



جناب آقای مهندس کشاورز

معاون محترم وزیر جهاد کشاورزی در امور زراعت

با سلام و تشکر مجدد از زحمات شبانه‌روزی جنابعالی و همکاران برای ارتقاء جایگاه تغذیه گیاهی؛ خودکفایی در تولید گندم؛ تشویق بخش خصوصی برای تولید کود در داخل کشور؛ تلاش برای همگانی نمودن مصرف بهینه کود؛ تغییر جهت یارانه کودها، اکنون وقت آن رسیده که با کمک یکدیگر و با رعایت اصول مصرف بهینه کودی، ضمن افزایش عملکرد هکتاری محصولات کشاورزی و تولید فرآورده‌های کشاورزی سالم، کارآیی کود و آب نیز بهبود یابد. با عنایت به نتایج حاصله از تحقیقات متعدد میدانی در طول سه دهه گذشته در ایران، مجدداً پیرو نامه مورخ ۱۳۹۴/۱۱/۲۵، ضمن اشاره به اثربخشی کودهای پرمصرف و روی در میزان افزایش عملکرد هکتاری و سهم هر یک از این کودها در تولید فرآورده‌های کشاورزی سالم، مطالبی را به شرح ذیل به استحضار می‌رسانم:

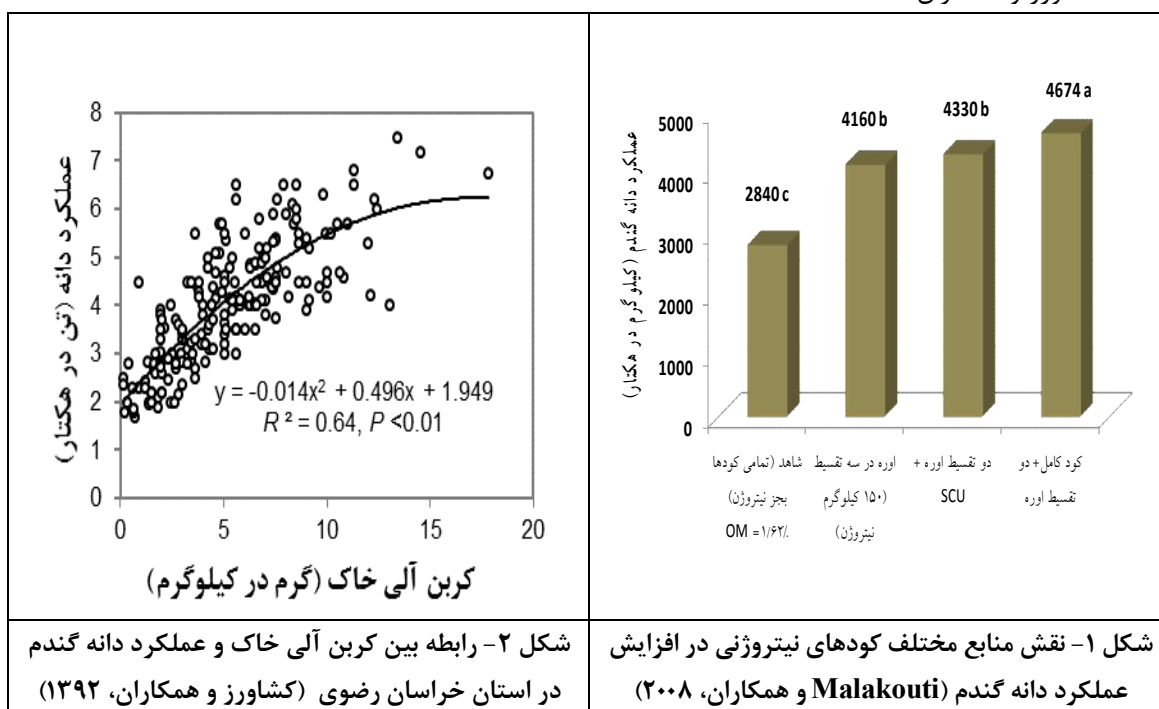
۱- اثربخشی کودهای نیتروژنی در افزایش عملکرد و تولید فرآورده‌های کشاورزی سالم

نیتروژن (N) یکی از مهمترین عناصر غذایی مورد نیاز گیاه و عامل کلیدی در دستیابی به عملکرد مطلوب در محصولات زراعی و باغی می‌باشد. نیتروژن در گیاهان بالاترین غلظت را داشته و گلوگاه رشد است. غلظت نیتروژن در اندام‌های گیاهی بسیار متفاوت بوده ولی میانگین آن در ماده خشک گیاهی حدود دو تا سه درصد است. میزان نیتروژنی که به وسیله گیاهان مختلف جذب می‌شود، بسته به عملکرد آن‌ها، متفاوت می‌باشد. بنابراین، نیتروژن نقش مهمی در افزایش عملکرد کمی و کیفی دارد، به طوری که:

الف) کمبود آن بیش از سایر عناصر غذایی، عملکرد را کاهش می‌دهد (ملکوتی، ۱۳۷۵). نیتروژن نخستین عنصر غذایی است که کمبود آن در خاک‌های مناطق خشک و نیمه خشک مطرح می‌شود. زیرا، در این مناطق مقدار مواد آلی که عمده‌ترین منبع ذخیره نیتروژن به شمار می‌آیند، به دلایلی پرشمار اندک است. از جمله این عوامل می‌توان به بارندگی اندک، نبود تناوب زراعی مناسب، دمای زیاد، رطوبت نسبی پایین، پوشش گیاهی ناچیز و مصرف کم کودهای آلی اشاره کرد. بررسی‌ها در ایران (استان خراسان رضوی، بالغ بر ۹۰ درصد خاک‌ها کمتر یک درصد کربن آلی دارند) نشان می‌دهد به طور میانگین به ازای افزایش هر گرم کربن آلی در کیلوگرم خاک، عملکرد دانه گندم به طور میانگین ۲۸۶ کیلوگرم بر هکتار (بین ۱۲۱ تا ۳۰۵ کیلوگرم بر هکتار) افزایش می‌یابد (کشاورز و همکاران، ۱۳۹۲). **ب)** از دیگر سو، پیامدهای مصرف بیش از حد کودهای نیتروژنی عبارتند از:

- زیادی نیتروژن سبب افزایش فعالیت‌های ریزجانداران خاکزی شده و این امر سبب مصرف بیشتر کربن آلی بومی خاک‌های زیرکشت می‌گردد (ریزجانداران برای ادامه حیات خود به C/N حدود ۱۰ نیاز دارند و هنگامی که نیتروژن خاک زیاد می‌شود، فعالیت این ریزجانداران افزایش یافته و در نتیجه از کربن آلی خاک‌های زراعی کاسته می‌شود) و به اصطلاح کشاورزان، خاک سفت می‌شود.
- افزایش رشد رویشی گیاه، رنگ سبز تیره برگ‌ها و خوابیدگی بوته‌ها (ورس) است. زیادی نیتروژن، در صورتی که مقدار سایر عناصر غذایی کم باشد، دوره رشد گیاه را طولانی‌تر کرده و رسیدن محصولات را به تأخیر می‌اندازد.

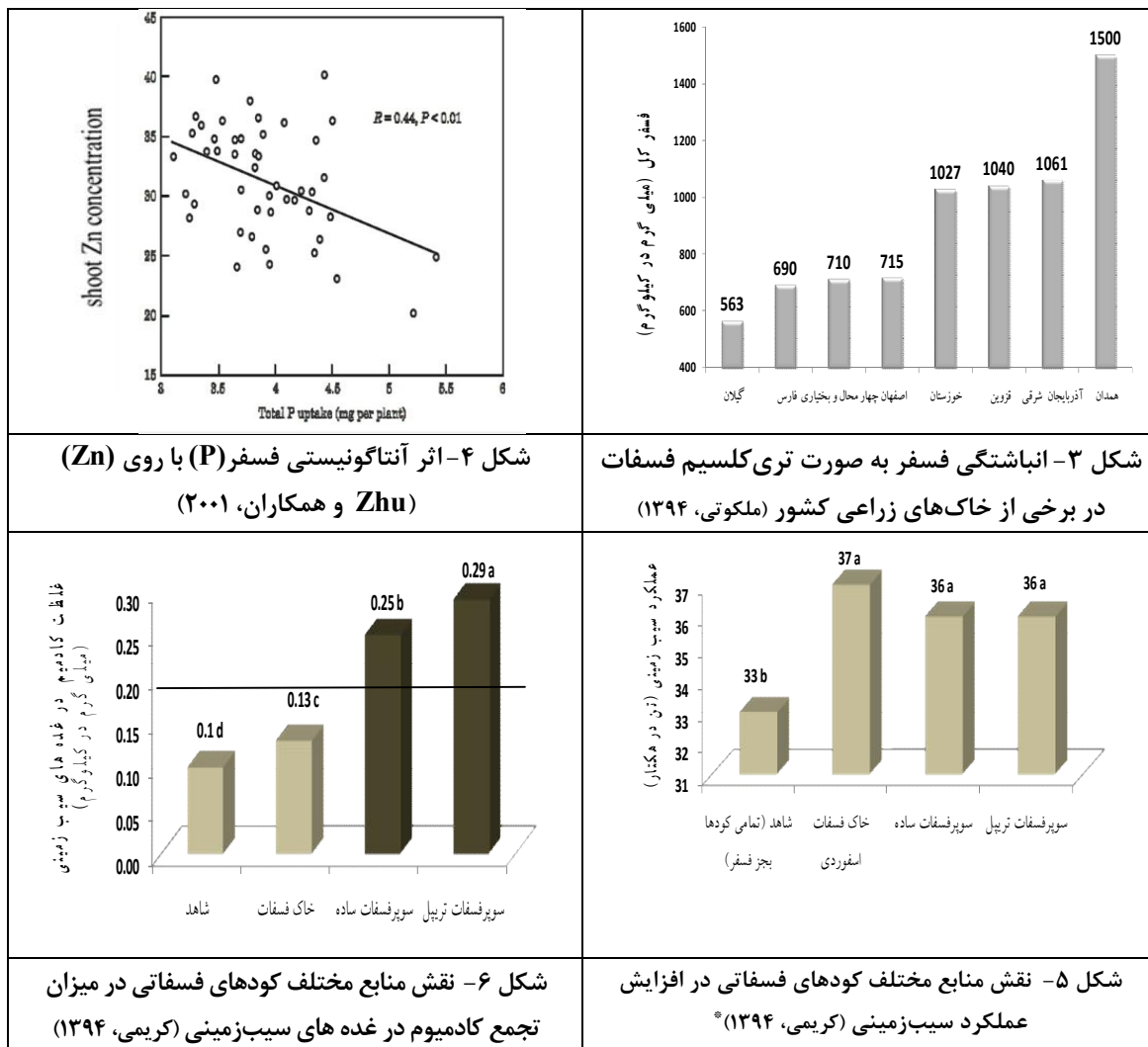
- با مصرف زیاد نیتروژن، فعالیت برخی آنزیم های کلیدی سوخت و سازی کاهش می یابد. میزان لیگنین در گیاهانی که نیتروژن کمی دریافت داشته اند، حدود ۱۱۰۰ میلی گرم بر ۱۰۰ گرم وزن خشک است، در صورتی که این میزان با مصرف نیتروژن زیادتر، کاهش می یابد.
 - چنانچه نیتروژن اضافی به گیاه برسد و شرایط رشد نیز مناسب باشد، کربوهیدرات ها صرف ساختن پروتئین می شوند. به همین خاطر، آب بیشتر جذب پروتوپلاسم گیاه شده و در نتیجه گیاه ترد و شکننده می شود. همچنین، زیادی نیتروژن سبب کاهش کیفیت غده های سیب زمینی، پیاز و درصد قند در چغندر قند می شود.
 - به دلیل آبدار کردن پروتوپلاسم، گیاه را در برابر بیماری ها و حمله حشرات حساس تر می کند. مصرف بی رویه کودهای نیتروژنی همبستگی نزدیکی با حساسیت گیاه به بیماری ها از جمله بیماری زنگ و سفیدک پودری و آفات از جمله آتشک گلابی دارد (خلدبرین و اسلام زاده، ۱۳۸۴).
 - زیاده روی در مصرف کودهای نیتروژنی سبب آبشویی و تصعید آن می شود (در شالیزارهای شمال کشور، بیش از ۵۰ درصد اوره مصرفی بصورت تصعید از دسترس گیاه برنج خارج می گردد- میرنیا و همکاران، ۱۳۷۷). بدیهی است، مناسب ترین روش برای کاهش آبشویی و افزایش بازیافت کودهای نیتروژنی، جایگزینی اوره پوشش گوگردی (SCU) با اوره قبل از کاشت و مصرف اوره با دفعات بیشتر (سرک) می باشد. همچنین،
 - استفاده بیش از نیاز و نابهنگام از کودهای نیتروژنی علاوه بر آبشویی و تصعید، سبب افزایش نیترات (NO_3) در خاک می گردد. زیادی نیترات در خاک، جذب نیترات توسط گیاهان را تحریک و سبب تجمع نیترات در اندام های خوراکی گیاهان می گردد. به عبارت دیگر، مصرف نامتعادل و نابهنگام کودهای نیتروژنی (عدم رعایت اصول مصرف بهینه کودی)، تجمع نیترات را در فرآورده های کشاورزی تسریع می کند و استمرار مصرف آن ها برای سلامتی دام و انسان بسیار زیان آور می باشد (Malakouti و همکاران، ۲۰۱۳).
- پ) در مقابل، مصرف بهینه، بهنگام و به دفعات کودهای نیتروژنی، سبب افزایش بیش از ۵۰ درصدی در عملکرد هکتاری محصولات زراعی از جمله گندم می شود (این مقدار افزایش در گندم، برنج و ذرت در هندوستان بطور متوسط به دلیل مناسب بودن مواد آلی خاک های زیرکشت حدود ۴۰ درصد بوده است- Shahi و همکاران، ۲۰۱۲). در شکل های یک و دو، نقش منابع مختلف کودهای نیتروژنی و کربن آلی بومی خاک در افزایش عملکرد هکتاری دانه گندم نشان داده شده است (Malakouti و همکاران، ۲۰۰۸ و کشاورز و همکاران، ۱۳۹۲).



۲- اثربخشی کودهای فسفاتی در افزایش عملکرد و تولید فرآورده‌های کشاورزی سالم

فسفر (P) یکی دیگر از مهمترین عناصر غذایی مورد نیاز در تولید محصول به شمار می‌آید. فسفر در کلیه فرآیندهای بیوشیمیایی، ترکیبات انرژی‌زا، سازوکار انتقال انرژی و اسیدهای نوکلئیک نقشی ویژه دارد، به طوری که الف) کمبود آن، عملکرد را کاهش می‌دهد (ملکوئی، ۱۳۷۵). ب) مضرات زیاده‌روی در مصرف کودهای فسفاتی به شرح زیر می‌باشد:

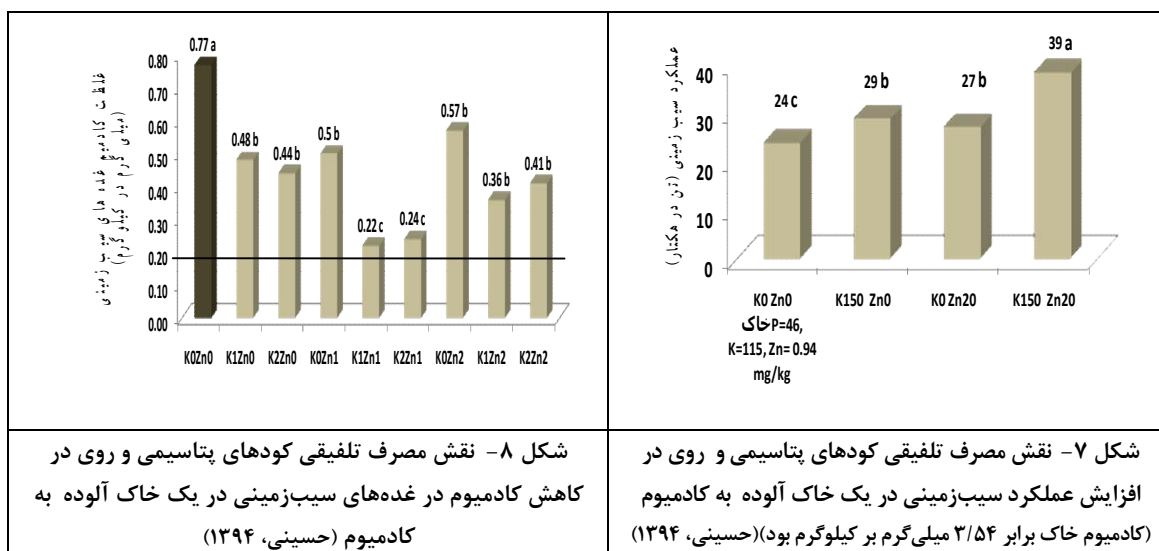
- مقدار زیادی فسفر مورد استفاده به‌عنوان کود از طریق واکنش رسوب و تثبیت تبدیل به فرم‌های نامحلول می‌شود. این موضوع و تحرک پائین فسفر در خاک، موجب تجمع فسفر در افق سطحی خاک‌های زراعی شده و باعث بروز معضلات و مشکلات متعددی از جمله مسمومیت فسفوری، کاهش عملکرد، تأثیر منفی بر جذب عناصر کم‌مصرف می‌گردد.
- آب تباهی یا غنی شدن منابع آب از عناصر غذایی (فرایندی است که بر اثر اضافه شدن عناصر غذایی همچون نیتروژن و فسفر در مرداب‌ها و تالاب‌ها، موجب رشد بیش از اندازه جلبک آزولا شده و مسائل زیست محیطی نظیر کاهش اکسیژن آب و حتی تلف شدن ماهی‌ها را به وجود می‌آورد).
- آلودگی خاک، گیاه و انسان به کادمیوم، اثرات زیست‌محیطی، خروج ارز از کشور به خاطر واردات سوپرفسفات‌تریپل می‌گردد.
- هنگامی که مقدار فسفر کل خاک قابل توجه و فسفر قابل استفاده خاک زراعی از پنج میلی‌گرم بر کیلوگرم بیشتر می‌شود، استفاده بیش از نیاز از کودهای فسفاتی سبب تجمع فسفر به صورت رسوب تری‌کلسیم فسفات در خاک می‌شود.
- با مصرف بیش از نیاز کودهای فسفاتی محتوی کادمیوم، علاوه بر اثرهای آنتاگونیسمی با روی (Zn)، درصد ماده خشک غده‌های سیب‌زمینی کاهش (افت کیفیت)، جذب روی دچار مشکل شده و غلظت آلاینده‌هایی نظیر کادمیوم (Cd) در فرآورده‌های کشاورزی افزایش می‌یابد و
- کاهش شاخص نامطلوب تغذیه‌ای به دلیل نقش آنتاگونیسمی فسفر با روی و کاهش درصد ماده خشک در غده‌های سیب‌زمینی. بدیهی است که استمرار در مصرف کودهای فسفاتی محتوی کادمیوم، برای سلامتی دام و انسان بسیار زیان‌آور می‌باشد. ت) در مقابل، مصرف بهینه کودهای فسفاتی با مدیریت مطلوب سایر عوامل موثر در تولید، به هنگامی که مقدار فسفر قابل استفاده خاک زراعی حدود پنج میلی‌گرم بر کیلوگرم است، از ۲۰ درصد تجاوز نمی‌نماید. زیرا، نیاز گیاهان به فسفر کم و در حدود یک دهم نیتروژن و پتاسیم است. در شکل‌های سه و چهار، انباشتگی فسفر بصورت رسوب تری‌کلسیم فسفات در برخی از خاک‌های زراعی در استان‌های مختلف کشور، اثر آنتاگونیسمی فسفر با روی (Zn) گنجانده شده است. همچنین، در شکل پنج نقش مصرف منابع مختلف کودهای فسفاتی در افزایش عملکرد هکتاری سیب‌زمینی گنجانده شده است. به طوری که ملاحظه می‌شود در حالی که با مصرف بهینه و بهنگام منابع مختلف کودهای نیتروژنی، عملکرد هکتاری گندم بیش از ۴۶ درصد افزایش می‌یابد، لیکن، این مقدار افزایش با مصرف بهینه منابع مختلف کودهای فسفاتی در سیب‌زمینی، از ۱۲ درصد تجاوز ننمود. به عبارت دیگر، مصرف همه ساله کودهای فسفاتی با توجه به تجمع فسفر به صورت رسوب فسفات کلسیم در خاک‌های زراعی (شکل ۳)، نقش کودهای فسفاتی در افزایش عملکرد هکتاری محصولات کشاورزی بسیار محدود می‌باشد (این مقدار افزایش در گندم، برنج و ذرت در هندوستان بطور متوسط به دلیل مصرف کم کودهای فسفاتی، حدود ۱۶ درصد بوده است - Shahi و همکاران، ۲۰۱۲). در شکل شش، نقش منابع مختلف کودهای فسفاتی (سوپرفسفات وارداتی و خاک‌فسفات تولید داخل) در افزایش غلظت کادمیوم در غده‌های سیب‌زمینی نشان داده شده است (کریمی، ۱۳۹۴؛ ملکوئی، ۱۳۹۴).



* سوپرفسفات ساده مصرفی تولید داخل نمی‌باشد، زیرا در خاک فسفات اسفوردی تولید داخل، غلظت کادمیوم کمتر از سه میلی‌گرم بر کیلوگرم می‌باشد. به نظر اینجانب خاک فسفات مصرفی، وارداتی با کادمیوم بالا و یا ... است.؟؟

۳- اثربخشی کودهای پتاسیمی و روی در افزایش عملکرد و تولید فرآورده‌های کشاورزی سالم پتاسیم (K) فراوان‌ترین کاتیون موجود در سیتوپلاسم گیاهی است و نقش آن در گیاه بسیار متنوع بوده و برخلاف نیتروژن، فسفر، گوگرد و ...، جزئی از ساختمان گیاه نبوده و در داخل سلول‌های گیاهی به شکل یون می‌باشد. لذا بسیار پویا (متحرک) بوده و در بسیاری از فعل و انفعالات گیاهی حضور فعال دارد (Wakeel و همکاران، ۲۰۱۶). پتاسیم در اعمال فیزیولوژیکی متعددی از جمله سوخت و ساز کربوهیدرات‌ها، پروتئین‌ها، کنترل و تنظیم فعالیت‌های گوناگون، خنثی کردن اسیدهای آلی، مقابله با تنش‌های زنده و غیر زنده، تنظیم روزنه‌ها و آب، نقش اساسی دارد. پتاسیم در کاهش تنش‌های زنده و غیرزنده بسیار اثربخش بوده و اثرات مفید آن بر بهبود کیفیت محصول (با افزایش غلظت عناصر غذایی به ویژه پتاسیم و کاهش درصد آب در درون سلول‌های میوه به ویژه مرکبات در شمال کشور، می‌توان مقاومت میوه‌ها را نسبت به سرما به طور نسبی افزایش داد)، افزایش کارایی آب و نیتروژن، مقاومت به تنش خشکی، افزایش مقاومت به سرمازدگی، آفات و بیماری‌ها ثابت شده است (ملکوتی و همکاران، ۱۳۹۵)، به طوری که الف) کمبود آن، عملکرد کمی و کیفی را در محصولات زراعی و باغی کاهش می‌دهد (ملکوتی، ۱۳۷۵). ب) استفاده بیش از نیاز از کودهای پتاسیمی برعکس سایر عناصر غذایی، چندان زیان‌آور نبوده (ایجاد اشکال و دشواری

در جذب کلسیم و منیزیم)، بلکه جذب لوکس گیاه شده و گیاه را در برابر تنش‌های زنده و غیرزنده سر حال نگه می‌دارد (ملکوتی و همکاران، ۱۳۹۵). (پ) در مقابل، مصرف بهینه، بهنگام و به دفعات کودهای پتاسیمی و روی، سبب افزایش بیش از ۵۰ درصدی در عملکرد هکتاری محصولات زراعی از جمله سیب‌زمینی می‌شود. در شکل هفت، نقش مصرف تلفیقی کودهای پتاسیمی + روی در افزایش ۶۲ درصدی عملکرد هکتاری سیب‌زمینی نشان داده شده است. بنابراین، برعکس کودهای نیتروژنی و فسفاتی، مصرف بیش از نیاز کودهای پتاسیمی نه تنها عملکرد کمی و کیفی را کاهش نمی‌دهد، بلکه علاوه بر افزایش مقاومت گیاه در برابر تنش‌های زنده و غیرزنده، عملکرد کمی-کیفی در محصولات زراعی و باغی را بطور معنی‌داری بهبود می‌بخشد (ملکوتی و همکاران، ۱۳۹۵). همچنین، در شکل هشت، نقش مصرف تلفیقی کودهای سولفات پتاسیم و سولفات روی در کاهش غلظت کادمیوم در غده‌های سیب‌زمینی نشان داده شده است. با توجه به این نتایج، چنین استنباط می‌گردد که با مصرف بهینه کودی، علاوه بر تأمین حداکثری عملکرد کمی-کیفی هکتاری سیب‌زمینی، تولید غذای سالم حتی در مزارع آلوده به کادمیوم نیز امکان‌پذیر می‌باشد. این نتایج با یافته‌های تحقیقاتی McLaughlin و همکاران (۱۹۹۵)؛ Malakouti و Bybordi (۲۰۰۶)؛ ملکوتی (۱۳۹۴)؛ ملکوتی و همکاران (۱۳۹۵) مطابقت داشت.



* حد مجاز کادمیوم در غده‌های سیب‌زمینی برابر ۰/۲۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم بر مبنای وزن ماده خشک می‌باشد (صلحی و همکاران، ۱۳۸۴؛ FAO و WHO، ۲۰۱۱).

۴- ارجحیت سوپرفسفات ساده بر سوپرفسفات تریپل وارداتی از نظر تولید فرآورده‌های کشاورزی سالم

نظر به اینکه در کشور ما همه ساله کودهای فسفاتی مصرف می‌گردد، لذا انباشتگی فسفر بصورت رسوب فسفات کلسیم در خاک‌های زراعی کشور یک امر طبیعی است. از طرف دیگر، آزاد شدن فسفر در خاک‌های آهکی به مراتب آسان‌تر از خاک‌های اسیدی (انرژی اتصال فسفات به کلسیم پنج مرتبه کمتر از انرژی اتصال فسفات به آهن و آلومینیم می‌باشد) است (Havlin و همکاران، ۲۰۰۴؛ ملکوتی، ۱۳۹۴). بنابراین، چنانچه در مزارعی که مقدار فسفر قابل استفاده با روش اولسن کمتر از حد بحرانی (۷ تا ۱۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم) باشد، بهتر است از سوپرفسفات ساده تولید داخل بجای سوپرفسفات تریپل وارداتی استفاده شود تا افزون بر افزایش عملکرد هکتاری و صرفه‌جویی ارزی، از غلظت آلاینده کادمیوم که به همراه کود سوپرفسفات تریپل وارداتی وارد خاک‌های زراعی می‌گردد، نیز کاسته شود تا سلامت جامعه با مصرف محصولات کشاورزی سالم ارتقاء یابد (ملکوتی، ۱۳۹۴). بعبارت دیگر، در خاک‌هایی که غلظت فسفر قابل استفاده در آن‌ها بیشتر از پنج میلی‌گرم بر کیلوگرم می‌باشد، با عنایت به تجمع فسفر به شکل فسفات کلسیم در خاک‌های زراعی کشور، دیگر نیازی به مصرف همه ساله سوپرفسفات تریپل وارداتی نخواهد بود.

متأسفانه در عرف زارعین کشور، همپا دانستن فسفر با نیتروژن و پتاسیم، فرهنگ اشتباهی است که باید آن را از طرق مختلف از جمله ترویج، اصلاح نمود تا از مصرف همه ساله کودهای سوپرفسفات تریپل به دلیل انباشتگی فسفر در خاک‌های آهکی ممانعت شود. بنابراین، برای تأمین فسفر مورد نیاز گیاهان زراعی و باغی به منظور کسب عملکرد مطلوب، به مقدار کمتری فسفر نیاز است که آنهم به سهولت از سوپرفسفات ساده و حتی از خاک فسفات پودری که همراه با گوگردآلی به صورت نواری مصرف می‌گردد، قابل تأمین خواهد بود. در اینجا بهتر است بین خصوصیات کمی-کیفی سوپرفسفات ساده تولید داخل با سوپرفسفات تریپل وارداتی مقایسه‌ای علمی به عمل آید (رجبی، ۱۳۹۵)*.

مقایسه خصوصیات سوپرفسفات ساده تولید داخل با سوپرفسفات تریپل وارداتی

سوپرفسفات تریپل وارداتی (TSP)	سوپرفسفات ساده تولید داخل (SSP)	نام کود خصوصیات کود
۱۷.۶۹۰	۴.۸۹۰	قیمت به ازاء هر کیلوگرم (ریال)
۴۶	۲۲	میزان فسفر کل (P_2O_5) (درصد)
۳۹	۱۶	میزان فسفر محلول در آب (درصد)
۴	۳۶	میزان گوگرد سولفات (درصد)
۴	۲۰	میزان سولفات کلسیم (درصد)
۳	۵	اسید آزاد (درصد)
ناچیز	قابل توجه	مقدار عناصر ریز مغذی
۲۵	<۲	میزان کادمیوم (میلی‌گرم بر کیلوگرم)
۵۰	<۱۰	میزان سرب (میلی‌گرم بر کیلوگرم)

با عنایت به مطالب مندرج در جدول فوق، چنین استنباط می‌گردد که:

- با یک مقایسه ساده بین سوپرفسفات تریپل با قیمت هر کیلوگرم ۱۷.۶۹۰ ریال با سوپرفسفات ساده با قیمت هر کیلوگرم ۴.۸۹۰ ریال (قیمت‌ها برگرفته از قراردادهای خرید شرکت خدمات حمایتی کشاورزی در سال جاری می‌باشد)، می‌توان با بهای یک کیلوگرم سوپرفسفات تریپل وارداتی، ۳/۶۱ کیلوگرم سوپرفسفات ساده تولید داخل خریداری نمود.
- با خرید هر کیلوگرم سوپرفسفات تریپل، ۳۹۰ گرم فسفر محلول و ۴۶۰ گرم فسفر کل تحویل کشاورز می‌گردد. در حالی که با خرید ۳/۶۱ کیلوگرم سوپرفسفات ساده، ۵۷۸ گرم فسفر محلول، ۷۹۴ گرم فسفر کل (۴۸ درصد فسفر محلول و ۷۳ درصد فسفر کل بیشتر) در طول زمان در حضور گوگرد سولفات و اسیدپتت آزاد، تمامی فسفر جذب گیاه می‌گردد. در واقع، مقدار فسفر تحویلی به کشاورز ۷۹۴ گرم در برابر ۳۹۰ گرم می‌باشد. علاوه بر این، با مصرف سوپرفسفات ساده، مقدار ۴۳۳ گرم گوگرد عنصری، ۱۸۰ گرم اسیدپتت آزاد و مقادیر قابل توجهی از انواع ریزمغذی‌ها در اختیار گیاه قرار می‌گیرد.
- در کشورهایی نظیر استرالیا، برزیل و هندوستان، کود سوپرفسفات ساده توسط کشاورزان در سطح وسیع، مصرف می‌گردد (طبق آمار منتشره توسط اتحادیه بین‌المللی کود- IFA -۲۰۱۳، در حالی که در استرالیا ۵۸ درصد فسفر (P_2O_5) مصرفی را سوپرفسفات ساده و فقط ۴ درصد فسفر (P_2O_5) مصرفی را سوپرفسفات تریپل تشکیل می‌دهد، این ارقام در برزیل به ترتیب ۲۹ و ۱۶ درصد و در هندوستان ۱۰ و صفر درصد می‌باشد).
- از طرف دیگر، در حالی است که میزان کادمیوم و سرب وارده به خاک زراعی با مصرف ۳/۶۱ کیلوگرم سوپرفسفات ساده بسیار ناچیز است، لیکن با مصرف یک کیلوگرم سوپرفسفات تریپل وارداتی، میزان کادمیوم و سرب وارده به خاک به ترتیب ۲۵ و ۵۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم خواهد بود.
- با توجه به خصوصیات منحصر به فرد سوپرفسفات ساده در تأمین فسفر مورد نیاز بخش کشاورزی و این‌که این کود می‌تواند به عنوان کود ملی مطرح گردد، پیشنهاد می‌شود به جای سوپرفسفات تریپل وارداتی، از سوپرفسفات ساده استفاده شود، زیرا صد درصد مواد اولیه آن در داخل کشور موجود بوده و امکان تولید آن تا سقف ۲۰۰ هزار تن بر سال در کشور فراهم است و مورد تأیید مؤسسه تحقیقات خاک و آب و دیگر مراجع علمی نیز می‌باشد و به

* نامه مدیر عامل محترم شرکت گلین‌بهار به مدیر محترم بازرگانی شرکت خدمات حمایتی کشاورزی در رابطه با ارجحیت سوپرفسفات ساده تولید داخل در مقایسه با سوپرفسفات تریپل وارداتی.

مراتب سالم‌تر از سوپرفسفات تریپل وارداتی است. این کود ملی، توسط شرکت خدمات حمایتی کشاورزی خریداری و در سبد مصرف کشاورزان قرار داده شود که مصرف آن با عنایت به آهکی بودن خاک‌های زراعی کشور، علمی‌تر، ارزان‌تر و سالم‌تر از سوپرفسفات تریپل وارداتی خواهد بود.

۵- ارجحیت مصرف سرک سولوپتاس تولید داخل بر دیگر کودهای پتاسیمی

سولوپتاس (سولفات پتاسیم محلول ویژه کود آبیاری) محتوی ۵۱ درصد پتاسیم و ۵۶ درصد سولفات بوده و حلالیت آن در آب در دمای معمولی نزدیک به ۱۰۰ درصد است. سولوپتاس با مقادیر بهینه از عناصر پتاسیم و گوگرد ترکیب شده که به سهولت قابل جذب در ریشه گیاهان است. این کود تقریباً فاقد کلر است. کود سولفات پتاسیم ویژه آبیاری به صورت پودر نرم سفید رنگ وجود داشته و محلول آن اسیدی است. بدیهی است pH پایین آن، سبب افزایش درجه حلالیت فسفر، آهن و اکثر ریزمغذی‌های دیگر شده و در نهایت بهتر در دسترس ریشه قرار گرفته و همچنین، احتمال گرفتگی لوله‌ها در آبیاری قطره‌ای در محلول اسیدی کمتر است. محاسن مصرف سرک این کود را می‌توان در افزایش عملکرد و بهبود کیفیت محصولات کشاورزی؛ شاخص‌های آبشویی کم و ضریب شوری پایین؛ افزایش مقاومت گیاهان به بیماری‌ها و آفت‌ها؛ محتوی گوگرد بصورت سولفات قابل جذب گیاه؛ خاصیت اصلاح‌کنندگی موضعی pH ریزوسفر و در نهایت افزایش کارایی پتاسیم خلاصه نمود. این کود را می‌توان در غلظت‌های معمولی با اکثر کودها به‌جز ترکیبات کلسیمی (تشکیل رسوب سولفات کلسیم) مخلوط کرد. به‌علاوه، محلول آن را می‌توان با اکثر سموم حشره‌کش و ضد قارچ به منظور برگ‌پاشی مخلوط و به سهولت به میزان ۱۵ تا ۵۰ کیلوگرم بر هکتار با روش کودآبیاری (بصورت تقسیط) و یا به میزان ۵ تا ۱۰ کیلوگرم بر هکتار بصورت محلول‌پاشی استفاده نمود.

مصرف این کود در خاک‌های تخلیه شده از پتاسیم و شور به ویژه برای محصولات پرتوقع نظیر انواع سبزی و صیفی نسبت به سایر کودهای پتاسیمی ارجحیت دارد. مطالعات نشان داده که نیترات بیش از حد در موقع تشکیل میوه، باعث افت کیفیت میوه می‌شود. یون کلر از اجزاء قابل ملاحظه موجود در خاک‌های شور است و زیادی آن باعث افت کیفیت بسیاری از محصولات کشاورزی که بدان حساس هستند، می‌شود. این کود دارای شاخص‌های آبشویی کم و ضریب شوری کم است. خصوصیات شیمیایی و فیزیکی سولفات پتاسیم ویژه کود آبیاری وارداتی و تولید داخل در جدول زیر درج شده است (ملکوتی و همکاران، ۱۳۹۵).

مشخصات سولوپتاس‌های (سولفات پتاسیم ویژه کود آبیاری) وارداتی و تولید داخل

مشخصات	سولوپتاس (وارداتی)	سولوپتاس (تولید داخل)
درصد پتاسیم (K ₂ O)	۵۲	۵۲
درصد سولفات (SO ₄)	۵۲	۵۲
درصد سدیم (Na)	کمتر از نیم	کمتر از نیم
درصد کلر (Cl)	کمتر از نیم	کمتر از نیم
درصد رطوبت آزاد	کمتر از نیم	کمتر از نیم
قیمت فروش (تومان به ازای هر کیلوگرم)	۴۸۰۰	۳۰۰۰

* درجه حلالیت این کود در آب ۲۵ درجه سانتی‌گراد، برابر ۱۰۰ درصد است.

در پاسخ به پرسشی که چرا در خاک‌های رسی با سطوح بالای پتاسیم که زیرکشت گیاهان پرتوقع پتاسیم دوست نظیر ذرت می‌باشند، حتی به مصرف قبل از کاشت سولفات پتاسیم نیز عکس‌العمل مناسب نشان نمی‌دهند، باید گفت که در مرحله گلدهی، ذرت نیاز پتاسیمی بالایی دارد. یعنی مقدار پتاسیمی که روزانه ذرت از خاک می‌گیرد، بالا بوده و خاک توانایی تأمین این مقدار زیاد پتاسیم را به رغم پتاسیم قابل استفاده بالا ندارد [ذرت دانه‌ای در طول زمان خوشه‌دهی خود، روزانه حدود هشت کیلوگرم بر هکتار نیتروژن (N)، دو کیلوگرم بر هکتار فسفر (P₂O₅)، شش کیلوگرم بر هکتار پتاسیم

(K₂O)، ۶۰۰ گرم بر هکتار گوگرد (S)، ۲۳۰ گرم بر هکتار روی (Zn) و ۵۵ گرم بر هکتار بر هکتار بور (B) از خاک زیرکشت خود برداشت می‌نماید (Bender و همکاران، ۲۰۱۳). لذا ذرت به مصرف سولفات پتاسیم قبل از کاشت نیز به دلیل تثبیت، عکس‌العمل مناسب نشان نمی‌دهد. راه حل در چنین مواقع، استفاده از کودهای محلول پتاسیمی به ویژه سولوپتاس با روش کودآبیاری بطور تقسیط می‌باشد. با این روش می‌توان به سهولت ضمن نیل به افزایش عملکرد هکتاری، کارآیی پتاسیم را نیز بطور معنی‌داری بهبود بخشید. بنابراین، در این مرحله لازم است از این نوع کودهای پتاسیمی به ویژه سولفات پتاسیم محلول ویژه کود آبیاری به صورت سرک استفاده شود.

۶- جمع‌بندی و پیشنهادات

با عنایت به نتایج بدست آمده از تحقیقات میدانی، تجربه شخصی حاصل از نتایج سه دهه تحقیقات و اجرا در مورد اثرات سوء مصرف نامتعادل کودها، اثربخشی انواع کودها در افزایش عملکرد هکتاری محصولات کشاورزی، روش‌های تولید فرآورده‌های کشاورزی سالم و با توجه به آهکی بودن خاک‌های کشاورزی کشور، در مقطع فعلی، بهتر است نوع کودهای فسفاتی مصرفی حتی الامکان تغییر نموده و در راستای نیل به تولید پایدار و تولید فرآورده‌های کشاورزی سالم، به جای سوپرفسفات تریپل وارداتی محتوی کادمیوم بالا، از کود سوپرفسفات ساده ویا کود میکروبی فسفاتی همراه با کودهای زیستی تولید داخل استفاده شود. بنابراین، برای تحقق اهداف فوق، خواهشمند است دستور فرمایند:

۱- حال که قیمت سوپر فسفات ساده با زحمات جنابعالی و همکاران، بطور نسبی تعدیل شده است. در راستای تشویق کشاورزان برای تولید فرآورده‌های کشاورزی سالم، شرکت خدمات حمایتی کشاورزی نسبت به عقد قرار داد برای تولید انواع کودهای فسفاتی تولید داخل از جمله سوپرفسفات ساده و کود میکروبی فسفاتی عاری از کادمیوم (Cd) به هنگام تدارک، اولویت را به تهیه و توزیع این کودهای با ارزش تولید داخل اختصاص دهد. اضافه می‌نماید که مجتمع صنعتی و معدنی فسفات اسفوردی تنها تولیدکننده خاک فسفات مرغوب و تقریباً عاری از کادمیوم بوده و دارنده گواهینامه ISO9001:2000 است و هم اکنون بیش از ۷۰ هزار تن خاک فسفات مرغوب با ۳۵ درصد فسفر (P₂O₅) انبار نموده و به دلیل نداشتن مشتری در داخل کشور، این کارخانه دولتی وابسته به وزارت صنعت، معدن و تجارت با بیش از ۲۰۰ نفر کادر فنی و عملیاتی، در شرف تعطیلی است.

۲- با توجه به این که دانش فنی تولید کودهای زیستی از جمله فلاویت، میکوروت، تیوباسیلوس و کود میکروبی فسفاتی از طرف موسسه تحقیقات خاک و آب برای تولید انبوه به بخش خصوصی واگذار شده است. لذا می‌توان با مصرف این نوع کودهای زیستی حداقل ۱۰ درصد افزایش عملکرد هکتاری عاید کشاورزان نمود.

۳- برای کنترل و کاهش هرچه بیشتر غلظت آلاینده‌ها از جمله نیترات (NO₃) و کادمیوم (Cd) در محصولات کشاورزی، افزایش عملکرد هکتاری و کارآیی کودها، بهتر است ضمن رعایت اصول مصرف بهینه کودی، از کودهای پتاسیمی به ویژه سولوپتاس (سولفات پتاسیم محلول ویژه کودآبیاری) تولید داخل به صورت سرک (در دو نوبت همراه با مصرف سرک اوره) استفاده شود.

۴- تولید و مصرف قبل از کاشت و سرک انواع کودهای پتاسیمی و روی از جمله سولفات پتاسیم، کلرورپتاسیم، سولوپتاس (سولفات پتاسیم محلول تولید داخل) و سولفات روی، در سبد خرید و توزیع شرکت خدمات حمایتی کشاورزی قرار داده شود.

پیشاپیش از دستور مساعدی که صادر می‌فرمایند، سپاسگزار می‌نمایم.

۷- منابع مورد استفاده

۱. اردکانی، م س. ملکوتی مج ۱۳۸۴. معرفی کود سولوپتاس: کود پتاسیمی مناسب برای کود آبیاری و محلول پاشی. موسسه تحقیقات خاک و آب، نشریه فنی شماره ۴۶۱، انتشارات سنا، تهران، ایران.
۲. الطافی، ا. ۱۳۹۲. بررسی اثرات کاربرد تلفیقی کودهای شیمیایی و دامی بر ویژگی‌های زراعی و افزایش عملکرد دو رقم کلزا در آذربایجان شرقی. پایان نامه کارشناسی ارشد گروه خاکشناسی دانشکده کشاورزی دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران.
۳. اکرمی، م ر. ۱۳۹۱. عملکرد گل و کلاله زعفران تحت تاثیر مصرف پتاسیم و روی در غرب استان خراسان رضوی. پایان نامه کارشناسی ارشد گروه خاکشناسی دانشکده کشاورزی دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران.
۴. دادخواه، ح. ۱۳۹۱. تأثیر سطوح مختلف روی و بور بر عملکرد و ماده خشک در سیب‌زمینی. پایان‌نامه کارشناسی‌ارشد، دانشگاه تربیت مدرس- تهران، ایران.
۵. حسینی، س ع. ۱۳۹۴. بررسی تأثیر پتاسیم و روی بر جذب و تجمع کادمیوم در غده‌های سیب زمینی. پایان‌نامه کارشناسی ارشد گروه خاکشناسی- دانشکده کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس. تهران- ایران.
۶. خلدبرین، ب و اسلام‌زاده ط. ۱۳۸۴. تغذیه معدنی گیاهان عالی (ترجمه از کتاب Marschner، ۱۹۹۵). جلد اول (چاپ دوم). انتشارات دانشگاه شیراز، شماره ۳۲۸. ۴۹۵ صفحه. شیراز، ایران.
۷. خلدبرین، ب و اسلام‌زاده ط. ۱۳۸۰. تغذیه معدنی گیاهان عالی (ترجمه از کتاب Marschner، ۱۹۹۵). جلد دوم (چاپ اول). انتشارات دانشگاه شیراز، شماره ۳۲۸. ۴۰۶ صفحه. شیراز، ایران.
۸. رهبرشیراز، ز. ۱۳۹۱. بررسی مصرف بهینه کودی در افزایش عملکرد و کاهش نسبت مولی اسید فیتیک به روی (PA/Zn) در برنج. پایان‌نامه کارشناسی ارشد گروه خاکشناسی دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران.
۹. زارع، ع ا. ۱۳۹۱. بررسی اثر مصرف بهینه کود و پلیمر سوپر جاذب بر عملکرد و ترکیبات شیمیایی اسانس گیاه دارویی به لیمو. پایان نامه کارشناسی ارشد گروه خاکشناسی دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران.
۱۰. صلحی، م، ملکوتی م ج و سماوات س. ۱۳۸۴. پراکنش و حد مجاز غلظت عناصر سنگین در چرخه حیات (خاک، آب، گیاه و انسان). نشریه فنی شماره ۴۷۰، موسسه تحقیقات خاک و آب، انتشارات سنا، تهران، ایران.
۱۱. قربانی، م. ۱۳۹۳. بررسی اثر مصرف بهینه کود بر عملکرد کمی و کیفی سیر در استان مازندران. پایان‌نامه کارشناسی ارشد گروه خاکشناسی دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران.
۱۲. کریمی ه. ۱۳۹۴. بررسی تأثیر منابع مختلف کودهای فسفاتی بر تجمع کادمیوم در غده‌های سیب زمینی. پایان‌نامه کارشناسی ارشد گروه خاکشناسی- دانشکده کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس. تهران- ایران.
۱۳. کشاورز، پ و ملکوتی م ج. ۱۳۸۴. اثر روی و شوری بر رشد، ترکیب شیمیایی و بافت آوندی گندم. مجله علوم خاک و آب، جلد ۱۹، از صفحه ۱۱۵ تا ۱۲۳.
۱۴. کشاورز، پ، زنگی‌آبادی م و عباس‌زاده م. ۱۳۹۲. تأثیر میزان رس و شوری خاک بر رابطه کربن آلی خاک با عملکرد گندم. مجله پژوهش‌های خاک (علوم خاک و آب). الف، جلد ۲۷، شماره ۳. از صفحه ۲۵۹ تا ۲۷۱.
۱۵. کشاورز، پ، ملکوتی م ج و همایی م. ۱۳۸۳. مدیریت حاصلخیزی خاک‌های شور. صفحات ۳۴۵ الی ۳۷۱، از کتاب بنایی و همکاران. خاک‌های ایران: تحولات نوین در شناسایی، مدیریت و بهره‌برداری. انتشارات سنا، تهران، ایران.
۱۶. ملکوتی م ج. ۱۳۹۴. توصیه بهینه مصرف کود برای محصولات کشاورزی در ایران: تعیین مقدار، نوع و زمان مصرف کودها برای دستیابی به خودکفایی نسبی، تولید غذای سالم و افزایش درآمد کشاورزان. چاپ سوم با بازنگری کامل. خانه کشاورز، شماره ۱۰۳، ۴۲۰ صفحه. انتشارات مبلغان، ایران.
۱۷. ملکوتی، م ج و پسندیده م. ۱۳۹۵. بررسی علل زیادی غلظت آلاینده کادمیم در برخی از محصولات کشاورزی. ماهنامه محیط زیست و کشاورزی. سال ۱۳. شماره ۷۱، از صفحه ۶ تا ۸. تهران، ایران.
۱۸. ملکوتی، م ج و پسندیده م. ۱۳۹۵. روش‌های عملی برای کاهش غلظت آلاینده کادمیوم در برخی از محصولات کشاورزی. مجله صدای کشاورز. شماره ۵۲، از صفحه ۲۰ تا ۲۳. تهران، ایران.
۱۹. ملکوتی، م ج، بای‌وردی ا و طباطبایی س ج. ۱۳۸۳. مصرف بهینه کود گامی موثر در افزایش عملکرد و بهبود کیفیت و کاهش آلاینده‌ها در محصولات سبزی و صیفی و ارتقاء سطح سلامت جامعه. نشر علوم کشاورزی کاربرد، ۳۳۳ صفحه، تهران، ایران.

۲۰. ملکوتی، م.ج، شهبابی ع ا و بازرگان ک. ۱۳۹۵. پتاسیم در کشاورزی: نقش پتاسیم در تولید محصولات کشاورزی سالم. چاپ دوم با درج یافته‌های جدید. سفارش شرکت مروارید ارس باران - انتشارات مبلغان، ۳۵۲ صفحه. تهران-ایران.
۲۱. ملکوتی، م.ج، پسندیده م، کریمی ه و حسینی س.ع. ۱۳۹۴. مقایسه اثربخشی کودهای پرمصرف در میزان افزایش عملکرد هکتاری و تولید فرآورده‌های کشاورزی سالم. مجله صدای کشاورز. شماره ۴۹، از صفحه ۲۷ تا ۲۹. تهران، ایران.
۲۲. میرنیا، س.خ، ملکوتی م.ج، کشاورز ع و میرابزاده م. ۱۳۷۷ تخمین مقدار تصعید ازت از اوره در شالیزارهای شمال ایران. مجله علوم خاک و آب. جلد ۱۲، شماره ۴. از صفحه ۲۵ تا ۳۴.
23. Bender, RR, Haegele JW, Ruffo ML and Below FE. 2013. Modern corn hybrids' nutrient uptake patterns. *Better Crops*, 97: 7-10.
24. FAO-WHO. 2011. Working document for information and use in discussions related to contaminants and toxins in the GSCTFF. Food and Agriculture Organization–World Health Organization. Fifth Session. CODEX ALIMENTARIUS COMMISSION. The Hague, the Netherlands. 88 p.
25. 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.
26. Jafarnejadi, A, Homae M, Sayad GH and Bybordi M. 2011. Large scale special variability of accumulated cadmium in the wheat farm grains. *Soil and Sediment Contamination: An International J.*: 20: 98–113.
27. Lin J and M Schorr. 1997. Challenge for the phosphate industry: Cd removal. *Phosphorus and Potassium*, 208: 27-31.
28. Keshavarz, P. and S. Saadat. 2016. Assessment of salinity tolerance threshold for two wheat genotypes in response to zinc. *Archives of Agronomy and Soil Science*. 62: 247-259.
29. Malakouti, M J and Bybordi A. 2006. Interaction between potassium (K) and zinc (Zn) on the yield and quality of tuber vegetables. *International Symposium on Balanced Fertilization for Sustainability of Crop Productivity*. Ludhiana, India.
30. Malakouti MJ, Sh Ladan and SJ Tabatabaee. 2013. Nitrate content in the edible parts of vegetables: Origin, safety, toxicity limits and the prevalence of cancer in Iran. 93-122 p. In: Sh. Umar, NA Anjum and NA Khan (Eds.). *Nitrate in leafy vegetables: Toxicity and safety measures*. IK International Publishing House Pvt. Ltd. New Delhi, India. 208 p.
31. Marschner, H. 1995. *Mineral nutrition of higher plant*. Second ed., Academic Press. Harcourt Brace Company, Pub. Co. New York. 890 p.
32. McLaughlin, MJ, Maier N, Freeman AK, Tiller KG, Williams CMJ and Smart MK. 1995. Effect of potassic and phosphatic fertilizer type, fertilizer Cd concentration and zinc rate on cadmium uptake by potatoes. *Fertilizer Research* 40: 63-70.
33. Munson, RD. 1985. *Potassium in Agriculture* American Society of Agronomy. Madison, Wisconsin USA. 1220 pp.
34. Stewart, WM., DW Dibb, AE Johnston and TJ Smyth. 2005. The contribution of commercial fertilizer nutrients to food production. *Agronomy J.*, 97: 1-6.
35. Oliver, MA. 1997. Soil and human health: a review. *Eur. J. Soil Sci.*, 48: 573-92.
36. Sanchez PA and MS Swaminathan. 2005. Hunger in Africa: The link between unhealthy people and unhealthy soils. *Lancet*, 365: 442-444.
37. Shahi, VB, Kumar A, Gupta N, Majumdar K, Jat, ML., Satyanarayana T, Pampolino M, Dutta S, Khurana HS and Johnston AM. 2012. Economics of fertilizing irrigated cereals in the Indo-Gangetic plains. *Better Crops*, 96: 13-18.
38. Wakeel A, M Gul and Ch Zorb. 2016. Potassium for sustainable agriculture. Pp: 159-192. Hakeem *et al.* (Eds). *Soil Science: Agricultural and Environmental Prospective*. Springer International Publishing. Switzerland. 432 pp.
39. Weaver, CM. 2013. Potassium and health. *Adv. Nutr.*, 4: 368S-377S.
40. Zhu, YG, SE Smith and FA Smith. 2001. Zinc (Zn)-phosphorus (P) interactions in two cultivars of spring wheat differing in P uptake efficiency. *Annals of Botany* 88: 941-945.

با تشکر و آرزوی توفیق الهی

محمدجعفر ملکوتی

استاد دانشگاه تربیت مدرس

رونوشت

- جناب آقای دکتر کلانتری دبیر کل محترم خانه کشاورز برای استحضار و مساعدت
- جناب آقای دکتر زند معاون محترم وزیر و ریاست سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی برای استحضار و مساعدت
- جناب آقای مهندس طهماسبی معاون محترم وزیر جهاد کشاورزی در امور باغبانی برای استحضار و اقدام مقتضی
- جناب آقای مهندس سیف مدیر عامل محترم شرکت خدمات حمایتی کشاورزی برای استحضار و اقدام مقتضی
- جناب آقای دکتر خاوازی معاون محترم سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج برای استحضار و اقدام مقتضی
- جناب آقای دکتر بازرگان رئیس محترم موسسه تحقیقات خاک و آب برای استحضار و اقدام مقتضی
- جناب آقای مهندس اسفندیاری پور مشاور محترم وزیر و مجری طرح گندم برای استحضار و اقدام مقتضی
- جناب آقای مهندس رسولی مدیر محترم بازرگانی شرکت خدمات حمایتی کشاورزی برای استحضار و اقدام مقتضی
- جناب آقای مهندس ملازاده مشاور محترم معاون وزیر در امور ساماندهی کود و بهبود تغذیه گیاه برای استحضار و اقدام مقتضی
- جناب آقای مهندس کرم‌وندی نماینده محترم انجمن صنفی آزمایشگاه‌های خاکشناسی کشور برای استحضار و اقدام مقتضی
- جناب آقای مهندس خان‌محمدی مدیر عامل محترم مجمع ملی خبرگان کشاورزی برای استحضار و اقدام مقتضی
- جناب آقای مهندسی خسروشاهی مدیر عامل محترم انجمن تولیدکنندگان کود برای استحضار و اقدام مقتضی