

دانشگاه تربیت مدرس  
دانشکده کشاورزی  
گروه خاکشناسی

[www.modares.ac.ir/agr/mjmalakouti](http://www.modares.ac.ir/agr/mjmalakouti)

## روی (Zn) عنصری فراموش شده در چرخه حیات گیاه، دام و انسان (چاپ دهم با بازنگری کامل)

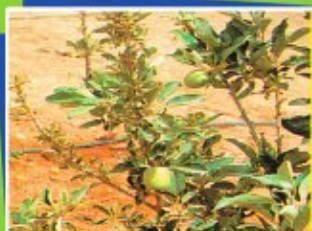
روی (Zn) ایمنی بدن را در مقابل انواع بیماری‌ها از جمله سرماخوردگی، دیابت و سل افزایش می‌دهد. مناسب‌ترین راه حل برای رفع کمبود آن، غنی‌سازی محصولات کشاورزی در همان محل رویش یعنی مزرعه، باغ و مرتع از طریق افزایش مواد آلی، مصرف بیهنه کود و بهبود سلامت خاک می‌باشد.

مرحوم دکتر امین ملکوتی  
(پزشک)\*

دکتر محمدجعفر ملکوتی  
استاد دانشگاه تربیت مدرس

دکتر عزت‌الله خامسی  
دندانپزشک و استاد دانشگاه

دکتر عیسی بای‌پوردی  
استادیار دانشگاه علوم پزشکی تهران



انتشارات سنا - بهار ۱۳۸۹

نشریه فنی شماره ۰۰۷

\* از خوانندگان محترم این نشریه که در عمل اثرات مثبت مصرف روی (Zn) را در افزایش کمی-کیفی محصولات کشاورزی و ارتقاء سطح سلامت خود لمس نموده‌اند، متمنی است با قرائت حمد و سوره ای روح آن مرحوم را شاد نمایند. به امید روزی که شاهد غنی‌سازی تولیدات کشاورزی از مزرعه باشیم، زیرا سلامتی از مزرعه می‌آید و نه از داروخانه.

## ● نکات برجسته در مورد روی (Zn)

- ۱- در سمینار شیر (۱۳۸۱) بیان گردید که در اثر سوء تغذیه (عمدتاً کمبود روی)، قد کودکان به طور متوسط ۵ سانتیمتر کوتاه تر شده است. روی نقش اساسی در تقسیم سلولی، رشد گیاه و انسان دارد.
- ۲- به رغم تامین کالری مورد نیاز روزانه جامعه، بیش از ۸۰ درصد سلول های بدن از کمبود عناصر معدنی نظیر کلسیم، منیزیم، آهن و روی رنج می برند. به عبارت دیگر به رغم سیری شکم، سلولهای بدن جامعه ما گرسنه هستند.
- ۳- بهترین روش برای حل گرسنگی سلول های بدن، در اولویت اول غنی سازی محصولات کشاورزی (Enrichment) در مزرعه و در اولویت بعدی افزودن عناصر مورد نیاز (Fortification) در فرآیند تهیه مواد غذایی می باشد.
- ۴- روی سبب افزایش عملکرد و بهبود کیفیت محصولات کشاورزی می گردد. حدمطلوب روی (Zn) در خاکهای زراعی ۲، در برگ گیاهان ۴۰، در دانه گندم ۳۰ میلی گرم در کیلوگرم و در سرم خون انسان ۸۰ میکروگرم در دسی لیتر است.
- ۵- روی (Zn) در فعال سازی بیش از ۳۰۰ آنزیم در بدن انسان، دام و گیاه نقش دارد؛ در سوخت و ساز کربوهیدراتها، پروتئین و چربی ها دخالت دارد؛ ظرفیت جذب آهن بدن را افزایش داده و مانع از رسوب کلسترول در رگهای خونی می شود. روی برای سلامت پوست بدن مورد نیاز می باشد. روی فعال کننده آنزیم سوپراکسید دسموتاز است. این آنزیم از صدمات وارده به سلول های بدن که از طریق رادیکال های آزاد می باشد، جلوگیری می نماید. روی در تشکیل و تبدیل پروتئین نقش اساسی داشته و برای عملکرد طبیعی سیستم ایمنی مورد نیاز و در التیام زخم های درونی و بیرونی بسیار مؤثر است.
- ۶- عکس العمل گیاه، دام و انسان در برابر کمبود روی تقریباً مشابه می باشد.
- ۷- با مصرف مواد پروتئینی و اضافه کردن ویتامین های E, C, A در جیره غذایی انسان، جذب روی و آهن افزایش می یابد.
- ۸- تجمع آلاینده ها به ویژه کادمیم (Cd) در خون افراد سیگاری و الکلی به دلیل تشدید کمبود ریز مغذی ها، بالا می باشد.
- ۹- روی (Zn) چشم و چراغ مغز در مبارزه به موقع با عفونت های موضعی در بدن می باشد. به هنگام کمبود روی، مغز به سلول های مدافع فرمان دفاع صادر می کند. لیکن محل دقیق عفونت را سلول های مدافع نمی توانند دقیقاً شناسایی کنند.
- ۱۰- هر چند در برخی موارد می توان با تهیه و مصرف مکمل ها و قرص های حاوی عناصر ریز مغذی به ویژه روی، مشکل کمبود این عناصر را تا حدی برطرف کرد. لیکن، به دلیل هزینه بر بودن و عدم دسترسی عموم مردم به این مکمل ها (در حال حاضر بیش از ۴۰ میلیون نفر زیر خط و یا در محدوده خط فقر زندگی می کنند)، این راه حل را نمی توان برای همگان توصیه نمود. راه حل اساسی رفع مشکل، غنی سازی محصولات کشاورزی در محل تولید به خصوص گندم و برنج که مصرف فراگیر و همگانی دارند، می باشد. به این ترتیب زمینه های بروز و شیوع بیماری های ناشی از کمبود عناصر غذایی محدود می گردد.



مقدار روی (Zn) در خاک های آهکی بسیار اندک بوده، حلالیت همین مقدار کم نیز به دلایل آهکی بودن، pH بالا، بی کربناته بودن آب آبیاری، تنش خشکی و شوری، مواد آلی کم، استمرار خشکسالی و تداوم مصرف نامتعادل کودها بسیار ناچیز می باشد. مقدار روی قابل استفاده با روش DTPA در خاک های ایران به طور معمول کمتر از ۰.۸۰ / میلی گرم در کیلوگرم خاک اندازه گیری شده است. درحالی که در شرایط کاملاً مطلوب، مقدار آن بایستی بیش از یک میلی گرم در کیلوگرم خاک باشد. بدیهی است گیاهانی که در چنین خاک هایی رشد می کنند، از کمبود روی (Zn) صدمه می بینند. مقدار روی قابل استفاده کمتر از حد مطلوب (دو میلی گرم در کیلوگرم) بوده و اگر غنی سازی محصولات کشاورزی نیز مطرح باشد، که هست، تحت این شرایط ۱۰۰ درصد خاکهای زراعی کشور نیاز به سولفات روی خواهند داشت. بنابراین غلظت روی در محصولات کشاورزی کشور بسیار پائین است و علائم کمبود آن در اکثر محصولات زراعی و باغی به وضوح در سرتاسر کشور مشاهده می گردد (شکل ۱).



**شکل ۱ – علائم کمبود روی در مزرعه برنج، درخت و پونه سیب که عمدتاً به صورت ریزشگی و کهنه جزو می نماید**

### ● نقش روی (Zn) در گیاهان

روی سبب فعال شدن بیش از ۱۰۰ نوع آنزیم از جمله الکل دهیدروژناز می گردد. الکل دهیدروژناز سبب تبدیل استالدهید به اتانول گردیده و از سیاه شدن میوه جلوگیری می نماید. در فقدان روی (Zn)، آنزیم اکسیداز فعال تر شده و قهوه ای شدن میوه که یک نوع مرگ سلول های میوه می باشد، تسریع می یابد. اصولاً قهوه ای شدن میوه ها مربوط به اکسایش ترکیبات فنلی در حضور اکسیژن و آنزیم فنولاز و نیز عدم حضور یونهای روی و مس می باشد. عمل اکسایش (تبدیل نشاسته به قند در میوه ها)، سبب افزایش فشار اسمزی و در نتیجه ورود آب به درون سلول ها و ترکیدن میوه می شود. این پدیده گاهی در بخشی محدود یعنی در یک بافت گیاهی روی می دهد. در این صورت آب از سایر بافت ها به طرف آن ناحیه منتقل شده و منجر به تغییر طعم و قهوه ای شدن بافت می گردد. مکانیسم تغییر رنگ آب میوه نیز ناشی از این اکسایش می باشد. با مصرف سولفات روی، غلظت آنتی اکسیدان افزایش یافته و آب میوه بی رنگ می گردد (شکل ۲). بنابراین نتایج آزمایش های متعدد



نشان داده که با مصرف روی علاوه بر اینکه عملکرد محصولات کشاورزی افزایش می‌یابد، کیفیت محصولات تولیدی ارتقاء یافته، غنی‌سازی و ارتقاء سلامت جامعه نیز تحقق می‌یابد



شکل ۲ - نقش مدیریت تغذیه‌ای در جلوگیری از تیره شدن سیب پوهست‌کنده شده و بی‌رنگی آب‌میوه سیب

## علل کمبود روی در مواد غذایی

نان غذای اصلی مردم ایران است. ۷۰ درصد پروتئین و ۴۰ درصد کالری مورد نیاز بدن را تأمین می‌نماید. متأسفانه مصرف سرانه گندم در ایران در ۲۰ سال گذشته روند صعودی داشته و از مرز ۲۰۰ کیلوگرم در سال تجاوز نموده است. چون گندم مصرف شده در تهیه نان، در شرایط اقلیمی خشک و نیمه‌خشک و از خاکهای آهنی حاصل می‌شود، بنابراین محصولات کشاورزی به دست آمده دارای عناصر معدنی به‌ویژه روی (Zn) و آهن (Fe) پایین می‌باشند. چون در شرایط آهنی یا گیاه نمی‌تواند این ریزمغذی‌ها را جذب کند و یا در صورت جذب، توانایی استفاده از آنها را به دلیل رسوب در آوندها ندارد. به این ترتیب حرکت این مواد به برگ، دانه و میوه بسیار کند بوده و به همین دلیل غلظت آنها در اندام‌های مورد مصرف انسان و دام بسیار پایین است و در نتیجه گیاه، دام و انسان با کمبود این عناصر مواجه می‌باشند. در حالی که غلظت روی (Zn) در دانه گندم در آمریکا به‌طور متوسط ۲۷ میلی‌گرم در کیلوگرم بوده، مقدار این عنصر در گندم‌های تولیدی در خاک‌های آهنی به‌خصوص ایران کمتر از ۱۵ میلی‌گرم در کیلوگرم می‌باشد.

اکثر مردم جامعه ما عمدتاً به دلیل مصرف نان عاری از مواد معدنی، دچار عارضه کم‌خونی ناشی از کمبود روی و آهن هستند. در چند دهه اخیر به دلایل متعدد از جمله بالا بودن غلظت اسید فیتیک، سبوس که محتوی بیش از ۸۰ درصد عناصر معدنی مفید برای سلامتی جامعه می‌باشد، دور ریخته شده و از آرد سفید تهی از این عناصر، برای پخت نان استفاده می‌شود. گندم حاوی اسید فیتیک ( $C_6H_{18}O_{12}P_6$ ) است که فرم ذخیره فسفر در دانه بود و حدود ۷۰ درصد فسفر کل دانه را تشکیل می‌دهد. با مصرف کودهای فسفاتی بر مبنای آزمون خاک، مقدار اسید فیتیک کاهش می‌یابد. هنگام مصرف مواد غذایی با اسید فیتیک بالا، اسید فیتیک



با عناصر معدنی نظیر کلسیم، روی، آهن و... به صورت کمپلکس غیرفعال نمک فیتات تشکیل داده و بدین ترتیب بدون جذب از سیستم گوارشی بدن به صورت نمک فیتات دفع می‌شود.

## ● نقش روی (Zn) در سلامت دام

روی (Zn) یکی از هفت رکن اساسی تغذیه بوده و برای رشد تمام گونه‌های جانوری، گیاهی و انسان، مورد نیاز می‌باشد. روی یکی از مواد معدنی مفید و مؤثر در رشد بوده و بعد از آهن بیشترین میزان را در حیوانات دارد. مقدار روی در گیاهان مرتعی و علوفه‌ای به دلایل آهکی بودن خاکهای زیرکشت، عدم رواج مصرف کودهای محتوی عناصر ریزمغذی بسیار اندک بوده و در حد ۲۰ الی ۳۰ میلی‌گرم در کیلوگرم (بر مبنای وزن خاک) متغیر می‌باشد. در حیوانات فقدان روی در رژیم غذایی، سبب کاهش سریع اشتها، کاهش میزان رشد و زایمان زودرس می‌گردد (شکل ۳).



با تولید مثل، مرحله رشد، وضعیت تغذیه‌ای، فشار، استرس و محیط تغییر می‌کند. روی به‌طور عمده در ماهیچه‌ها و کبد ذخیره می‌شود. اما در گلیول سفید و قرمز، شبکیه چشم، استخوان، پوست، کلیه‌ها و پانکراس یافت می‌شود.

شکل ۳ - کمبود روی در دام که به‌صورت ریزش مو و زایمان زودرس بروز می‌نماید

## ● علایم کمبود روی در انسان

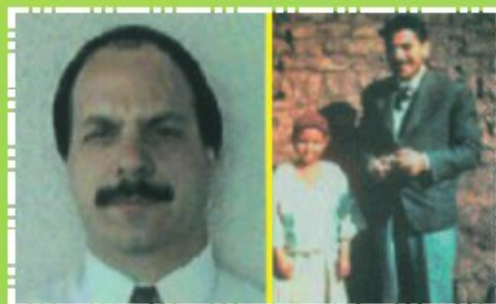
امروزه در پزشکی از ویتامین‌های A, E و از فلزات روی (Zn) و سلنیم (Se) به‌عنوان آنتی‌اکسیدان (آنتی‌اکسیدان‌ها موادی هستند که از خستگی و مرگ سلول ممانعت می‌کنند)، نام می‌برند. در اوایل دهه ۱۹۶۰، Prasad در دانشگاه شیراز برای اولین بار عارضه کم‌خونی (Persian Anemia) را که با سندرم کوتاهی قد و بلوغ دیررس توأم بود، به کمبود روی مربوط دانست. در این افراد غلظت روی در پلاسما خون بسیار پایین بوده و دارای حس چشائی بسیار پائینی به‌ویژه در خانمهای خانه‌دار می‌باشند. هنگامی که برای این افراد (۲۳ - ۱۹ ساله) روی تجویز شد، طول قد آنها در شش ماه بطور متوسط حدود ۵ الی ۱۰ سانتیمتر افزایش یافت. کمبود روی سبب اختلال در سیستم ایمنی، ریزش مو و ایجاد زخم‌های مزمن و مصرف آن به‌صورت سولفات روی، گلوکونات روی و یا سیترات روی، باعث کاهش عفونت و ترمیم سریع زخم می‌شود (شکل‌های ۴ و ۵).



یکی از علل مهم اسهال کودکان، کمبود روی می باشد. این کمبود به وضوح در کشورهای درحال رشد رایج بوده و باعث صدمه به سیستم ایمنی بدن و افزایش شیوع بیماری های عفونی گردیده است. کمبود روی در زنان باردار، احتمال سقط جنین و یا زایمان پیش از موعد را سبب می گردد. در آزمایش هایی



شکل ۴ - علائم کمبود روی در کودکان که به صورت زخم دهن بزوز می نماید



شکل ۵ - علائم کمبود روی که به صورت قَدگوتاهی و ریزش موه بزوز می نماید

که بر روی تعداد زیادی از بانوان باردار آمریکایی که نوزاد زودتر از موعد به دنیا می آوردند، کمبود روی کاملاً مشهود بود. کمبود روی در دوران بارداری باعث تولد نوزاد با وزن کم، زایمان زودرس و کاهش رشد جنین می شود. اثرات گوناگون روی (Zn) از طریق تأثیر بر متابولیسم هورمون های آندروژن، استروژن و پروژسترون به همراه پروستاگلاندین ها اعمال می شود. کمبود روی (Zn) عمل غدد پاراتیروئید را کند نموده و نهایتاً سبب افزایش

پوسیدگی دندان می شود. کمبود روی در دوران بارداری و شیردهی بر روی ساختار دندان ها مؤثر بوده و سبب تسریع در پوسیدگی دندان ها می گردد. محققین ثابت کردند افرادی که مینای دندان آنها دچار کمبود روی باشد، زودتر دچار شکستگی های مینا و عاج دندان می گردند. کمبود روی، باعث بعضی اختلالات روانی در افراد می شود. با کمبود روی، ضریب هوشی کاهش می یابد. در کمبود آهن تنها هموگلوبین خون پایین است (خستگی و ضعف عمومی)، ولی اگر کمبود آهن با کمبود روی همراه باشد، علاوه بر علائم فوق، تأخیر در ظهور صفات ثانویه جنسی، عوارض پوستی، بزرگی کبد و طحال نیز شیوع بیشتری می یابد (زهرانی، ۱۳۷۲؛ ملکوتی و همکاران، ۲۰۰۷). تحقیقات انجام شده در داخل کشور نشان داد که کمبود روی در جامعه ما بسیار مشهود است و حتی برخی از منابع خارجی درصد کمبود روی در افراد جوامع قاره آسیا را بیش از ۹۰ درصد نیز گزارش نموده اند (ملکوتی و همکاران، ۱۳۸۷؛ Malakouti, ۲۰۰۹).

## نقش روی در سلامت انسان

روی یکی از دو عنصر ضروری شرکت‌کننده در مجموعه مکانیزم‌های حفاظتی بدن و ترمیم سریع‌تر زخم‌ها و یکی از مواد معدنی کمیاب است که بعد از آهن بیشترین میزان را در بدن دارا می‌باشد. درخصوص اهمیت روی همین بس که بدن بدون این عنصر نمی‌تواند به حیات خود ادامه دهد (روی پلیس راهنمایی بدن است). روی برای سنتز DNA، اپت و متابولیزه کردن کربوهیدراتها، چربیها و پروتئین‌ها، دفع دی‌اکسید کربن و استفاده بهینه از ویتامین A موردنیاز است. روزانه چندین سلول از بافت‌های مختلف در بدن در اثر موتاسیون سرطانی می‌شوند. این سلول‌ها توسط سیستم ایمنی بدن شناسایی (تشخیص و رؤیت این سلول‌ها با روی می‌باشد) می‌شوند. مقدار عنصر روی (Zn) در بدن انسان بالغ بر سه گرم است و از نظر مقدار بعد از آهن (حدود چهار گرم) قرار دارد. اخیراً متخصصین سرطان، برای افزایش ایمنی بیماران سرطانی، درصدد تهیه و تزریق سولفات روی به بیماران خود هستند. روی (Zn) به‌عنوان یک فاکتور در آنزیم‌های متعدد وابسته به کنترل تومورها، سیستم عصبی و ترمیم زخم‌ها ضروری است. در مداوای مجروحین جنگی مشخص شد مجروحانی که مبتلا به کمبود روی بودند، زخم‌هایشان دیرتر التیام می‌یافت. روی، فعالیت آنتی‌اکسیدان بدن را افزایش داده و مانع از خستگی زودرس خانم‌ها و آقایان در انجام کارهای روزانه می‌شود. روی در درمان آب سیاه چشم (گلوکوم)، آرتریت روماتوئید، آسم، بیماری‌های قند، کم‌کاری غدد مخصوصاً غده تیروئید، استرس‌های عصبی و... نقش بسیار مهمی را ایفا می‌کند. روی در جریان اعمال مؤثر حیاتی بدن و کارکرد سیستم آنزیم‌ها مؤثر است (بی نام، ۱۳۸۰؛ ملکوتی و همکاران، ۱۳۸۴؛ ملکوتی و همکاران، ۱۳۸۷).

روی (Zn) در کنار بیوند پروتئین اهمیت داشته، انقباض عضلات را کنترل و به تشکیل انسولین کمک می‌کند. روی در اعمال مغز و معالجه اسکیزوفرنی دخالت کرده، برای ترکیب و تشکیل اپ‌لازم بوده و التیام زخم‌های داخلی و خارجی را سرعت می‌بخشد. روی به دلیل مدر بودن، برای بهداشت کلیه‌ها نیز مفید است. روی، حس چشایی را تقویت کرده، در جلوگیری از ریزش مو و محو خالهای سفید روی ناخن، لطافت پوست بدن و جلوگیری از شکنندگی ناخن‌ها مؤثر بوده، برای ثبات حالت خون و برقراری تعادل اسیدی - قلیایی بدن وجود آن لازم است. روی در جلوگیری از بیماری‌های لته و بوی بد دهان و آفت‌های دهانی (هالیتوز)، سوزش زبان و دهان و در رفع بیماری‌های ناشی از کاهش ایمنی بدن (سرماخوردگی)، مؤثر است. مقدار مصرف روی برای زنان باردار و شیرده و کسانی که زیاد عرق می‌کنند ۳۰ میلی‌گرم در روز است. مصرف روی (Zn) در علاج بیماری‌های آکنه (جوش جوانی)، (اگزما) خارش پوست، (آلزایمر) بیماری فراموشی سالمندان، (آستازولسر) زخم پا، وزوز گوش، خونریزی قاعدگی، کاهش درد دوران قاعدگی، سندروم پیش از قاعدگی، هموروئید، عفونت مثانه، ناتوانی جنسی، عوارض پروستات، درد عضلانی، دیابت از نوع II، کاهش خارش اندام‌های جنسی، سرماخوردگی و انواع سوختگی‌ها، مفید می‌باشد.

در آزمایشی در آمریکا ۲۲ نفر از مردانی که همسران آنها بچه‌دار نمی‌شدند را تحت



بررسی قرار داده و مشاهده نمودند یکی از علل نازایی همسران آنها این بود که به دلیل کمبود روی، اسپرم آنها حرکت بسیار کندی داشت. مشکل ۹ نفر از این ۲۲ نفر از طریق مصرف سولفات روی برطرف گردید (بی نام، ۱۳۸۰). مصرف روی نایستی از ۵۰ میلی گرم در روز تجاوز کند. مصرف سولفات روی به همراه قرص آهن و ویتامین «ث» برای جلوگیری از خستگی زودرس برای بعضی افراد جامعه بخصوص ورزشکاران توصیه می شود. روی (Zn) اثرات ضد میکروبی و ضدقارچی نیز داشته و به عنوان محلول آنتی سبتیک در دهان و بینی نیز مصرف می شود (ملکوتی و همکاران، ۱۳۸۷). روی در تنظیم غده تیروئید مؤثر است. طبق تحقیقات به عمل آمده، اضافه کردن مکمل روی در جیره غذایی، میزان بروز بی اشتهایی، سرفه، تب و استفراغ را در کودکان کاهش می دهد. روی برای بهبود پوست، تب خال و رشد استخوان ها، بسیار مؤثر است. به مردان با ناراحتی های پروستات توصیه می شود که غلظت روی را در بدن خود بالا نگهدارند، زیرا روی، کار پروستات را به حالت عادی در آورده و از بزرگ شدن آن جلوگیری می کند (مردان در هر بار عمل زناشویی یک میلی گرم روی دفع می کنند). بهتر است خانم ها برای جلوگیری از خاک خوری و کم خونی، به عنوان مکمل غذایی از روی استفاده کنند. گیرنده های هسته ای استروئیدها، دارای پروتئین هایی با زنجیره روی می باشند. طبق نظر محققین، روی نقش مهمی در نتایج حاملگی دارد و کمی آن سبب ایجاد فشار خون در حاملگی، زایمان غیرطبیعی و بد ریختی های مادرزادی می گردد که با مصرف روی (Zn) تکمیلی در جیره غذایی، این مشکلات برطرف می گردد. به نظر محققین مصرف روی به میزان ۲۵ میلی گرم در روز در خانم های حامله بعد از ۱۹ هفته از زمان شروع بارداری، باعث شادابی، افزایش قد و وزن نوزادان و نیز ضریب هوشی بالا می گردد (زهرانی، ۱۳۷۲؛ بی نام، ۱۳۸۰؛ ملکوتی و همکاران، ۱۳۸۸).

## ● منابع روی در مواد غذایی

روی (Zn) در مواد غذایی گوشتی دریایی به ویژه صدف، میگو، ماهی، جگر، گوشت قرمز و تخم مرغ به مقدار فراوان یافت می شود. حداکثر روی در گیاهان در تخمه کدو است. متأسفانه، در نان و برنجی که غذای اصلی جامعه ما را تشکیل می دهد، به دلیل جداسازی سیوس و تداوم فرآیند غیرعلمی پخت، مقدار آن بسیار ناچیز می باشد. مقدار روی در غذاهای کنسرو شده و یا مواد غذایی حاصل از خاک های آهنکی و یا فقیر، بسیار ناچیز است. بهترین روش برای حل مشکل کمبود روی، غنی سازی محصولات کشاورزی در مزرعه می باشد. یادآوری می گردد در صورت مصرف سیگار، جای داغ بعد از غذای گرم و نوشابه به ترتیب به دلیل وجود نیکوتین، تئین و اسید فیتیک، روی جذب بدن نمی شود (زهرانی، ۱۳۷۲).

## ● مقدار و نحوه مصرف روی

بزرگسالان دو الی سه کپسول سولفات روی ۵۰ میلی گرمی در هر هفته و افرادی که دارای مشکل پروستات بوده و یا یکی از علائم کمبود روی را دارند، هر دو روز یک کپسول در وسط غذا ترجیحاً موقع ناهار مصرف نمایند. افرادی که نسبت به مصرف





کیسول سولفات روی حساس می‌باشند (زخم معده) و نیز برای کودکان و نوجوانان زیر ۱۲ سال محتویات کیسول را تدریجاً در آب گرم حل و سپس حجم آنرا با آب (ترجیحاً همراه آب پرتغال) به یک لی دو لیتر رسانده و به تدریج مصرف کنند. بهتر است سولفات روی همراه با ناهار مصرف شود. امروزه در اکثر کشورهای جهان در داروخانه‌ها، انواع ترکیبات روی وجود داشته و برای تأمین نیاز عناصر معدنی از مولتی مینرال‌ها و نیز از قرصهای سیترات روی و یا گلوکونات روی استفاده می‌کنند (شکل های ۶ الف و ۶ ب).



شکل ۶-ب: انواع ترکیبات خوراکی همراه معدنی حاوی روی (Zn) که در بسته‌بندی‌های متفاوت عرضه می‌شوند. فروش‌مالاتکه این مواد در امریکا، حدود ۱۴ میلیارد دلار است (Malekzadi, ۲۰۰۹).



شکل ۶-الف: انواع ترکیبات حاوی روی (Zn) با کارکردهای متفاوت که هر دلیلی کشور تولید می‌شوند. در حال حاضر، فروش سولفات روی در کشور سالانه بیش از ۱۰ میلیون کیلوگرم است (ملنگرانی و دیکلران، ۱۳۸۸).

شواهدی وجود دارد که نباید بیش از حد، مکمل روی مصرف نمود. علی‌رغم آنکه مصرف آن مشکل حادی را ایجاد نمی‌نماید ولی به دلیل به هم زدن تعادل عناصر معدنی در بدن و خشک شدن پوست بدن، مصرف بیش از دو لی سه کیسول در هفته تحت هیچ شرایطی توصیه نمی‌گردد (مگر با تجویز پزشک متخصص). یکی از عوارض منفی شناخته شده از مصرف بیش از اندازه‌ی مصرف روی (Zn) این است که زیاده روی (Zn) باعث کاهش HDL کلسترول مفید بدن، کاهش عملکرد ایمنی، سفتی پوست بدن، تسهیل خروج آهن و مس از کبد می‌گردد.

## جمع بندی نهایی

بر پایه گزارش سازمان بهداشت جهانی (WHO)، رتبه بهداشتی ایران در میان ۱۹۲ کشور جهان ۱۲۳ می‌باشد که متأسفانه رتبه‌ای بسیار پایین است که علت اصلی آن سوء تغذیه می‌باشد. به‌رغم آن‌که بیش از ۸۵ درصد مردم کشور ما سیر هستند، لیکن حدود ۹۰ درصد آنان به نحوی دچار گرسنگی سلولی می‌باشند.

به دلایلی متعدد از جمله آهکی بودن خاک‌ها، بی‌کربناته بودن آب آبیاری که عمل آن مشابه افرادی که در رگهای کرونر قلب خود، رسوب کلسترول دارند، پایین بودن مواد آلی در خاکهای زراعی، چیرگی تنش خشکی، زیاده‌روی در مصرف کودهای فسفاتی و عدم رواج مصرف کودهای ریزمغذی، خاک‌های زراعی کشور با کمبود شدید ریزمغذی‌ها به‌ویژه روی (Zn) مواجه می‌باشند. بدین علت، گیاهان یا نمی‌توانند ریزمغذی‌ها را جذب کنند و یا در صورت جذب، امکان استفاده از آنها را به



دلیل رسوب در آوندها ندارند. به این ترتیب حرکت این مواد به برگ، دانه و میوه بسیار کند بوده و غلظت آنها در اندام‌های مورد مصرف انسان و دام بسیار کم است. در نتیجه در خاک‌های آهکی ایران، دام و انسان با کمبود این عناصر مواجه می‌باشند. از طرف دیگر، متأسفانه در فرایند تهیه نان، سیوس از آرد جدا می‌شود. با جدا شدن سیوس، قسمت عمده عناصر معدنی (۷۵ درصد) دورریز می‌شوند. علت دورریز کردن سیوس را زیادی اسید فیتیک ( $C_6H_5O_7P_2$ ) در آن ذکر نموده‌اند. اسید فیتیک در سیستم گوارشی بدن انسان از راه ترکیب با کاتیون‌های فلزی (کلسیم، منیزیم، آهن و روی) تشکیل فیتات نموده و از سیستم گوارشی بدن دفع می‌شود:

(Phytates) نمک فیتات  $\rightarrow (Ca, Mg, Zn, Cu, Fe)$  کاتیون‌ها +  $(C_6H_5O_7P_2)$  اسید فیتیک

بدین ترتیب اسید فیتیک مانع جذب ریزمغذی‌ها، کلسیم و منیزیم در بدن می‌شود. در دو دهه گذشته، بر پایه پژوهش در گستره‌ای وسیع از گلخانه تا مزرعه، نقش بسیار مثبت مصرف بهینه کود به‌ویژه مصرف کودهای محتوی روی (Zn) در افزایش کمی و کیفی محصولات کشاورزی، نیل به خودکفایی و پایداری در تولیدات کشاورزی را نشان دهیم. با عنایت به اینکه با مصرف کودهای محتوی روی عملکرد (کمی - کیفی) محصولات کشاورزی افزایش (شکل ۷) و ریزش مو و زایمان زودرس در دام‌ها و انسان (شکل ۸) معالجه می‌گردد. بدیهی است مصرف این کودها برای نیل به امنیت غذایی ضروری می‌باشد.



شکل ۷ - افزایش رشد برنج و عملکرد گندم در فلات مرکزی آهکی  
 شکل ۸ - کاهش ریزش مو و زایمان زودرس در دام‌ها و انسان  
 در اثر مصرف کودهای محتوی روی (کلسیم، منیزیم، پتاسیم)  
 محصول کم‌کمک‌های محتوی روی (www.zinc.com) (www.zinc.com)

روش حل مشکل کمبود عناصر ریز مغذی به ویژه روی (Zn) مصرف مکمل‌ها و یا قرص‌های حاوی این عناصر نیست. زیرا تهیه این مکمل‌ها هزینه بر بوده و دسترسی تمام مردم به این‌ها به آسانی فراهم نمی‌باشد. بنابراین راه حل اساسی، غنی‌سازی محصولات کشاورزی در محل تولید این محصولات به ویژه نان و برنج که غذای عمده همگان را تشکیل می‌دهند و یا از طریق تولید ارقام با قدرت جذب بیشتر ریزمغذی‌ها می‌باشد.

## سپاسگزاری

بدینوسیله از راهنمایی‌های ارزشمند اساتید معزز، همکاران گرانسنگ و دانشجویان عزیز برای ارائه پیشنهادها سازنده و ویراستاری و همکاران محترم انتشارات سنا برای چاپ نشریه حاضر، تشکر و قدردانی می‌نمایم.



## منابع مورد استفاده

- ۱- بی‌نام. ۱۳۸۰. چکیده مقالات سمینار یک روزه اثر روی در سلامت انسان. مرکز آموزشی، پژوهشی و درمان سل و بیماریهای ریوی، دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی شهید بهشتی. تهران، ایران.
- ۲- زهرانی، نیره اعظم. ۱۳۷۲. ویتامین (ترجمه از کتاب میندل)، انتشارات گلشن. ۳۹۹ صفحه. تهران، ایران.
- ۳- ملکوتی ا.ع بای بوردی و م.ج ملکوتی. ۱۳۸۷. میزان غلظت روی در خون دانشجویان پزشکی دانشگاه علوم پزشکی تهران (۸۱ - ۱۳۸۰). فصلنامه پژوهشی بهبود، جلد ۱۲. صفحات ۱۵۸ الی ۱۷۰.
- ۴- ملکوتی ا.س عاکف، م.ج ملکوتی و ا.بای بوردی. ۱۳۸۵. اثر غنی سازی آرد با سولفات روی و سولفات آهن بر غلظت روی و آهن سرم در افراد مقدم مرصاد. مجله پزشکی دانشگاه علوم پزشکی تبریز. جلد ۲۸. صفحات ۱۱۵ الی ۱۱۹.
- ۵- ملکوتی م.ج. ۱۳۸۶. غنی سازی محصولات کشاورزی ضرورتی برای حل مشکل گرسنگی سلولی جامعه. دهمین کنگره علوم خاک ایران. پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران. کرج، ایران.
- ۶- ملکوتی م.ج، ع.کلاتری و ا.ملکوتی. ۱۳۸۴. لزوم تغییر نگرش از ناآمین کالری روزانه به حل مشکل گرسنگی سلولی در سید غذایی جامعه. نشریه های فنی شماره ۴۰۸ و ۴۲۴. موسسه تحقیقات خاک و آب. انتشارات سنا. تهران، ایران.
- ۷- ملکوتی م.ج. ب. کشاورزی ون کریمیان. ۱۳۸۷. روش جامع تشخیص و توصیه بهینه کود برای کشاورزی پایدار (چاپ هفتم با بازنگری کامل). انتشارات دانشگاه تربیت مدرس. شماره ۱۰۲- ۷۵۵ صفحه. تهران، ایران.
- ۸- ملکوتی م.ج، ا.ملکوتی، ع.بای بوردی و ع.خامسی. ۱۳۸۴. روی عنصری فراموش شده در چرخه حیات گیاه، دام و انسان (چاپ نهم). نشریه فنی شماره ۴۷۵- ۱۲ صفحه، انتشارات سنا، تهران، ایران.
- ۹- ملکوتی م.ج، ا.ملکوتی، ع.مجیدی، ا.بای بوردی، ا.سالاری و افلاحتی. ۱۳۸۸. مقایسه اثر بخشی غنی سازی گندم در مزرعه با غنی سازی آرد در کارخانه در ارتقاء سطح سلامت جامعه. مجله علوم و صنایع غذایی جلد ۳، صفحات ۱۱۷ الی ۱۲۷.

10. Alloway, BJ. 2004. Zinc in soils and crop nutrition. International Zinc Association (IZA), Brussels, Belgium. Pp.127.
11. Cakmak, I. 2008. Enrichment of cereal grains with zinc: Agronomic or genetic biofortification? *Plant and Soil*, 302: 1- 17.
12. IZA. 2000. Zinc and human health. International Zinc Association. Stockholm, Sweden. [www.iza.com](http://www.iza.com) & [www.zinc.world.org/health](http://www.zinc.world.org/health)
13. Malakouti, MJ. 2007. Zinc is a neglected element in the life cycle of plants: A review. *Middle Eastern and Russian Journal of Plant Sci. Biotechnol.*, 1: 1- 12.
14. Malakouti, MJ. 2008. Effect of micronutrients in ensuring efficient use of macronutrients. *Turk J Agric For*, 32:215 -220. [www.modares.ac.ir/agr/mjmalakouti](http://www.modares.ac.ir/agr/mjmalakouti).
15. Malakouti, MJ. 2009. Why our agricultural products facing zinc deficiency? The 7th International Symposium on Trace Elements in Human: New Perspectives. Athens University, Athens, Greece. [www.modares.ac.ir/agr/mjmalakouti](http://www.modares.ac.ir/agr/mjmalakouti).
16. 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. Zinc Crops: Improving Crop Production and Human Health Conference. Istanbul, Turkey.
17. Sanchez PA and MS Swaminathan. 2005. Hunger in Africa: The link between unhealthy people and unhealthy soils. *Lancet*, 365: 442 -444.
18. 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.



human diet was first reported in 1961 about Iranian men with symptoms like short size as low as midget height, geophagia, anemia, slow healing wounds, increased allergy levels to infectious diseases, anorexia, slow growth rate, skin injuries, dry rough skins as well as reduced levels of immune system functioning. Boys normally show higher levels of sensitivity to zinc deficiency than girls. Most of the population in these regions suffers in one way or another from a deficiency of a combination of iron and zinc called Persian anemia. The specialists, moreover, concentrate on relieving iron deficiency while ignoring the problems caused by zinc deficiency. The principle role of zinc in the growth and development consists of blood synthesis, skin protection, speeding up healing of wounds, and in exhibiting the secondary signs of puberty. This metal ion can be found in every tissue especially in the muscles, teeth, liver, kidneys, intestinal linings, and the blood system. Zinc is part of the structure of many enzymes or is an activator of many others. It can be mentioned that a few in this respect, including carboxylic anhydrase, alcohol hydrogenase, glutamate dehydrogenase, urease and phosphatase. People who experience fatigue from their work, especially sportsmen, housekeepers, and nursing mothers can build up their own body antioxidant levels by taking zinc to help them prevent easy fatigue.

Application of Zn-fertilizers to soils with zinc deficiency problems has been associated with improved yield and crop quality for cereals, corn, sorghum, beans, forages and the enhancement of domestic animals and human health. Zinc fertilizer application significantly improve the concentration of zinc in cereal grains and reduce PA/Zn molar ratio. Research shows that the application of zinc improves zinc content of wheat grain (enrichment) and enhances animal and human health. Recently, about 40,000 tons (1% of the country's total fertilizer use) of zinc sulfate in forms of complete fertilizers, powdered and granulated zinc sulfate have been used in Iran's agricultural sector.

The main sources of zinc for humans include red meat, eggs, pumpkin, and squash. People who suffer from zinc deficiency may take 3 zinc sulfate capsules (50 mg Zn) per week but for people with ulcer or prone to this ailment care should be taken by dissolving a capsule's powder in one to two liters of water with orange juice or preferably vitamin C, or using zinc citrate or zinc gluconate instead of zinc sulfate. Smoking and drinking tea immediately after taking meals should be avoided because zinc does not get absorbed in digestive system in the presence of nicotine, theine and phytic acid. Addicts are cautioned against the use of opium as it also severely interferes with the absorption of zinc. The author himself has not had a cold or loss of a single hair during the past 10 years since he began taking 2 capsules of zinc sulfate per week with meal, even though, he used to have frequent colds, felt tired easily and used to lose hair before taking zinc supplements.

As a result of the author's persistence in advocating zinc supplements in Iran, more than 60 million capsules of zinc sulfate are being taken every year as compared to 2 million capsules before 1997. However, a more logical approach would be to enrich the crops, forages, and pastures that are produced in calcareous soils with zinc so that everyone gets the required amount of this essential nutrient in their diets by consuming enriched whole wheat bread as well as other enriched products.



## *Zinc promotes the immune system of the body*

● **Highlights (For non-Persian readers):** Zinc (Zn) deficiency is widespread in plants, animals, and humans in the Middle East countries due to the soil calcareousness, high pH, low organic matter, coarse texture, continuous drought, high levels bicarbonates in the irrigation water, imbalanced application of fertilizers and overuse of P-fertilizers. The absence of Zn-fertilizers causes low levels of absorption of metal elements by crops. It causes substantial yield losses in different crops and forages, and eventually disturbs animal and human health. Zinc deficiency is common in agricultural products of Middle East countries, including Iran and Turkey, where bread and rice are the main staples of the people.

Zinc is one of the essential elements for plants, animals and humans, but it is deficient (less than 1.00 mg/kg DTPA-extractable Zn) in most calcareous soils and consequently in plant, animal and human diets. Zinc activates more than 200 enzymes, enhances iron absorption and prevents cholesterol precipitation. It plays an important role in the immune system.

Various factors result in low rates of zinc absorption, especially due to a antagonistic effects and increased levels of phytic acid in the agricultural products that would lead to high molar ratios of phytic acid to zinc (PA/Zn) in wheat grain. In the Middle East countries, Zn deficiency is the most widespread micronutrient deficiency in soils and plants. Based on the analysis of more than 10,000 soil samples collected from most provinces of Iran and Turkey, results revealed that more than 90% of the cultivated soils in these countries are Zn deficient. Deficiency of Zn in soils on such a large scale, and thus in plant foods, has been suggested to be one of the major causes of the widespread occurrence of Zn deficiency in animals and humans.

The importance of Zn for crop production in Iran and Turkey was recognized only during the past decade although the importance of Zn in human nutrition was recognized much earlier. The effects of Zn deficiency on cereal production in Iran and Turkey has received attention only since the early 1990s.

Zinc functions in plants in important ways. It is first of all a component of enzyme molecular structure besides being a co-factor in regulating the reactions of many enzymes. It is found as a part of at least four enzymes including carbonic anhydrase, alcohol dehydrogenase, superoxide desmotase, and RNA polymerase. The enzymes that are known to be activated by zinc include dehydrogenase, aldoholase, isomerase, trans-phosphorilase, RNA and DNA polymerase. Zinc participates in plants' metabolic processes of proteins and carbohydrates transformations. Zinc deficiency quickly reduces the rate of activities of carbonic anhydrase. The normal functions of this enzyme accumulating in cytoplasm and chloroplast include fixation of CO<sub>2</sub> in the photosynthetic processes. Zinc also plays a part in plants nitrogen metabolism. The first possible effect of zinc deficiency would be seen as the reduced levels of cell RNA and ribosome which in turn halt protein synthesis leading to the accumulation of free amino acids. Zinc is essential for the formation of indole acetic acid (IAA).

Zinc acts like a traffic policeman in human body. Deficiency of zinc in





**Zinc (Zn) is the Neglected Element in the Life Cycle of  
Plant, Animal and Human** (10<sup>th</sup> edition with complete revision)

**M. J. Malakouti**

*Professor, Tarbiat Modares University*

**A. Malakouti\***

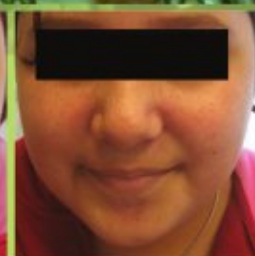
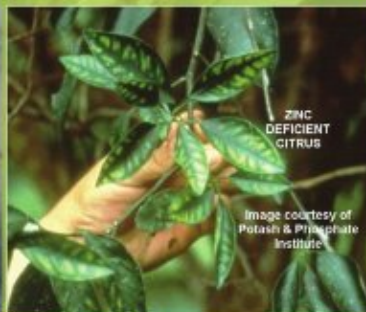
*M.D.*

**I. Bybordi**

*Assistant Prof., Tehran Medical School*

**E. Khamesi**

*Dentist & University Professor*



\* Deceased. It is with great regret to announce that one of the authors (Late Dr. Amin Malakouti) who made a great contribution to this bulletin died in February 06, 2010 while doing medical research in USA. God bless him.