گرسنگی سلولی می‌باشند. 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 برمی‌گردد [5]. تغذیه نامتعادل گیاهی که متأسفانه امروزه گریبانگیر بخش کشاورزی کشور شده است، منجر به سوء تغذیه انسان‌ها گردیده و از علائم آن در جامعه ایرانی می‌توان به ریزش مو، بدخلاقی، سرماخوردگی‌های مزمن، کم حوصلگی، خستگی مفرط، پوکی استخوان، پوسیدگی دندان، قد کوتاهی، افسردگی، کم خونی، ایمنی پایین بدن و سرطان گوارش اشاره نمود [1 و 6]. با بهبود تغذیه گیاه که عمدتاً با مصرف بهینه کودها مخصوصاً کودهای ریزمغذی، زیستی و آلی در مزرعه تحقق می‌یابد، علاوه بر افزایش کمی و کیفی محصولات کشاورزی، کمبودها برطرف شده، وضعیت تغذیه‌ای مردم اصلاح و به دلیل افزایش ایمنی بدن، نیاز به انواع داروها در کشور بطور چشمگیری کاهش می‌یابد [1 و 7].

به دلایل متعدد از جمله کمبود مواد آلی، ماهیت خاکهای زراعی (عمدتاً آهکی)، بی‌کربناته بودن آب آبیاری، استمرار در مصرف بی‌رویه کودهای فسفاتی، عدم رواج مصرف کودهای ریزمغذی و جدا کردن سبوس از دانه گندم، افراد جامعه ما عمدتاً بنحوی از کمبود عناصر غذایی به ویژه ریزمغذیها رنج می‌برند. کمبود Zn و Fe سبب کم‌خونی، خستگی مفرط و قدکوتاهی در انسان می‌گردد. Zn و Fe در فعال سازی بیش از 300 آنزیم در بدن نقش دارند. روی در سوخت و ساز کربوهیدراتها، پروتئین و چربی‌ها دخالت دارد. فعال کننده آنزیم سوپراکسید دسموتاز است. این آنزیم از صدمات وارده به سلول‌های بدن که از طریق رادیکالهای آزاد صورت می‌پذیرد، جلوگیری می‌نماید. روی در تشکیل و تبدیل پروتئین نقش اساسی داشته و برای عملکرد طبیعی سیستم ایمنی بدن مورد نیاز و در التیام زخمهای درونی و بیرونی مؤثر است [8]. نتایج بررسی‌ها نشان داد که در بین نقاط مختلف جهان، غرب اروپا و شمال

فیتیک در دانه‌های گندم تولیدی در کشور، مصرف بیش از نیاز کودهای فسفاتی یارانه‌ای در مزارع است. اسید فیتیک با تشکیل نمک فیتات طبق معادله زیر مانع از جذب کاتیونهای دو ظرفیتی از جمله  $\text{Ca}$ ،  $\text{Mg}$ ،  $\text{Zn}$ ،  $\text{Fe}$  و  $\text{Cu}$  در دستگاه گوارش می‌گردد [1 و 15]:

(Phytates) نمک فیتات ® کاتیونها +  $\text{C}_6\text{H}_{18}\text{O}_{24}\text{P}_6$  اسید فیتیک

آردهای مصرفی چون از نظر عناصر معدنی فقیر هستند، بنابراین، میزان عناصر ریزمغذی در آردهای مورد استفاده برای تهیه نان به شدت پایین بوده و در نهایت با مصرف چنین نان‌هایی جامعه مبتلا به سوء تغذیه می‌گردد [19، 20].

غنی‌سازی محصولات کشاورزی می‌تواند از روش‌های متعددی از جمله روش آگرونومیکی در مزرعه که عمدتاً از طریق رعایت اصول مصرف بهینه کود (Enrichment) صورت گیرد. در این روش با رعایت اصول مصرف بهینه کودی در مزارع، باغها و مراتع، ضمن افزایش عملکرد و بهبود کیفیت، غلظت عناصر غذایی نیز در محصولات کشاورزی افزایش می‌یابد؛ یا اضافه کردن عناصر معدنی در محل فراوری محصولات غذایی (Fortification) باشد. در این روش طی فرآیند تهیه مواد غذایی نظیر آرد، شیر، ماکارونی و بیسکویت، مواد معدنی مورد نیاز و ویتامین‌ها با نسبت‌های مشخص و معلوم به مواد غذایی مصرفی افزوده می‌گردد [19 و 20] و یا از طریق تولید ارقام کارآ با استفاده از علم اصلاح نژاد و یا استفاده از روش‌های نوین بخصوص مهندسی ژنتیکی (Bio-fortification) امکان‌پذیر است. از تحقیقات انجام شده در مزارع گندم در 10 استان کشور چنین استنباط گردید که با مصرف سولفات روی، علاوه بر افزایش 19 درصدی در عملکرد گندم، غلظت  $\text{Zn}$  در دانه گندم در استانهای مختلف کشور به طور میانگین 25 درصد افزایش یافت ولی این افزایش عمدتاً در سبوس بوده است، در حالی که غلظت  $\text{Zn}$  در آرد نمونه‌های شاهد و کودخورده، پائین بود (10 و 12 میلی‌گرم در کیلوگرم). غلظت  $\text{Zn}$  در سبوس گندم شاهد و کود داده شده به ترتیب 44 و 54 میلی‌گرم در کیلوگرم (تقریباً بیش از چهار برابر غلظت عنصر در آرد) بود [15]. خوشگفتار منش و همکاران (1385) تحقیقی بر کیفیت تغذیه‌ای آرد غنی شده با  $\text{Zn}$  و  $\text{Fe}$  را انجام داده و چنین نتیجه‌گیری نمودند که اضافه کردن  $\text{Zn}$  و  $\text{Fe}$  به آرد سبب افزایش معنی‌دار غلظت  $\text{Zn}$  و  $\text{Fe}$  در خمیر گردیده ولی میزان افزایش در نان کمتر از خمیر بود. غنی‌سازی توأم  $\text{Zn}$  و  $\text{Fe}$  سبب افزایش معنی‌دار غلظت هر دو عنصر در خمیر و نان شده و این نوع غنی‌سازی تأثیر مثبتی بر کیفیت

اعلام نمودند [12]. برای حل این مشکل لازم است ابتدا خاک که منبع اصلی برای حیات بشری است، خوب شناخته شود و برای خود کفایی و تأمین سلامت جامعه، کیفیت و سلامت خاک را افزایش داده شود.

در حالیکه نسبت جذب عناصر غذایی از خاک عمدتاً به صورت  $100(\text{N}) - 15(\text{P}) - 80(\text{K}) - 30(\text{S}) - 30(\text{Ca}) - 15(\text{Mg}) + 0/50(\text{Fe}) + 0/30(\text{Mn}) + 0/20(\text{Zn}) + 0/10(\text{Cu}) + 0/05(\text{B})$

می‌باشد، لیکن در حال حاضر این اصل مهم رعایت نشده زیرا بیش از 86 درصد از کودهای مصرفی کشور در سال زراعی 87-1386 را کودهای نیتروژنی و فسفاتی تشکیل می‌دادند، به همین دلیل است که رتبه بهداشت تغذیه‌ای کشور پایین می‌باشد [1]. هر یک از اعضای جامعه به نحوی از کمبود عناصر غذایی به ویژه ریزمغذی‌ها، کلسیم و منیزیم در تنگنا هستند. لذا ضرورت دارد در برنامه چشم‌انداز 20 ساله کشور به جای تأمین کالری روزانه مورد نیاز، که در حال حاضر رقی در حدود 3000 کیلو کالری در روز است، سیر کردن سلول‌های گرسنه جامعه از طرق غنی‌سازی محصولات کشاورزی، هدفمند نمودن یارانه کودها و خرید محصولات کشاورزی به ویژه گندم بر مبنای کیفیت مدنظر قرار داده شود [1 و 5]. در تغذیه گیاهان نیز که به منظور برداشت یک محصول با کیفیت و کمیت مناسب و اقتصادی صورت می‌گیرد، می‌توان با بهره‌مندی از دانش بشری بسیاری از ترکیبات و عناصری را که هم‌اکنون به صورت انواع قرص‌ها و مکمل‌های غذایی مصرف می‌شود از طریق غنی‌سازی طبیعی محصولات کشاورزی نیاز به این ترکیبات شیمیایی را که همواره با آثار جانبی ناخواسته همراهند جایگزین کرده و قوت غالب مردم را از نظر کیفی بهبود بخشید [14]، زیرا منشأ سلامت جامعه از مزرعه است نه از داروخانه [1].

مصرف سرانه گندم در حال حاضر بیش از 200 کیلوگرم بوده و نانهای تولیدی فعلی که حدود 45 درصد کالری [9] و 70 درصد پروتئین مورد نیاز مردم را تشکیل می‌دهند [15]، از کیفیت غذایی بسیار پائینی برخوردارند [16]. افزایش مصرف سرانه گندم به دلیل افزایش سهم نان مصرفی توسط توده مردم در سبد رژیم غذایی است [15]. هنگام جداسازی سبوس، بیش از 80 درصد عناصر معدنی خارج می‌شود. قابلیت جذب روی ( $\text{Zn}$ ) موجود در نان مصرفی طبق گزارش محققین و سازمان بهداشت جهانی غذا توسط انسان بستگی به نسبت مولی اسید فیتیک به روی ( $\text{PA/Zn}$ ) داشته و اگر این نسبت از 25 بیشتر گردد، جذب روی موجود در جیره غذایی در بدن انسان کاهش می‌یابد [17 و 18]. یکی از علل زیادی اسید

شاخص‌های ارزیابی از جمله غلظت عناصر معدنی از Zn و Fe در سرم خون افراد تحت بررسی قبل از شروع و پس از خاتمه طرح اندازه‌گیری گردید. کودهای مصرفی در تیمار شاهد مطابق عرف زارع در نظر گرفته شد. در تیمار مصرف بهینه کودی، مقادیر مصرفی NPK براساس نتایج آزمون خاک تعیین و عناصر کم‌مصرف (ریزمغذی) به صورت مصرف خاکی و محلول پاشی (سکوسترین آهن 15، سولفات منگنز 40 و سولفات روی به میزان 50 کیلوگرم در هکتار) به مصرف رسیدند. محلول پاشی با کود کامل میکرو در سه مرحله تولید اولین گره ساقه، خوشه رفتن و مرحله شیری شدن با رعایت کلیه نکات فنی به انجام رسید. در طول دوره داشت عملیات آبیاری، مبارزه با علفهای هرز و سمپاشی بر علیه سن گندم انجام شد. در مرحله برداشت نسبت به برداشت محصول بصورت کف بر در 30 قطعه ده متر مربعی بصورت تصادفی در سطح مزرعه در هر کدام از تیمارها اقدام و عملکرد دانه و کاه تعیین شد. سپس از هر کدام از قطعات برداشت شده مربوط به هر تیمار، نسبت به تهیه نمونه های دانه اقدام و میزان P, N, K, Ca, Mg, Fe, Mn, Zn و اسید فیتیک (PA) آنها در آزمایشگاه تعیین گردید. در هر دو آزمایش تجزیه و تحلیل آماری با استفاده از روش آماری مربوط به آزمون t و رسم نمودارها با نرم افزار Excel انجام شد. میزان سبوس‌گیری به میزان شش درصد به انجام رسید. در هنگام تولید آرد سبوس دار بطور تصادفی پنج نمونه مرکب هر کدام به میزان دو کیلوگرم تهیه و جهت اندازه‌گیری عناصر پر مصرف و کم مصرف، پروتئین و اسید فیتیک تحویل آزمایشگاه گردید. سپس آرد سبوس دار در کیسه های با بر چسب " آرد غنی شده" تهیه و سپس نسبت به توزیع آن به واحدهای نانوائی حوزه عمل اقدام شد. در آزمایش دوم در روستای کهریز شهرستان ارومیه، جمعیت روستایی به تعداد 1795 نفر انتخاب و با ایجاد آمادگی در آنها به همکاری و مشارکت در اجرای طرح دعوت شدند. از یک دهم جمعیت قبل و بعد از مداخله نمونه خون تهیه و سرم خون جدا شد. مقدار Zn با استفاده از کیت Radox کشور انگلستان بوسیله دستگاه اتوآنالیزر Hitadin مدل 704 اندازه‌گیری شد. روش مطالعه کارآزمایی صحرائی و داده‌های حاصل از مطالعه با محاسبه میانگین، انحراف معیار و فاصله اطمینان 95 درصد برای گروه‌های سنی و جنسی و کل جامعه مورد مطالعه قبل و بعد از مصرف نان‌ها مقایسه گردید. برای مقایسه یافته‌ها بین گروه‌های تجربی و شاهد (در هر گروه

تغذیه نان داشت. آنها وجود ناخالصی آلاینده کادمیم در مکملهای مصرفی را مشکل‌ساز اعلام نمودند [22]. صفوی (1385) در گزارشی اعلام نمود که طرح غنی‌سازی آرد وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی در برخی از استانهای کشور موفقیت‌آمیز نبوده است [23]. صادقی و همکاران (2009) در ارزیابی اولیه‌ای که از اثرات غنی‌سازی آرد با Fe در استان بوشهر به مدت سه سال داشتند، بیان نمودند که غلظت Fe فقط در افرادی که مبتلا به کمبود آن بودند، افزایش یافت. در این بررسی غلظت Fe در آرد غنی شده  $8/5 \pm 48/7$  و در نان غنی شده  $9/9 \pm 52/8$  میلی‌گرم در کیلوگرم بود. هدف از انجام تحقیق حاضر، مقایسه محاسن غنی‌سازی گندم در مزارع گندم با غنی‌سازی آرد در کارخانجات بود.

## 2- مواد و روشها

طرح مذکور طی سه آزمایش در اوایل دهه 1380 در استان‌های آذربایجان شرقی، آذربایجان غربی، کرمان، سیستان و بلوچستان و خراسان جنوبی به اجرا درآمد. در آزمایش اول، طرح در قالب آزمون t شامل تیمارهای شاهد (عرف زارع) و مصرف بهینه کودی در سه تکرار در اراضی زراعی شهرستان میانه در استان آذربایجان شرقی به مدت یک سال زراعی (80-1379) به اجرا گذاشته شد. پس از برداشت گندم، آرد سبوس دار تهیه و در دو روستای تجرق و خانقاه میانه، نانهای غنی شده و نشده مورد استفاده قرار گرفت این طرح در قالب آزمون t شامل تیمارهای شاهد (عرف زارع) و مصرف بهینه کودی در سه تکرار در اراضی مزروعی شهرستان میانه در استان آذربایجان شرقی به مدت یک سال زراعی (80-1379) اجرا و سپس در سال زراعی 81-1380 بخشی از گندم های تولیدی از سه مزرعه سه ماه در سیلو نگهداری و سپس بطور جداگانه به آرد کامل تبدیل شد. 700 نفر در دو روستای تجرق و خانقاه از توابع شهرستان میانه انتخاب و تنها 525 نفر حاضر به شرکت در این مطالعه شدند. نان غنی شده به اهالی روستای تجرق و نان معمولی به اهالی روستای خانقاه به مدت چهار ماه داده شد. در آزمایش دوم، طرح در قالب آزمون t شامل تیمارهای شاهد (عرف زارع) و مصرف بهینه کودی در سه تکرار در اراضی زراعی شهرستان نقده در استان آذربایجان غربی در سال زراعی 82-1381 به اجرا گذاشته شد. پس از برداشت گندم، آرد سبوس دار تهیه و در روستای کهریز ارومیه به مدت شش ماه نانهای غنی شده و نشده مورد استفاده 1750 نفر از اهالی روستا قرار گرفت. سپس

روش T-test و با استفاده از نرم‌افزار آماری SPSS مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت.

### 3- نتایج و بحث

#### 3-1- آزمایش اول

##### 3-1-1- نتایج آزمون خاک در سه مزرعه انتخابی میانه:

از بررسی نتایج تجزیه خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاکهای سه مزرعه (جدول 1) چنین استنباط گردید که خاکهای مزارع تحت بررسی، آهکی بودند. در هیچ یک از مزارع مشکل شوری وجود نداشت. ولی کمبود ریزمغذی‌ها به ویژه Fe و Zn وجود داشت [24].

3-1-2- اثر تیمارها بر عملکرد و اجزای آن: با توجه به نتایج جدول 2 مشخص شد که بیشترین میزان عملکرد و وزن هزار دانه از تیمار مصرف بهینه کودی در مزارع دوم و سوم بدست آمد. بیشترین افزایش معنی دار در پارامترهای کمی در تیمار مصرف بهینه کودی مزرعه سوم مشاهده شد. با توجه به pH بالا، آهک زیاد و همچنین بافت سنگین در مزارع اول و دوم در مقایسه با مزرعه سوم، به نظر می‌رسد در این مزارع شرایط جذب عناصر ریزمغذی مطلوب بوده است [24].

##### 3-1-3- اثر تیمارها بر غلظت عناصر غذایی در دانه گندم:

اثر تیمارها بر غلظت عناصر غذایی در دانه گندم در جدول 3 آورده شده است. اثر تیمارها بر غلظت عناصر غذایی در دانه گندم از نظر آماری کاملاً معنی دار بود ( $P \leq 0/01$ ) [24].

##### 3-1-4- اثر تیمارها بر نسبت مولی اسید فیتیک به

روی (PA/Zn) در دانه گندم: نتایج بدست آمده نشان داد که در تیمار مصرف بهینه کود، غلظت اسید فیتیک و نسبت مولی اسید فیتیک به روی در دانه گندم بطور کاملاً معنی‌داری نسبت به شاهد (عرف زارع) کاهش یافت ( $P \leq 0/01$ ). بررسی رابطه رگرسیونی بین غلظت فسفر قابل استفاده خاک و اسید فیتیک دانه و همچنین غلظت فسفر و اسید فیتیک در دانه، بیانگر این واقعیت بود که رابطه مثبت و معنی‌داری بین عوامل مذکور وجود داشت، بطوریکه با افزایش غلظت فسفر قابل جذب در خاک، غلظت فسفر در دانه و مقدار اسید فیتیک آن افزایش و از کیفیت دانه کاسته شد. نتایج تجزیه نمونه گندم در جدول 3 گنجانده شده است [24].

سنی) از آزمون Independent- t و برای مقایسه یافته‌ها در آغاز و پایان مطالعه از Paired- t استفاده شد.

در آزمایش سوم طرح که غنی‌سازی آرد در کارخانه بود در 3 قرارگاه مقدم مرصاد در استان‌های کرمان، سیستان و بلوچستان و خراسان در تابستان 1382 به مدت 4 ماه اجرا شد. از افراد تحت بررسی نمونه خون گرفته شد. میزان Fe و Zn در سرم خون این افراد با دستگاه جذب اتمیک اندازه‌گیری گردید. ترکیبات سولفات روی، سولفات آهن، ویتامین B<sub>1</sub>، ویتامین B<sub>2</sub> و ویتامین B<sub>6</sub> از شرکتهای داروسازی نظیر شرکت داروسازی الحاوی خریداری و در تاریخ 82/4/23 برای اولین بار در کشور غنی‌سازی نان در نانوایی‌های قرارگاه مقدم مرصاد انجام گرفت. 300 گرم مخمر به ازاء هر 80 کیلوگرم آرد اضافه شد و زمان تخمیر به 2/5 ساعت افزایش یافت. برای غنی‌سازی، به ازاء هر کیلوگرم آرد 80 میلی‌گرم سولفات روی، 50 میلی‌گرم سولفات آهن، 10 میلی‌گرم ویتامین B<sub>1</sub>، 2/5 میلی‌گرم ویتامین B<sub>2</sub> و 5 میلی‌گرم ویتامین B<sub>6</sub> مصرف گردید. همچنین نقش استفاده از مخمر بجای جوش شیرین و نیز رعایت زمان تخمیر (30، 120 و 150 دقیقه) در کیفیت (طعم و نسبت مولی اسیدفیتیک به روی) در نان بررسی گردید. فاصله مشعل از تنور به 30 سانتی متر افزایش داده شد و چرخش تنور برای پخت هر نان به 7 دور افزایش یافت. در این نمونه‌گیری از هر فرد 5 cc خون گرفته شد. برای این منظور از لوله‌های Acid wash استفاده گردید. بعد از یک ساعت که خون کاملاً لخته گردید، هر نمونه دو بار سانتریفوژ و سرم آن جدا گردید. سرم به نسبت مساوی با اسید تری‌کلرواستیک (TCA) 8 درصد مخلوط کرده و 15 دقیقه بعد در دور (rpm) 3000 به مدت 10 دقیقه سانتریفوژ گردید. محلول باقیمانده را در ظرف دیگری خالی نموده و میزان Zn و Fe این محلول توسط دستگاه جذب اتمیک اندازه‌گیری شد. در پایان نمونه خون از گروهی از افرادی که در طی 4 ماه در قرارگاه بودند و از نان غنی‌شده در 3 وعده غذایی استفاده کرده بودند، تهیه شد. همچنین از گروهی که از نان‌های غنی نشده استفاده نکرده بودند (شاهد) خون گرفته شد و میزان Zn و Fe سرم خون آنها با قرارگاه مرصاد مقایسه شد. حد طبیعی Zn و Fe به ترتیب 70 و 80 میکروگرم در دسی‌لیتر تعیین گردید. در این تحقیق برای اندازه‌گیری کیفیت نان به دو عامل PA/Zn و میزان دوریز نان استناد گردید. اطلاعات جمع‌آوری شده با

جدول 1 نتایج آزمون خاک در سه مزرعه انتخابی میانه

فاکتور مزرعه	pH	EC (dS/m)	(درصد)							(میلی گرم در کیلوگرم)		
			آهک	کربن آلی	رس	فسفر	پتاسیم	آهن	منگنز		روی	مس
1	8/1	1/97	22	0/62	40	9	220	4/5	6/9	0/61	0/61	0/92
2	8/2	2/20	18	0/81	31	11	180	4/2	7/2	0/85	0/85	1/10
3	7/6	1/25	14	0/41	29	13	120	3/9	6/5	0/65	0/65	0/89

جدول 2 عملکرد و اجزای عملکرد در سه مزرعه تحت مطالعه در میانه

مزرعه	فاکتور	عملکرد				متوسط وزن هزار دانه (گرم)
		تعداد بوته در متر مربع	تعداد خوشه در متر مربع	متوسط تعداد دانه در خوشه	متوسط وزن هزار دانه (گرم)	
1	شاهد	170 C	730 D	43 C	41/30 B	
2	شاهد	178 BC	862 C	57 BC	42/65 AB	
3	شاهد	180 B	890 AB	59 B	42/40 AB	
	تیمار کودی	195 A	910 A	71 A	43/85 A	
	تیمار کودی	183 B	746 CD	46 C	42/05 B	
	تیمار کودی	187 AB	885 B	61 AB	43/01 A	
	تیمار کودی	195 A	910 A	71 A	43/85 A	

\* حروف بزرگ مشابه بیانگر عدم تفاوت معنی دار در سطح یک درصد می باشد

جدول 3 نتایج تجزیه نمونه های دانه گندم در سه مزرعه گندم میانه

مزرعه	فاکتور	(درصد)									
		ازت	فسفر	پتاسیم	منیزیم	آهن	منگنز	روی	مس	اسید فیتیک (گرم در کیلوگرم)	نسبت مولاری اسید فیتیک به روی (PA/Zn)
1	شاهد	1/52 ab	0/34 ab	0/53 a	0/13 b	32 b	35b	30c	4/8 ab	8/72a	28a
2	شاهد	1/47 b	0/33 b	0/47 b	0/14 b	34 b	36b	30 c	5/0 ab	8/78 a	30 a
3	شاهد	1/57 ab	0/37 a	0/50a	0/16a	38a	39a	44ab	5/4 b	8/14 b	18 b
	تیمار کودی	1/59a	0/36 a	0/48 ab	0/15 ab	39a	38b	40 b	5/5 a	8/12 b	20 b
	تیمار کودی	1/57 ab	0/34 ab	0/49 a	0/15 ab	33 b	36b	28 c	4/9 ab	8/80 a	31a
	تیمار کودی	1/61 a	0/35 a	0/49 a	0/16 a	37a	40a	46 a	5/6a	8/15 b	18b

\* حروف کوچک مشابه بیانگر عدم تفاوت معنی دار در سطح یک درصد می باشد

جدول 4 مقایسه میانگین و انحراف معیار ( $\bar{x} \pm SD$ ) عناصر معدنی موجود در دو نوع آرد

عناصر معدنی (میلی گرم در 100 گرم)	آرد	حاصل از گندم کامل معمولی	حاصل از گندم کامل غنی شده
کلسیم (Ca)	40 ± 20	40 ± 20	50 ± 10
منیزیم (Mg)	90 ± 30	90 ± 30	140 ± 20
آهن (Fe)	0/38 ± 0/05	0/38 ± 0/05	0/45 ± 0/07
روی (Zn)	** 3/9 ± 0/04	** 3/9 ± 0/04	** 4/5 ± 0/08
مس (Cu)	** 1/79 ± 0/01	** 1/79 ± 0/01	** 3/69 ± 0/02
اسید فیتیک (میلی گرم در 100 گرم)	* 470 ± 30	* 470 ± 30	* 710 ± 20
نسبت مولی اسید فیتیک به روی (PA/Zn)	* 25/4 ± 0/8	* 25/4 ± 0/8	* 21/9 ± 1/3

\* P&lt;0/05 و \*\* P&lt; 0/01

با توجه به ارقام جدول 3 مشخص شد که تأثیر اعمال ترکیبات کودی بر میزان ازت، فسفر، پتاسیم و منیزیم در سه مزرعه تحت آزمایش معنی دار نگردید ( $P \leq 0/05$ ). بیشترین میزان Zn و Fe در دانه گندم در تیمار مصرف بهینه کود اندازه گیری شد. در بین عناصر ریزمغذی، افزایش غلظت Zn در هر سه مزرعه مشاهده شد که با نتایج محققین متعددی از جمله ملکوتی و همکاران (1383) مطابقت داشت. با توجه به نتایج تجزیه خاک مشخص گردید که در بین عناصر ریزمغذی موجود در خاک، بیشترین میزان کمبود مربوط به عنصر Zn می باشد. بیشترین میزان نسبت مولی اسیدفیتیک به روی (PA/Zn) در تیمار شاهد مزرعه سوم و کمترین آن نیز در تیمار مصرف بهینه کودی مزرعه شماره 1 و 3 حاصل شد. با علم به اینکه دسترسی به عناصر ریزمغذی در غذا، که نسبت مولاری اسید فیتیک به Zn بیشتر از 25 باشد، کاهش می یابد، بنابراین قابلیت استفاده Zn در گندم های تولیدی از خاکهای آهکی ایران بسیار کم است. به نظر می رسد بهترین راه برای افزایش غلظت Zn قابل استفاده در گندم فقط از طریق مصرف متعادل کود می باشد [24].

**3-1-5- اثر تغذیه با گندم غنی شده بر سلامتی جامعه:**  
مقدار عناصر معدنی موجود در نمونه آردهای تهیه شده، PA/Zn و مقدار Zn و Fe دریافتی از مصرف آنها و کل Zn و Fe دریافتی به تفکیک گروههای سنی در دو روستای اندازه گیری و نتایج حاصله در جدول های 4، 5 و 6 گنجانده شده است. اندازه گیری میزان اسید فیتیک و محاسبه PA/Zn به PA/Z در دو نوع آرد نشان داد که آرد شاهد با اینکه اسید فیتیک کمتری نسبت به آرد غنی شده داشت ولی نسبت مولی اسید فیتیک به روی (PA/Zn) در آن بالاتر از آرد غنی شده بود [27].

در آغاز مطالعه میانگین عناصر Ca، Mg و Zn در دو روستا مشابه بود. روی در سرم خون افراد در هر دو روستا و در همه گروههای سنی و جنسی پس از مصرف نانهای غنی شده و معمولی افزایش معنی داری داشت. کلسیم سرم در همه گروههای سنی روستای تجرق افزایش ولی در روستای شاهد نیز تغییر مهمی ایجاد نشد. منیزیم سرم در گروه سنی 5-12 سال و زنان کاهش داشت ولی در سایر گروههای سنی و همچنین در روستای شاهد تفاوت خاصی مشاهده نشد. نسبت مولی اسید فیتیک به روی (PA/Zn) عامل مهمی در جذب ریزمغذیها از آرد کامل بود. با توجه به اینکه این نسبت در نان غنی شده پایین تر از نان معمولی بود، می توان علت افزایش

غلظت ریزمغذیها را به این موضوع نسبت داد. زیرا با کاهش PA/Zn، جذب عناصر معدنی به ویژه Zn و Fe از گندم افزایش یافت. تفاوت در نتایج حاصل از مطالعه اثر اسید فیتیک بر جذب Fe را می توان به عواملی از قبیل ذخایر Fe بدن، روش مطالعه، شکل شیمیایی و غلظت Fe در رژیم غذایی، سایر ترکیبات غذایی به ویژه Zn موجود در نان نسبت داد. افزایش غلظت Zn در گروه شاهد نیز مشاهده شد. با توجه به اینکه میزان اسید فیتیک آرد معمولی پایین تر از آرد غنی شده بوده است و از طرفی میزان Zn آن پایین تر است احتمالاً علت شباهت این دو گروه را در پایین بودن PA/Zn در هر دو آرد بیان نمود. اسید فیتیک به شدت در روده با Ca، Fe، Zn و Mg باند شده و جذب آنها را کاهش می دهد. اثرات مهار کنندگی اسید فیتیک بر Zn بوسیله نسبت مولی PA/Zn در رژیم غذایی پیش بینی می شود. هنگامی که دریافت Zn غذا نزدیک به میزان مورد نیاز غنی شده، نسبت مولی بیشتر از 1:15 (PA/Zn) از جذب Zn جلوگیری می کند و منجر به کاهش Zn در بدن می شود نسبت مولی بالا PA/Zn خطر فقر Zn را افزایش می دهد کاهش این نسبت به 37-27 به 18-3 بهبودی در زیست فراهمی Zn را نشان داد. کاهش PA/Zn باعث افزایش جذب ریز مغذیهای موجود به ویژه Zn نان در دستگاه گوارش گردید. بطور خلاصه می توان گفت که زیست فراهمی مواد معدنی از گندم بسته به رقم آن متفاوت است. حتی ارقام با اسید فیتیک یکسان، اثرات متفاوتی بر زیست فراهمی عناصر معدنی دارند و بیشتر نسبت مواد معدنی به اسید فیتیک است که اثرگذار می باشد. ورا آمدن خمیر، اسید فیتیک را کاهش و جذب Zn را افزایش می دهد [30].

### 3-2- آزمایش دوم

#### 3-2-1- خصوصیات فیزیکوشیمیایی خاک محل آزمایش:

از بررسی نتایج تجزیه خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک مزرعه چنین استنباط گردید که خاک مزرعه تحت بررسی مشابه خاکهای زیر کشت گندم حومه شهرستان میانه آهکی و بدون مشکل شوری بوده، لیکن، کمبود ریزمغذیها به ویژه Zn و Fe وجود داشت. درصد کربن آلی در این خاک حدوداً دو برابر خاکهای زراعی زیر کشت آزمایش اول بود [26].

#### 3-2-2- اثر تیمارها بر عملکرد و اجزای آن: نتایج تجزیه

آماری طرح نشان داد که بین دو تیمار تفاوت کاملاً معنی داری

جدول 5 مقایسه میانگین و انحراف ( $\bar{x} \pm SD$ ) آهن و روی دریافتی روزانه حاصل از مصرف نان‌های مورد مطالعه

13-60 سال (مردان)		13-60 سال (زنان)		12-13 سال		5-12 سال		گروه‌های سنی ریز مغذی
شاهد	تجربی	شاهد	تجربی	شاهد	تجربی	شاهد	تجربی	
23/4 ± 2	27 ± 4	19/5 ± 2	22/5 ± 4/0	15/6 ± 2/0	17/0 ± 3/0	11/7 ± 3/0	13/5 ± 2/0	آهن (میلی گرم)
10/2 ± 1/6	22/2 ± 1/1	8/5 ± 1/5	18/5 ± 1/1	6/8 ± 1/4	14/8 ± 1/8	5/1 ± 1/3	10/1 ± 1/6**	روی (میلی گرم)

\*\*P &lt; 0/01

جدول 6 مقایسه میانگین و انحراف ( $\bar{x} \pm SD$ ) آهن و روی دریافتی روزانه حاصل در حین مداخله در گروه‌های مختلف سنی

13-60 مردان		13-60 زنان		13-12 سال		5-12 سال		گروه‌های سنی ریز مغذی
شاهد	تیمار	شاهد	تیمار	شاهد	تیمار	شاهد	تجربی	
45/4 ± 6	50 ± 3/1	36 ± 4/5	40 ± 2/0	35/1 ± 0/4	35/5 ± 3/5	31/2 ± 4/5	32/0 ± 4/0	آهن (میلی گرم)
13/2 ± 1/6	23/2 ± 1/2	10 ± 1/3	19/8 ± 1/0	9/8 ± 1/5	15/8 ± 1/8	8/3 ± 1/6	10/8 ± 1/3	روی (میلی گرم)

\*\*P &lt; 0/01

جدول 7 میانگین، انحراف معیار و فاصله اطمینان روی سرم خون قبل و بعد از مداخله در گروه‌های سنی نمونه مختلف

گروه سنی	قبل از مداخله		بعد از مداخله	
	میانگین و انحراف معیار	فاصله اطمینان 95 در صد	میانگین و انحراف معیار	فاصله اطمینان 95 در صد
0-9	75 ± 41	(76 و 93)	93 ± 43	(74 و 111)
10-19	79 ± 34	(70 و 87)	114 ± 49	(102 و 126)
20-29	78 ± 46	(62 و 94)	114 ± 54	(95 و 113)
30-39	91 ± 47	(66 و 115)	108 ± 49	(83 و 133)
40-49	78 ± 35	(65 و 91)	109 ± 55	(89 و 129)
50-59	82 ± 20	(61 و 103)	97 ± 23	(73 و 121)
60-69	104 ± 41	(66 و 142)	123 ± 63	(64 و 182)
≥ 70	75 ± 18	(47 و 103)	105 ± 29	(59 و 150)
کل	80 ± 38	(75 و 86)	110 ± 50	(121 و 117)

جدول 8 توزیع میانگین، انحراف معیار و فاصله اطمینان روی سرم خون قبل و بعد از مداخله در گروه‌های جنسی

گروه جنسی	قبل از مداخله		بعد از مداخله	
	میانگین و انحراف معیار	فاصله اطمینان 95 در صد	میانگین و انحراف معیار	فاصله اطمینان 95 در صد
زن	75 ± 39	(68 و 82)	110 ± 53	(101 و 120)
مرد	88 ± 36	(79 و 96)	109 ± 44	(109 و 119)
	p.value	p=0/028	p=0/818	



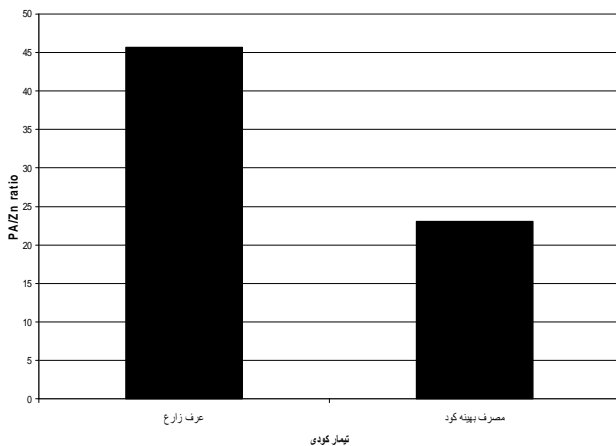
جدول 9 مقایسه میانگین میزان روی و آهن سرم خون افراد در قرارگاه مقدم مرصاد و گردان راور ابوذر

روی (Zn)			
نوع نان	میانگین (میکروگرم در دسی لیتر)	انحراف معیار	میانگین خطای آزمایشی
شاهد	72	11/60	2/81
تیمار شده	89	12/22	2/73
آهن (Fe)			
نوع نان	میانگین (میکروگرم در دسی لیتر)	انحراف معیار	میانگین خطای آزمایشی
شاهد	87	27/60	6/69
تیمار شده	133	34/77	7/77

جدول 10 اثربخشی غنی سازی آرد با روی و آهن در افزایش روی و آهن سرم افراد تحت بررسی

نان غنی نشده		نان غنی شده		میزان روی سرم خون
تعداد	درصد	تعداد	درصد	
8	47	2	10	Zn ≤ 70
9	53	18	90	Zn > 70
		< 0/01		P-value
میزان آهن سرم خون				
تعداد	درصد	تعداد	درصد	
2	12	2	10	Fe ≤ 65
15	88	18	90	Fe > 65
		< 0/01		P-value

فیتیک و نسبت مولی اسید فیتیک به روی در دانه گندم بطور کاملاً معنی داری نسبت به شاهد (عرف زارع) کاهش یافت ( $P \leq 0/01$ )، بطوریکه مقدار کاهش آن در تیمار مصرف بهینه کود به شاهد به ترتیب معادل 11 و 27/7 درصد بود (شکل 1) [26].

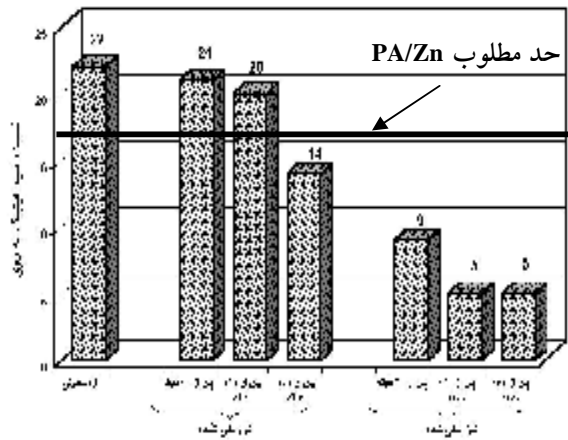


شکل 1 اثر میانگین تیمارها بر نسبت مولی اسید فیتیک به روی در دانه گندم (مجیدی و همکاران، 1387)

از نظر آماری وجود داشت ( $P \leq 0/01$ )، بطوریکه تیمار مصرف بهینه کود در کلاس اول و تیمار شاهد در کلاس دوم قرار گرفتند. اثر تیمارها بر وزن هزار دانه، تعداد دانه در خوشه و وزن کلش از نظر آماری معنی دار نگردید، در حالی که عملکرد در قطعات شاهد بالغ بر 7141 کیلوگرم در هکتار بود این رقم در تیمار مصرف بهینه کودی به 9910 کیلوگرم در هکتار افزایش یافت. لیکن تفاوت معنی داری بین دو تیمار از نظر تعداد خوشه در متر مربع و شاخص برداشت وجود داشت [26].

3-2-3- اثر تیمارها بر غلظت عناصر غذایی در دانه گندم: اثر تیمارها بر غلظت عناصر غذایی ازت، فسفر، کلسیم و مس معنی دار نبوده ولی بر غلظت K, Mg, Mn, Zn, Fe در دانه گندم از نظر آماری کاملاً معنی دار بود [26].

3-2-4- اثر تیمارها بر نسبت مولی اسید فیتیک به روی (PA/Zn) در دانه گندم: نتایج بدست آمده نشان داد که در تیمار مصرف بهینه کود، غلظت اسید



شکل 2 نقش غنی‌سازی و استفاده از خمیرمایه و طولانی کردن زمان تخمیر در ارتقاء کیفی نانهای مصرفی در قرارگاه مقدم مرصاد

در افرادی که از نان با کیفیت پایین استفاده می‌کردند، 47 درصد با کمبود Zn مواجه بودند؛ ولی در افرادی که نان مصرفی آنها غنی شده بود، 10 درصد افراد کمبود Zn داشتند که اختلاف در سطح پنج درصد معنی‌دار گردید (جدول 13). در افرادی که از نان با کیفیت پایین (شاهد) استفاده می‌کردند، 12 درصد با کمبود Fe مواجه بودند. ولی در افرادی که نان مصرفی آنها غنی شده بود، 10 درصد افراد کمبود Fe داشتند. نقش حذف جوش شیرین (بی‌کربنات سدیم) و جایگزینی آن با مخمر (300 گرم مخمر به ازاء هر 80 کیلوگرم آرد) و افزایش زمان تخمیر تا 2/5 ساعت در بهبود طعم نان‌های مصرفی بسیار چشمگیر بود. در حالی که PA/Zn آرد مصرفی قرارگاه مقدم مرصاد 22 بود و نان غنی شده پس از 150 دقیقه تخمیر تا حد 5 کاهش یافت (جدول 10 و شکل 2). در پادگان شهدای باغین قبل از غنی‌سازی در طول چهار ماه، میزان مصرف دارو برای بیمارهای معده 1615 مورد بود. در صورتی که بعد از اجرای طرح، میزان مصرف داروها به عدد 1375 مورد کاهش یافت [20].

افزایش عملکرد ناشی از مصرف بهینه کودی توسط همکاران متعددی از جمله ملکوتی (1375)، ملکوتی و همکاران (1383) و ملکوتی و همکاران (1387) گزارش شده است. بای‌بوردی و همکاران (1380) و ملکوتی و همکاران (1387) عنوان نمودند که با مصرف سولفات روی در غلات، میزان Zn در دانه به طور معنی‌داری افزایش می‌یابد. نتایج بدست آمده نشان داد که در تیمار مصرف بهینه کود غلظت PA و PA/Zn در دانه گندم بطور کاملاً معنی‌داری نسبت به شاهد کاهش یافت. بررسی رابطه رگرسیونی بین غلظت فسفر

### 3-2-5- اثر تغذیه با گندم غنی شده بر سلامتی جامعه:

نتایج تجزیه و تحلیل آماری اثرات تغذیه با آرد حاصل از گندم غنی‌شده در جداول 7 و 8 آورده شده است. نتایج حاصله نشان داد که تفاوت معنی‌داری از نظر میانگین Zn سرم خون قبل و بعد از مداخله در جامعه مورد بررسی در تمامی گروههای سنی در سطح یک درصد وجود داشت. همچنین میانگین Zn سرم خون در زنان و مردان قبل و بعد از تغذیه با گندم غنی شده بطور معنی‌داری افزایش نشان داد [27].

### 3-3- آزمایش سوم

نتایج تجزیه و تحلیل آماری غنی‌سازی آرد در کارخانه نشان داد که در هیچ‌کدام از افراد تحت مطالعه، میزان Zn و Fe سرم خون افراد بیش از حد نرمال نبود. به طوریکه میانگین غلظت روی در سرم خون افرادی که از نان غنی نشده استفاده کردند 72 ولی در افراد تیمار شده، میزان روی بعد از چهار ماه، به 89 میکروگرم در دسی لیتر افزایش یافت ( $P \leq 0/01$ ). میانگین میزان Fe سرم خون افراد هم از 87 به 133 میکروگرم در دسی لیتر افزایش یافت ( $P \leq 0/01$ ). افرادی که از نان با کیفیت پایین (شاهد) استفاده می‌کردند، 47 درصد با کمبود روی؛ ولی در افرادی که نان مصرفی آنها با کیفیت بالا بود، فقط 10 درصد مبتلا به کمبود روی بودند. در افراد قرارگاه مقدم مرصاد قبل از انجام طرح، میزان مصرف دارو برای بیماری‌های معده 1615 مورد بود، این مقدار بعد از غنی‌سازی تا 15 درصد کاهش یافت. نانی که قبل از اجرای طرح با کیفیت بسیار پایین و با نسبت مولی PA/Zn بیش از 30 عرضه می‌شد، بعد از غنی‌سازی، نان با بهترین کیفیت و مطابق با استانداردهای روز دنیا با نسبت مولی PA/Zn پایین تحویل و در نهایت هدرروی نان نیز به مقدار معنی‌داری کاهش یافت. نتایج این تحقیق نشان داد رابطه معنی‌داری بین مصرف نان غنی شده با افزایش غلظت Zn و Fe در سرم خونی افراد تحت مطالعه وجود داشت. به طوریکه در طول این مدت، ناراحتی‌های معده و در نهایت مصرف دارو کاهش یافته و شعاع پیشگیری بهتر از درمان در میان افراد قرارگاه مقدم مرصاد به وضوح تحقق یافت (جدول 9).

زراعی کشور از 0/50 و 5/0 میلی‌گرم در کیلوگرم تجاوز نمی‌نماید. بدیهی است گندمی که در چنین خاکهایی رشد می‌نماید محتوی Zn و Fe بسیار پایینی خواهد بود.

اصلاح تغذیه گیاهی در نهایت وسیله‌ای برای بهبود کمی و کیفی وضعیت تغذیه انسان‌ها می‌باشد. رفع مشکل اصلاح ساختار تغذیه‌ای عمدتاً از طریق تغییر در پارانه کودها و با بکارگیری کودهای کامل، زیستی، گوگردی، و ریزمغذی‌ها، امکان‌پذیر است. در جمع‌بندی می‌توان گفت که مزایای غنی‌سازی در مزارع گندم در مقایسه با غنی‌سازی آرد در کارخانجات بسیار فراوان بوده و از اهم آن‌ها می‌توان به بهبود کیفیت و افزایش حدود 25 درصدی عملکرد گندم در کشور اشاره نمود. در سال زراعی 86-1385 حدود 15 میلیون تن گندم تولید گردید که اضافه تولید ناشی از مصرف بهینه کود بالغ بر 3/75 میلیون تن می‌شود. با احتساب قیمت 2500 ریال برای هر کیلوگرم گندم، اضافه درآمدی که نصیب کشاورزان و در نهایت کشور خواهد گردید، بالغ بر 90 تریلیارد ریال خواهد شد.

## 5- پیشنهادها

- مصرف متعادل کودها در زراعت‌های مختلف علی‌الخصوص گندم به منظور افزایش عملکرد در واحد سطح با توجه به اهداف کشاورزی پایدار، غنی‌سازی محصولات کشاورزی، به کار بستن روشهای آموزش تغذیه مناسب، گسترش عدالت اجتماعی برای دسترسی مناسب به منابع غذایی می‌تواند در کاهش میزان کمبود مخصوصاً در گروه‌های آسیب‌پذیر اثر مناسبی داشته باشد.
- نتایج تحقیقات به انجام رسیده نشان داد که رابطه مستقیمی بین میزان فسفر قابل جذب و غلظت اسید فیتیک در دانه وجود داشت. لیکن، باید از مصرف بی‌رویه کودهای فسفاتی پرهیز نموده و تنها در صورت اثبات کمبود فسفر با انجام آزمون خاک در مزرعه، اقدام به مصرف این کودها نمود.
- آسان‌ترین روش حل کمبود Zn و Fe در جامعه، در اولویت اول غنی‌سازی گندم در مزرعه و در اولویت بعدی غنی‌سازی آرد می‌باشد.
- به عقیده متخصصین تغذیه جذب عناصر معدنی مورد نیاز بدن نیز با غنی‌سازی در مزارع، باغ‌ها و مراتع سریعتر و بهتر و با کارایی بالاتر در بدن انسان انجام می‌گیرد.

قابل استفاده خاک و PA دانه و همچنین غلظت فسفر و PA در دانه، بیانگر این واقعیت بود که رابطه مثبت و معنی‌داری بین عوامل مذکور وجود داشت. بطوریکه با افزایش غلظت فسفر قابل جذب در خاک، غلظت فسفر در دانه و مقدار PA افزایش و از کیفیت دانه کاسته شد. با بهینه‌سازی مصرف کود علاوه بر افزایش تولید و غنی‌سازی دانه گندم، مقدار اسید فیتیک کاهش و Zn افزایش یافته و در نتیجه PA/Zn بطور معنی‌داری کاهش می‌یابد. انتخاب ارقام گندم با اسید فیتیک پایین‌تر (اصلاح ژنتیکی)، تحقیقات بر Zn جذب عناصر مصرفی در گندم غنی‌شده، همگانی کردن مصرف نان سبوس‌دار و مهم‌تر از همه همکاری علمی و همدلی متخصصین تغذیه ضروری است تا بتوان ضمن ارتقاء بخشیدن به سلامت جامعه، ضایعات نان را تا 20 درصد کاهش داد. این مطالب یکی دو دهه توسط محققین متعددی از جمله ملکوتی (1375)؛ اولیور (1997)؛ گراسک و دلا پنا (1999)؛ گراهام و همکاران (2000)؛ ملکوتی و همکاران (1383)؛ ملکوتی و همکاران (1384)؛ ملکوتی و همکاران (1385)؛ ملکوتی و همکاران (1387)؛ تیموتی و ایزاقین (2007)؛ مایر و همکاران (2008) و چاکماق (2008)؛ ملکوتی (2008) و ولچ (2009) ارائه شده است و آنان با استناد به تحقیقات متعدد، به وجود رابطه مثبت بین درجه حاصلخیزی خاک، تولید غذا و سلامت جامعه اشاره نمودند.

## 4- نتیجه‌گیری

در هزاره سوم همراه با پیشرفت علم نانو تکنولوژی، غنی‌سازی محصولات کشاورزی از طریق روش‌های متعددی از جمله روش آگرونومیک در مزرعه عمدتاً از طریق رعایت اصول مصرف بهینه کودها، اضافه کردن عناصر معدنی در محل فرآوری تولید ارقام کارآ با استفاده از علم اصلاح نژاد و یا استفاده از روش‌های نوین بخصوص مهندسی ژنتیک امکان‌پذیر است.

مقدار Zn و Fe قابل استفاده در خاکهای آهکی به دلایل متعددی از جمله فراوانی کربنات کلسیم در خاکهای زراعی، pH بالا، بی‌کربناته بودن آب آبیاری، کمی مواد آلی، تنش خشکی و شوری، تداوم مصرف نامتعادل کودها، زیاده‌روی در مصرف کودهای فسفاتی و نبود فرهنگ مصرف کودهای محتوی Zn و Fe در مزارع و باغها به همراه کودهای پرمصرف بسیار ناچیز می‌باشد. در حالی که مقدار Zn و Fe قابل استفاده با روش DTPA می‌بایستی بیش از یک و 10 میلی‌گرم در کیلوگرم خاک باشد، این مقادیر در اکثر خاکهای

- elements in the life cycle of plant, animal and human health (9<sup>th</sup> edition). Technical bulletin No. 475. Sana Publication Co., Ministry of Jihad-e-Agriculture. Tehran, Iran. 11 pp.
- [7]Malakouti, MJ. 2008. Promotion of human health through production of healthy food. First National Symposium on New Technologies in Agriculture and natural Resources. Azad Islamic University. Rasht, Iran.
- [8]Malakouti, A, I Bybordi and MJ Malakouti 2003. An investigation in the extent of zinc deficiency in some medical science students of Tehran University School of Medicine. J. of Kermanshah Medical Sci. University (Behbood), 12:158-170.
- [9]Cakmak I. 2008. Enrichment of cereal grains with zinc: Agronomic or genetic biofortification? Plant and Soil, 302: 1-17.
- [10]Arabshahi, S. 1999. Evaluation of nutritional status of two schools (11-14 years girls) in two different regions in Tehran (MSc thesis). Tehran Medical Sciences University. Tehran, Iran.
- [11]Mahmoudi, MR, SM Kimiaghar, N Velaei and M. Ghaffarpour. 2001. Zinc deficiency in the schools of Tehran. Proceedings of the Effects of Zinc on Human health. Shahid Beheshti Medical Sciences University. Tehran, Iran.
- [12]Sanchez PA. and MS Swaminathan. 2005. Hunger in Africa: The link between unhealthy people and unhealthy soils. Lancet, 365: 442-444.
- [13]Malakouti, MJ. 1996. Sustainable agriculture and yield increase through balanced fertilization. Ministry of Agriculture. Karaj, Iran. 350 pp.
- [14]Bybordi, M. 2006. Soil management for sustainable agriculture and environment. Symposium of Soil, Environment and Sustainable Development. Agricultural College, Tehran University. Karaj, Iran.
- [15]Malakouti, MJ, Z Khougar and Z Khademi. 2004. Innovative approaches to balanced nutrition of wheat (A compilation of papers). Agronomy Department. Ministry of Jihad-e-Agriculture. Sana Publication Co. Pp.852. Karaj, Iran.
- [16]Malakouti, MJ. 2008. Balanced fertilization is the most appropriate way for sustainable agriculture, solving society's cell hunger. Agro Ecology College, Shahid Beheshti University. Tehran, Iran.
- [17]Erdal. I., B.Torun, S.Karanlik. H. EKIS, and I. Cakmak. 1998. Determination of zinc
- در برنامه پنجم توسعه، به جای تامین کالری روزانه جامعه، سیر کردن سلول‌های گرسنه جامعه از طرق غنی‌سازی محصولات کشاورزی، هدفمند نمودن یارانه کودها و خرید محصولات کشاورزی به ویژه گندم بر مبنای کیفیت مدنظر قرار گیرد.
  - غنی‌سازی آرد که هم‌اکنون در برخی از نقاط کشور در حال انجام است، چون تنها در برگیرنده Fe و اسید فولیک است، نمی‌تواند به عنوان غنی‌سازی کامل تلقی شود. زیرا به سایر عناصر مورد نیاز از قبیل روی، کلسیم، منیزیم، انواع ویتامین‌ها به ویژه ویتامین D توجهی نشده است. بنابراین، اجرای آن از نظر شیرشدگی سلولی هر چند که یک گام به جلو است، لیکن چندان مؤثر نیست و بایستی از مزرعه و یا از کارخانه‌های آرد، آنرا بطور کامل و با استفاده از تولیدات داخلی انجام داد.
  - غنی‌سازی در مزارع گندم بر غنی‌سازی آرد در کارخانجات آرد ارجحیت داشته و اهم مزایای آن را می‌توان افزایش حداقل 20 درصدی در عملکرد هکتاری گندم، بهبود کیفیت و افزایش بیش از 10 درصدی غلظت عناصر معدنی در اثر جذب بیشتر توسط دستگاه گوارش انسان نام برد.

## 5- منابع

- [1] Malakouti, MJ, P Keshavarz and N Karimian. 2008. A comprehensive approach towards identification of nutrients deficiencies and optimal fertilization for sustainable agriculture. Tarbiat Modares University Press. Tehran, Iran. 755 pp.
- [2] Khabar News. 2008. Iranian developments ranks 94 among 178 countries. Tehran, Iran.
- [3] Shahreyari, HA. 2008. Iranian health ranks 123 among 192 countries Based on World Health Organization report. An interview with Fars News. Tehran, Iran.
- [4]Ghasemi, H. 2003. Food security, nutrition and future challenges. First National Symposium on Agriculture and National development. Ministry of Jihad-e-Agriculture. Tehran, Iran.
- [5]Malakouti, MJ, I. Kalantari and A Malakouti. 2005. The need for a new outlook to prevent cell hunger by enriching agricultural crops instead of supplying society's daily calories. Technical bulletin No. 408. Soil and Water Research Institute. Sana Publication Co., Ministry of Jihad-e-Agriculture. Tehran, Iran. 25 pp.
- [6]Malakouti, MJ, A Malakouti, I Bybordi and E Khamesi. 2006. Zinc is the neglected

- dissertation. Tabriz Medical Sciences University. Tabriz, Iran.
- [26]Malakouti, MJ, A Majidi, A Bybordi and A Salari. 2007. The role of zinc on the reduction of PA/Zn molar ratio in wheat grains and human health (Short paper). Zinc Crops 2007: Improving crop production and human health Conference. Istanbul, Turkey.
- [27]Salari, A. 2004. The role of wheat grain fortification with zinc on the human blood Zn increase. Final report. Uremia Medical Sciences University. Uremia, Iran.
- [28]Graham RD, RM Welch, and HE Bouis. 2000. Addressing micronutrient malnutrition through enhancing the nutritional quality of staple foods: Principles, perspectives and knowledge gaps. *Advances in Agron.*, 70:77-161.
- [29]Grusak MA and D DellaPenna. 1999. Improving the nutrient composition of plants to enhance human nutrition and health. *Annu. Rev. Plant Physiol. Plant Mol. Biol.* 50:133-61.
- [30]Malakouti M J. 2007. Zinc is a neglected element in the life cycle of plants: A review. *Middle Eastern and Russian Journal of Plant Science and Biotechnology*, 1: 1-12,
- [31]Oliver, M. A. 1997. Soil and human health: a review. *Eur. J. Soil Sci.*, 48: 573-92.
- [32]Mayer, J E, HP Wolfgang and P Beyer. 2008. Biofortified crops to alleviate micronutrient malnutrition. *Current Opinion in Plant Biology*, 11: 166-170.
- [33]Timothy, J and PB Eyzaguirre. 2007. Biofortification, biodiversity and diet: A search for complementary applications against poverty and malnutrition. *Food Policy*, 32: 1-24.
- [34]Welch, RM. 2009. Breeding strategies for biofortified staple plant foods to reduce micronutrient malnutrition globally. *Symposium of Plant Breeding: A New Tool for Fighting Micronutrient Malnutrition*. American Society for Nutritional Sciences. Washington, DC. USA.
- and phytic acid and bioavailability of zinc in wheats grown in Turkey. The First National zinc Congress. Ankara, Turkey.
- [18]Gibson RS. 1998. Inadequate intakes of zinc in developing countries. Practical household strategies to reduce risk of deficiency. [www.zinc.world.org.health](http://www.zinc.world.org.health).
- [19]Malakouti, MJ. 2004. Necessity for production of enriched agricultural products. High Council of Policy Making on the Development of Biological Products Application, Optimum Utilization of Chemical Fertilizers and Pesticides in Agriculture. Publication No. 322. Ministry of Jihad-e-Agriculture. Iran.
- [20]Malakouti, A, S Akef, MJ Malakouti and A Bybordi. 2006. The role of fortified bread in increasing the levels of Fe and Zn in serum of Moghaddam Mersad Military personnel. *Medical J. of Tabriz Medical Sci. University*, 28:115-119.
- [21]Sadighi, J., R. Sheikholeslam, K. Mohammad, H., Pouraram. Z. Abdollahi, K. Samadpour, F. Kolahdooz and M. Naghavi. 2009. Flour Fortification with iron: a mid-term evaluation. *Pubic Health* (in press).
- [22]Khoshghoftarmanesh, I, HM Kadivar, H. Arabzadeghan, K. Abbasmanesh A. Dara. 2006. Study on the quality of flour enriched with Fe and Zn. A presentation in the 2<sup>nd</sup> Exhibition of Food Sciences. Isfahan Technical University. Isfahan, Iran.
- [23]Safavi, A. 2006. Study on the flour status in the flour factories. A presentation in the 2<sup>nd</sup> Exhibition of Food Sciences. Isfahan Technical University. Isfahan, Iran.
- [24]Bybordi, A, MJ Malakouti, and M Islamzadeh. 2001. The role of balanced fertilization in improving wheat yield and quality and lowering its PA/Zn ratio. *Iranian J. of Soil and Water Sci. (Special Issue: Balanced Fertilization)*: 12(14): 10-16.
- [25]Fallahi, E. 2003. Study on the effects of fortified bread with micronutrients in the human blood Fe and Zn indices. PhD

## Comparison Between Wheat Enrichment in the Farm with Flour Fortification in the Factory in Promoting Society's Health Level

Malakouti, M. J. <sup>1\*</sup>, Malakouti, A. <sup>2</sup>, Majid, A. i. <sup>3</sup>, Bybordi, A. <sup>4</sup>, Salari, A. <sup>5</sup>, Fallahi, A. <sup>6</sup>

1. Professor, Soil Science Department, Tarbiat Modares University. Tehran-Iran. 2. M. D 3. Postgraduate student, Soil Science Department, Tarbiat Modares University. Tehran-Iran. 4. Postgraduate student, Soil Science Department, Baku University. Baku- Azerbaijan. 5 and 6. Associate Professors, Uremia and Tabriz School of Medical Science Universities. Uremia and Tabriz-Iran.

The aim of this research was to compare the benefits of wheat enrichment in the farm with flour fortification in the factories. Three experiments have been carried out in the early of third Millennium in 6 different provinces, i.e. East and West Azerbaijan, Kerman, Sistan and Balouchestan and Southern Khorasan. The first and second experiments (2000-02 and 2002-04), were designed based on t-distribution and included two treatments: The control plots were given nutrients based on Farmer's conventional fertilization practice (NP) and the treated plots received nutrients based on soil tests (balanced fertilization) in Meyaneh (3 wheat farms) and Naghadeh (1 wheat farm) in East and West Azerbaijan provinces. In the wheat fields, micronutrient-fertilizer solution with 0.5% was sprayed at three stages (stem elongation, heading, and a week after flowering). After harvesting, the grain yield, phytic acid, Zn and PA/Zn molar ratio were measured. Then, whole-wheat bread and regular bread prepared from these farms were fed for 4 and 6-month periods to different groups in Tajark, Khanghah and Kahriz villages in East and West Azerbaijan, respectively. Before and after feeding the village inhabitants, zinc (Zn) and iron (Fe) concentration were measured in their blood serum. In the third experiments, in the summer of 2003, a study on the effect of fortification and improvement of the quality of bread on the health of consumer subjects was carried out on the total personnel of Moghadam Mersad Military Station. A number of the drafted military service personnel of Moghadam Mersad Military Station and some personnel from Ravar Aboozar Military Station were selected for blood tests. During a 4-month test period, bread consumed at the Station and the associated units was fortified and the correct procedure of baking was taught to the bakers. The amount of Zn and Fe in the blood serum of the subjects was determined with an atomic absorption spectrometer. Fortification of the wheat flour was carried out at the Baghin Martyrs Station, by adding, 80 mg Zn; 50 mg Fe; 10 mg vitamin B<sub>1</sub>; 2.5 mg Vitamin B<sub>2</sub>; and 5 mg vitamin B<sub>6</sub> per kg of flour. In the first and second experiments, the results demonstrated that there was a significant difference at one percent level for grain yield ( $\alpha=0.01$ ). Also, the statistical analysis revealed a significant difference for phytic acid, Zn and molar ratio of phytic acid to Zn (PA/Zn) in all wheat farms. Consumption of whole wheat bread in comparison with white bread for 4 and 6-month periods noticeably increased Zn and Fe concentration in blood serum especially in 6-month period. While the average Zn and Fe concentration in the blood serum in the second experiment for the control was 80 and 100, they were increased to 110 and 130  $\mu\text{g}/\text{deciliters}$  after the intervention in Kahriz village. In the third experiment, in places where bread was not fortified, the average level of Zn in the blood serum of individuals was measured to be 72  $\mu\text{g}/\text{deciliters}$ ; whereas, the serum Zn of the test subjects consuming fortified bread for a three-month period averaged 89  $\mu\text{g}/\text{deciliters}$  ( $P<0.01$ ). For persons who fed on unfortified bread, 47% suffered from Zn deficiency but those who used the superior quality, fortified bread, only 10% suffered from this deficiency ( $P<0.01$ ). While the number of people using stomach-problem-related-medicines at the Beghin Martyrs Station during a 4-month period before the experiment was figured to be 1615, it was reduced to 1375 cases after the test; or a 15% decrease during a 4-month period. In conclusion it can be mention that superiority of the enrichment in the farm over flour fortification in the factory has been proven. Enrichment is preferred to flour fortification and its most important benefits are at least 20% increase in wheat yield as well as grain quality and more than 10% increase in minerals concentration due to more uptake by human's digestion system.

**Key words:** Wheat (*Triticum aestivum* L.), grain enrichment and flour fortification, PA/Zn molar ratio, Whole wheat bread, promotion of human health.

\* Coresponding author E-mail address: [mjmalakouti@modares.ac.ir](mailto:mjmalakouti@modares.ac.ir)