مصرف سولفات روی گامی ارزنده به سوی تأمین امنیت غذایی در شالیزارهای کشور

محمد جعفر ملکوتی، محمودرضا رمضان‌پور، مریم ولی‌نژاد، مجتبی محمودی، محمد حسین داودی و محمد محمدیان
استاد دانشگاه تربیت مدرس و سرپرست مؤسسه تحقیقات خاک و آب، عضو هیأت علمی و رئیس بخش تحقیقات خاک و آب مرکز تحقیقات کشاورزی مازندران، کارشناس ارشد خاکشناسی، عضو هیأت علمی مرکز تحقیقات کشاورزی مازندران، عضو هیأت علمی مؤسسه تحقیقات خاک و آب و عضو هیأت علمی مؤسسه تحقیقات برنج

برای ارائه در نهمین همایش ستاد برنج کشور، دی ماه ۱۳۸۱، آمل، ایران

مقدمه : یکی از مهمترین ابزار برای افزایش تولید در واحد سطح، مصرف صحیح کودها است. استفاده صحیح و بهینه از آنها برای افزایش عملکرد محصولات کشاورزی نه تنها در کشورهای پیشرفته بلکه در بسیاری از کشورهای جهان سوم همانند هندوستان و چین نیز موفقیت‌آمیز بوده است. متأسفانه در ایران به دلایل حاکمیت مصرف نامتعادل کودهای شیمیایی، اکثر عناصر مؤثر در تغذیه گیاهی نیز در توصیه کودی منظور نشده و این امر موجب تشدید برخی از کمبودها و کاهش حاصخیزی خاک گردیده است. از اینرو استفاده بهینه از کودهای شیمیایی یکی از مهمترین عوامل تضمین کننده بهره برداری صحیح از منابع تولید، در راستای توسعه پایدار است. برنج یکی از محصولات استراتژیک کشور است. بر اساس آمار ۱۳۷۹، سطح زیر کشت شلتوک در ایران ۶۱۵ هزار هکتار با تولید کل شلتوک ۲/۷۷میلیون تن و میانگین عملکرد ٤٥٠٠ کیلوگرم در هکتار می‌باشد که بایستی در برنامه چهارم توسعه عملکرد متوسط آن با ٤٤ درصد افزایش به ٦٥٠٠ کیلوگرم در هکتار ارتقاء یابد. به نظر نگارندگان، برنج تنها محصولی که در صورت همگانی کردن مصرف بهینه کود در شالیزارها به یقین تولید هکتاری آن از برنامه پیش بینی شده در برنامه سوم و چهارم توسعه فراتر خواهد رفت.

روی (Zn) یکی از عناصر ضروری برای رشد متعادل گیاهان می‌باشد. کمبود روی یکی از مهمترین و شایع‌ترین اختلالات تغذیه‌ای عناصر ریزمغذی در برنج شناخته شده است. این کمبود در اثر کشت ارقام اصلاح شده پرمحصول برنج وهمچنین در نتیجه مصرف بی‌رویه کودهای فسفاته (به دلیل اثرات آنتاگونیسمی بین فسفر و روی) تشدید گردیده است. از اینرو با انجام آزمایشهایی بخصوص در شالیزارهای مازندران و گیلان، نقش مصرف سولفات روی در افزایش تولید بسیار محرز گردید. این نشریه در راستای آگاهی و ضرورت همگانی کردن مصرف سولفات روی در شالیزارها تهیه گردیده است.

۱- وضعیت روی در خاک و عکس العمل گیاه برنج به آن: روی یکی از عناصر ریزمغذی می‌باشد که به طور طبیعی اغلب به صورت کانیهای سیلیکاتی و کربناتی در پوسته زمین وجود دارد. مقدار آن در لیتوسفر ۷۵ میلی‌گرم در کیلوگرم و در خاک بین ۱۰ تا ۳۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم است. گیاه عنصر روی را عمدتاً به شکل کاتیون (Zn^{2+}) از محلول خاک جذب می‌نماید و در خاکهای دارای واکنش قلیا این یون به صورت $Zn(OH)^{+}$ جذب می‌شود.

غلظت روی در محلول خاک معمولا بعد از غرقاب کاهش می‌یابد اگر چه ممکن است یک افزایش موقت بعد از غرقاب داشته باشد. تغییرات غلظت روی (Zn) در محلول خاک در زمان همبستگی منفی با غلظت بی‌کربنات و pH دارد که منجر به تشکیل کربنات روی نامحلول و یا هیدروکسید می‌شود. بطورکلی کاهش غلظت روی بعد از غرقاب ممکن است به دلایل • رسوب $Zn(OH)_2$ در نتیجه افزایش pH بعد از غرقاب، • رسوب $Zn(OH)_3$ به علت تجمع CO_2 در نتیجه تجزیه موادآلی و • رسوب ZnS تحت شرایط شدیداً احیاء (به علت تولید H_2S در این شرایط) باشد.

همچنین در اثر غرقاب، مقدار روی به شکل کمپلکس شده نیز کاهش می‌یابد.

روی افزوده شده به خاکهای تحت کشت برنج آبشوئی نشده بلکه تثبیت می‌شود. نتایج آزمایشها نشان داده که بیشتر از ۹۰ درصد روی افزوده شده به خاک به صورت ZnSO4 در خاک سطحی (۵-۰ سانتیمتری خاک) باقی‌مانده و مقدار خیلی کمی از آن به لایه پائینی آبشوئی می‌گردد. وقتی روی به صورت کود به خاک داده می‌شود، جذب اجزای خاک شده و فقط قسمت کمی به صورت محلول در خاک باقی می‌ماند و بخش عمده آن تبدیل به اشکال غیرفعال می‌گردد. مقدار روی که جذب سطحی

می‌گردد به خصوصیات خاک و مقدار روی محلول اجزای خاک بستگی دارد. این اجزا، عناصر را با قدرتهای مختلف محصور کرده و بدین ترتیب در فراهمی آن مشکل ایجاد می‌کند. بطورکلی عوامل که فراهمی روی را در برنج تحت تأثیر قرار می‌دهند عبارتند از

۲ـ۱ـ مقدار روی موجود در خاک : خاکهای مختلف با مقادیر متفاوت روی، فراهمی متفاوتی از این عنصر را برای برنج عرضه می‌نمایند. دامنه روی در خاکهای آبرفتی مقدار روی کمتری دارند (۱۹ تا ۳۲ میلی‌گرم در کیلوگرم) و خاکهای آهکی مقدار بیشتری روی دارند (۲۸ تا ٦٦ میلی‌گرم درکیلوگرم) ولی مقدار روی قابل استفاده در چنین شرایطی بسیار پایین می‌باشد.

۲ـ۲ـ pH خاک : تغییرات pH پس از غرقاب کردن خاک که شامل افزایش pH در خاکهای اسیدی و کاهش pH در خاکهای آهکی می‌باشد بی‌شک تعادل روی را در محلول خاک تغییر می‌دهد زیرا حلالیت کانیهای روی و روی جذب شده توسط کلوئیدهای خاک به pH، وابسته است. با هر واحد افزایش در pH حلالیت روی ۱۰۰ برابر کاهش می‌یابد. افزایش pH در خاک اسیدی پس از غرقاب کردن خاک، غلظت روی را در محلول خاک کاهش داده، بنابراین فراهمی روی توسط برنج افزایش می‌یابد. محققین همبستگی منفی بین اشکال مختلف روی و pH پیدا نموده و مقدار کمتری روی (Zn) را در بخش تبادلی خاکهایی که pH آنها بیشتر از ۵/۲ بود، مشاهده نمودند.

۲ـ۳ـ مقدار بی‌کربنات آب آبیاری : با آزاد سازی گاز کربنیک (CO_2) به هنگام تجزیه موادآلی، یونهای کربنات و بی‌کربنات در خاک و آب غرقابی افزایش می‌یابد. مقدار فشار کربنات و بی‌کربنات ناشی از فشار دی‌اکسیدکربن، pH محلول و قدرت یونی محلول خاک می‌باشد. خاکهای غرقابی به خصوص خاکهای آهکی، تمام خصوصیات لازم برای تشکیل مقادیر بالای یون بی‌کربنات را دارا هستند. همبستگی شدیدی بین فشار بالایی دی‌اکسیدکربن و کمبود Zn در خاکهای شالیزاری آهکی وجود دارد. بی‌کربنات ممکن است مانع جذب Zn توسط ریشه گردد و یا Zn را در ریشه‌ها تثبیت کرده و مانع انتقال آن به اندام هوائی گردد.

۲ـ٤ـ اثر متقابل پتاسیم و روی : با مطالعه خاکهای دارای کمبود پتاسیم و روی، با افزایش پتاسیم فراهمی روی نیز افزایش می‌یابد. از اینرو پتاسیم نه فقط برای بالا بردن سطح پتاسیم در برنج، بلکه برای بالا بردن سطح و فراهمی Zn بخصوص درخاکهایی با بافت درشت بکار برده می‌شود. محققین همچنین دریافتند که افزودن Zn هیچ تأثیری در نگهداری K در مکانهایی تبادلی و در نتیجه در فراهمی پتاسیم ندارند. به عبارت دیگر با افزایش پتاسیم و روی، علاوه بر افزایش عملکرد، غنی سازی (Enriched) و ارتقاء کیفیت دانه‌های برنج نیز تحقق می‌یابد. بدیهی است با مصرف کودهای فسفاته بر مبنای آزمون خاک و مصرف توام کودهای پتاسیمی و سولفات روی، نسبت مولی اسید فیتیک به روی (PA/Zn) نیز در دانه برنج کاهش یافته و بدین ترتیب مردم می‌توانند مانند مردم آلمان مشابه گندم، برنج سبوس‌دار که غنی از عناصر معدنی مفید برای ارتقاء سلامت انسان است مصرف نمایند. تحقیق بیشتر در این خصوص مورد درخواست می‌باشد.

۲ـ۵ـ فسفر : عامل دیگری که فراهمی روی را در خاکهای غرقابی تحت تأثیر قرار می‌دهد، فسفر است. مصرف زیاد کودهای فسفاته درخاکهایی که روی قابل استفاده پائینی دارند، باعث کمبود شدید روی می‌گردد. نتایج آزمایشهای گلخانه‌ای نشان داد که با افزودن فسفر، غلظت روی (Zn) در اندام هوایی و ریشه برنج کاهش می‌یابد. در مطالعه‌ای دیگر نشان داده شد که با افزایش مقدار فسفر، علائم کمبود روی در اندام هوائی تشدید می‌شود. با زیادی فسفر اگر چه مقدار روی در ماده خشک کاهش نیابد ولی فراهمی آن تحت تأثیر قرار می‌گیرد. از طرف دیگر به دلیل فراوانی منگنز و آهن قابل استفاده در شالیزارهای شمال کشور، غلظت بالای منگنز، جذب روی را مختل می‌نماید.

۲ـ٦ـ درجه حرارت : یکی دیگر از عوامل محیطی مؤثر در فراهمی روی برای برنج، درجه حرارت می‌باشد. کمبود روی (Zn) در برنجی که زرد نشاء می‌شود، شدیدتر و رایج‌تر است. زیرا درجه حرارت در اوایل بهار پائین است ممانعت شدید در جذب روی و انتقال آن به اندام هوائی در درجه حرارت زیر اپتیمم رخ می‌دهد. درجه حرارت پائین، هم مقدارجذب و هم انتقال روی (Zn) را کاهش می‌دهد. در تحقیق دیگری که انجام شد نشان داده شد که غلظت و جذب Zn در اندام هوائی در دمای ۲۵ درجه سانتیگراد بیشتر از ۱۵ درجه سانتیگراد بود. همچنین مقدار Zn محلول در دمای ۲۵ درجه سانتیگراد بیشتر بود. غلظت روی در محلول خاک و نتیجتاً فراهمی آن برای برنج بعد از غرقاب کردن خاک کاهش می‌یابد. کلیت‌های طبیعی موجود درمحیط ریشه در قابلیت استفاده عناصرغذایی مثل روی (Zn) مؤثر هستند. این کلیت‌ها یا به وسیله خود ریشه‌ها ترشح می‌شوند یا در اثر تجزیه مواد آلی آزاد می‌شوند یا اینکه حاصل فعالیت میکروبی در ریزوسفر می‌باشند.

۳ ـ وظایف روی دربرنج : روی (Zn) نقش بسیار زیادی در افزایش رشد، عملکرد و ارتقاء کیفیت برنج ایفا می‌نماید وظایف روی را در برنج می‌توان چنین جمع‌بندی نمود. ● ارتباط احتمالی آن باتولید اکسین، ● فعال سازی بسیاری ازآنزیم‌ها و ● دخالت در متابولیسم (سوخت و ساز) تولید.

کمبود روی مهمترین و شایع‌ترین اختلال غذایی عناصر ریزمغذی در برنج شناخته شده و این کمبود در اثر کشت ارقام اصلاح شده و پرمحصول، کشت متمرکز و افزایش برداشت ایجاد شده است. کمبود Zn درخاکهای زیر زیاد است :

● خاکهای معمولی وآهکی با مقدار بالای بی‌کربنات : در این خاکها کمبود Zn اغلب به طور همزمان با کمبود گوگرد (S) بوجود می‌آید،

● خاکهای با کشت متمرکز، در خاکهایی که مقدار زیادی کودهای فسفاته و یا کامل ماکرو که حاوی Zn نیستند، استفاده شده باشد و

● خاکهای غرقابی که در یک سال ۳ بار کشت می‌شوند و خاکهایی که با زهکشی ضعیف

٤ ـ علائم کمبود روی در برنج : پویایی روی درداخل گیاه نسبتاً محدود است و بنابراین اغلب نشانه‌های کمبود آن در بافتهای جوان به چشم می‌خورد. علائم کمبود روی در تا سه هفته بعد از نشاء کاری در خاکهای با کمبود Zn دیده می‌شود. اگر کمبود شدید باشد علائم ممکن است تا زمان گل دادن یا بیشتر باقی بماند. علائم کمبود روی در برنج به شرح زیر است :

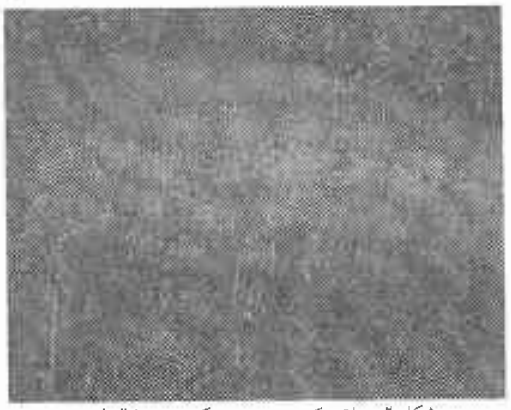
● رگبرگهای برگهای جوان بخصوص قاعده برگها زرد رنگ می‌شود.

● لکه‌های بزرگ و نامنظم قهوه‌ای وخطهایی در برگهای پائین‌تر ایجاد می‌شود و بدنبال آن رشد متوقف می‌شود، اگر چه ممکن است پنجه دهی ادامه یابد.

● کاهش در اندازه پهنک برگ، اما غلاف برگ خیلی کم تحت تأثیر قرار می‌گیرد.

● رشد نامنظم و بلوغ با تاخیر در مزرعه. در شکلهای یک و دو علایم کمبود روی در مزرعه شالیزاری نشان داده شده است.

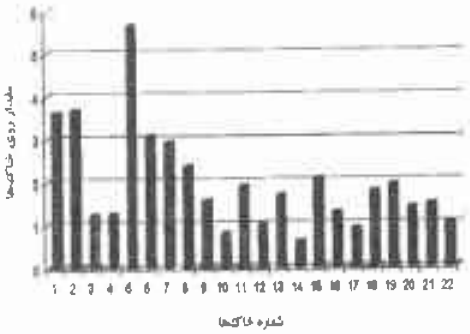
شکل ۱ ـ علایم کمبود روی در یک بوته برنج



شکل ۲ ـ علایم کمبود روی در یک مزرعه شالیزاری

۵ ـ حد بحرانی و کمبود روی در خاکهای شالیزای و برنج : در خاکهای شالیزاری بهتر است مقدار روی قابل استفاده با استفاده از روش DTPA در محدوده بین یک الی دو میلی گرم در کیلوگرم باشد. ولی با عنایت به مصرف بی‌رویه کودهای فسفاته در گذشته و تجمع فسفر در خاکهای شالیزاری و مهمتر از همه اثر آنتاگونیسمی بین فسفر و روی، بهتر است غلظت روی قابل استفاده در خاکهای شالیزاری در محدوده بین دو الی سه میلی گرم در کیلوگرم باشد.

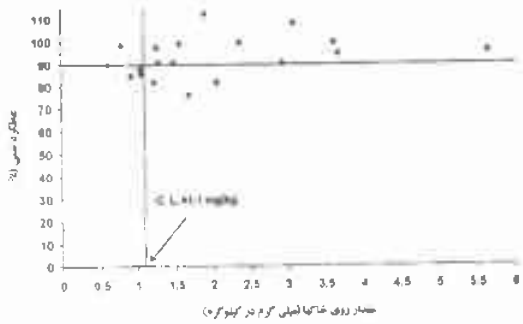
اگر غلظت روی در کل اندامهای هوائی کمتر از ۱۰ میلی‌گرم در کیلوگرم باشد، کمبود روی وجود دارد. اگر غلظت روی در کل اندامهای هوایی بین ۱۰ و ۱۵ میلی‌گرم در کیلوگرم باشد، کمبود روی بسیار محتمل است و اگر غلظت روی در کل اندامهای هوائی، بین ۱٦ الی ۲۰ میلی‌گرم در کیلوگرم باشد، احتمال کمبود روی وجود دارد و اگر مقدار روی بین ۲۱ الی ۲۵ میلی‌گرم در کیلوگرم باشد در ارقام معمولی مقدار روی در حد کفایت است. ولی در ارقام پر محصول غلظت روی بایستی فراتر از ۲۵ میلی‌گرم در کیلوگرم باشد. در شکل سه حد بحرانی روی در شالیزارهای مازندران نشان داده شده است.



شکل۳ - پراکندگی روی قابل استخراج در خاکهای شالیزاری

٦ ـ پاسخ برنج به کود روی : در مطالعه‌ای که در ٤٦ خاک شالیزاری دو سطح روی (Zn) (۰ و ۷/۵ میلی‌گرم در کیلوگرم)مصرف شد. نتایج نشان داد که مقدار عملکرد (ماده خشک) و Zn جذب شده توسط برنج با مصرف Zn تفاوت معنی داری با شاهد داشت. همچنین در یک خاک لوم شنی تحت کشت برنج در اثرمصرف سولفات (۱۰کیلوگرم درهکتار)، مقدار محصول از ٦۳ گرم در مترمربع به ٥٥٤ گرم در مترمربع افزایش یافت. در یک آزمایش مزرعه‌ای در یک خاک لوم شنی مقدار ۲/۸، ٥/٦، ۱۱/۲ کیلوگرم در هکتار Zn به صورت $ZnSO_4$ یا Zn-EDTA در زمان نشاء کاری به خاک داده شد یا ٤ هفته بعد از نشاءکاری به صورت محلول ۰/۲۳ یا ۰/۱۰ درصد $ZnSO_4$ یا ۰/۱۰ یا ۰/۲۰ درصد Zn-EDTA محلولپاشی گردید. نتایج نشان داد که محصول دانه برنج با دادن کود $ZnSO_4$ و Zn-EDTA به ۷/۱ و ۷/٦ تن در هکتار افزایش یافت و محلول‌پاشی این کودها نیز مقدار محصول دانه را به ترتیب به ٦/۲ و ٦/۰ تن در هکتار رساند. در آزمایش مزرعه‌ای دیگر در برنج گزارش شد که محصول دانه برنج با مصرف کود روی افزایش می‌یابد. در این آزمایش مقدار محصول از۲/۷ تن در هکتار شاهد به ۳/۳ تن در هکتار افزایش یافت و بیشترین محصول نیز با تیمار ۲۰ کیلوگرم در هکتار $ZnSO_4$ بعلاوه سه بارمحلولپاشی $ZnSO_4$ به دست آمد. بافت خاک نیز در پاسخ برنج به کود روی تأثیر داشت. به عنوان مثال پاسخ به کود روی در خاکهای دارای بافت درشت نسبت به خاکهای دارای بافت ریز کمتر است.

در مازندران در ۲۲ منطقه شالیزاری استان در قالب طرحی، اثرات مصرف مقادیر مختلف پتاسیم و روی بررسی شد که نتایج زیر حاصل گردید (ولی نژاد و همکاران، ۱۳۸۰). مقدار روی خاک قبل از نشاء از ۰/٦۲ تا ٥/٦٦ میلی‌گرم در کیلوگرم و میزان فسفر قابل جذب از ٥ تا ۸۳ میلی‌گرم در کیلوگرم و رس خاک از ۲۰ تا ٥۸ درصد متغیر بود. در شکل چهار مقادیر روی قابل استخراج با DTPA خاکها قبل از کشت نشان داده شد. ارقام تجزیه حاکی از تفاوت قابل ملاحظه روی در این خاکها بود. روی قابل استخراج با DTPA در ۸۲ درصد خاکها زیر ۳ میلی‌گرم در کیلوگرم و در ٦۸ درصد خاکها زیر ۲ میلی‌گرم در کیلوگرم و در ۲۳ درصد خاکها زیر ۱/۱۰ قرار داشت.



شکل ٤ ـ تعیین حد بحرانی روی برای ارقام پرمحصول برنج

در این بررسی حد بحرانی روی به روش ترسیمی کیت-نلسون برای ارقام پرمحصول برنج برابر با ۱/۱۰ میلی‌گرم در کیلوگرم خاک بدست آمد (شکل ۳). مفهوم حد بحرانی که اولین بار توسط کیت-نلسون (۱۹٦۵) ارائه گردید آن مقدار از آزمون خاک است که بهترین وجه خاکهایی را که احتمال پاسخ به کود در آنها زیاد است را از خاکهایی که احتمال پاسخ در آنها کم است، جدا می‌کند. با توجه به شکل سه مشخص گردید که ۲۳ درصد خاکها زیر حد بحرانی و ۷۷ درصد بقیه بالای حد بحرانی قرار داشتند. لذا احتمال پاسخ به کود سولفات روی در ۲۳ درصد این خاکها زیاد بود. البته این جمله بدین معنی نیست که الزاماً در هر یک از خاکهای این گروه پاسخ معنی دار به کود مشاهده و یا افزایش عملکرد به حدی خواهد بود که کود دهی اقتصادی باشد، بلکه بدین معنی است که احتمال مشاهده پاسخ معنی دار به کود روی و یا افزایش قابل ملاحظه عملکرد در خاکهای این گروه بسیار بیشتر از گروهی است که مقدار آزمون خاک در آنها بیشتر از ۱/۱۰ میلی‌گرم در کیلوگرم خاک می‌باشد.

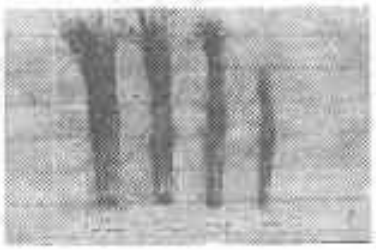
پاسخ برنج به سولفات روی در شرایط مزرعه‌ای در مناطق مختلف مازندران بررسی شد. نتایج تجزیه واریانس عملکرد برنج تحت تأثیر تیمارهای مختلف کودی روی در این ۲۲ منطقه نشان داد که ٤۵ درصد از مناطق مورد مطالعه افزایش عملکرد معنی داری به کاربرد کود سولفات روی نشان دادند. دامنه افزایش محصول دانه نسبت به تیمار شاهد از ۲۰۰ تا ۲۰۰۰ کیلوگرم در هکتار و درصد افزایش محصول از ۵ تا ۲۱ درصد متغیر بود. کارایی کود سولفات روی (کیلوگرم دانه به ازا هر کیلوگرم روی) بین ۳ تا ۲٤٤ متفاوت بود (جدول ۱).

جدول۱ - پاسخ برنج به کود روی در شرایط غرقابی در مناطق مختلف مازندران (ولی‌نژاد و همکاران، ۱۳۸۰)

منطقه	مقدار روی مصرفی (کیلوگرم)	افزایش محصول دانه مربوط به افزایش Zn		کارآئی کود روی (کیلوگرم دانه به ازای کیلوگرم روی)*
		(کیلوگرم در هکتار)	(درصد)	
۲- نور- بنفشه ده	۱۰۰	٤۰۰	۵	۱۳
٤- محمودآباد-کلوسا	۱۰۰	٤۰۰	۷	۱۳
۷- آمل-نظام آباد	۱۵۰	۷۰۰	۹	۹
۱۲- قائم شهر-قراخیل	۱۵۰	۱۳۰۰	۹	۲٦
۱۳- قائم شهر- کروا	۵۰	۲۰۰۰	۲۱	۲٤٤
۱٤- قائم شهر- ارطه	۵۰	۹۰۰	۱۰	۳٦
۱۵- سواد کوه- بشل	۱۰۰	۹۰۰	۱۸	۱۲
۱۷- ساری- گلما	۱۰۰	۱۳۰۰	۱۵	۱٦
۱۸- ساری- هولار	۱۰۰	۳۰۰	۸	٦
۱۹- ساری – زغالچال	۱۰۰	۲۰۰	۵	۳

* کارآئی کود روی به ازای وزن خالص روی محاسبه شده است.

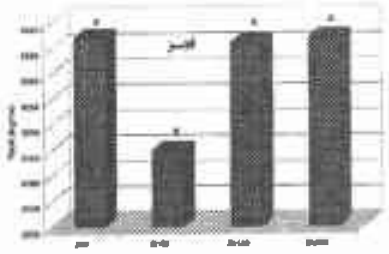
از ارقام به دست آمده چنین استنباط گردید که اولاً با افزایش سولفات روی، عملکرد شلتوک فزونی یافت. ثانیاً کارایی کود سولفات روی نیز بسیار متفاوت بوده و از سه الی ۲٤٤ کیلوگرم دانه به ازاء هر کیلوگرم روی بود. دامنه افزایش محصول نیز از ۵ تا ۲۱ درصد متغیر بود. تفاوت در افزایش عملکرد بستگی به رقم، مقدار فسفر و پتاسیم قابل استفاده خاک، درصد رس و قدرت آزادسازی پتاسیم از خاکهای شالیزاری داشت. در خاکهایی که مقدار فسفر آنها بالا بوده و از طرف دیگر غلظت پتاسیم قابل استفاده خاک پایین بود، چون عامل محدود کننده افزایش عملکرد، پتاسیم بود، نوبت به روی (Zn) نمی‌رسید. نتایج این تحقیقات با کار محققین فراوانی منجمله Islam و همکاران، ۱۹۸٤؛ Yoshida و همکاران، ۱۹۷۹؛ داودی، ۱۳۷۸ مطابقت داشت ولی مغایر نتایج تحقیقات گزارش صفرپور و تقوی (۱۳۷٦) بود. در شکل شماره پنج نقش مصرف بهینه کود مخصوصاً مصرف سرک کلرور پتاسیم و سولفات روی در سرسبزی بوته‌های برنج نشان داده شده است. عکس العمل ارقام مختلف نسبت به روی به صورت زیربود.



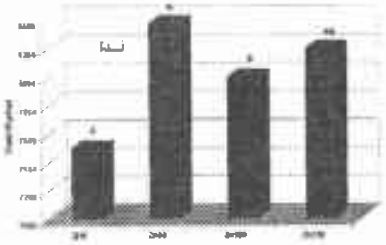
شکل ۵ ـ نقش مصرف بهینه کود در افزایش رشد ریشه و قوی شدن بوته‌های شالیزار

۶ـ۱ـ فجر: اختلاف عملکرد در اثر افزودن کود سولفات روی بر رقم فجر در سطح ۵ درصد معنی دار گردید. اثر متقابل منطقه و تیمارهای مختلف کودی نیز معنی‌دار شد. مقایسه میانگین عملکرد با آزمون دانکن نشان داد که بیشترین عملکرد مربوط به تیمار شاهد بوده است (شکل ۶). به نظر می‌رسد علت این امر کفایت مقدار روی موجود در خاک در مناطق تحت کشت این رقم و یا عدم حساسیت رقم فجر به عنصر روی بود. Mehrotra و همکاران (۱۹۷۳)گزارش نمودند ارقام مختلف برنج نیازشان به روی متفاوت است. لذا پاسخ متفاوتی هم به کاربرد روی داشتند. محققین مختلف بیان داشتند پاسخ منفی ارقام به کاربرد روی می‌تواند به عدم تعادل عناصر غذایی ارتباط داشته باشد (Cayton و همکاران، ۱۹۸۵).

۶ـ۲ـ ندا: تیمارهای مختلف کودی روی باعث اختلاف معنی‌داری (در سطح یک درصد) در عملکرد رقم ندا شده و اثر متقابل منطقه و تیمارهای مختلف کودی نیز معنی‌دار گردید. مقایسه میانگین عملکرد این رقم در تیمارهای مختلف کودی روی بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن (شکل ۷) نشان داد که افزایش عملکرد معنی داری بین تیمار کودی شاهد و بقیه تیمارهای کودی وجود داشت. بهترین تیمار کودی در این رقم Zn_{50} بوده که افزایش عملکرد آن نسبت به شاهد ۷۸۹ کیلوگرم (۹/٤ درصد) و کارایی کود روی برابر ۱۶ (کیلوگرم دانه به ازا هر کیلوگرم کود روی) گردید.

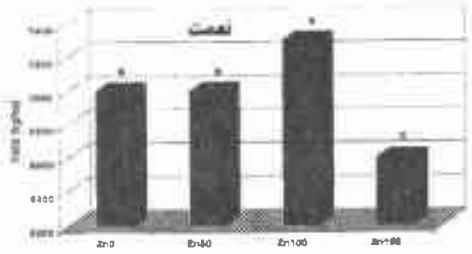


شکل ۶ ـ مقایسه میانگین عملکرد رقم فجر درتیمارهای کودی بر اساس آزمون دانکن



شکل ۷ ـ مقایسه میانگین عملکرد رقم ندا در تیمارهای کودی روی بر اساس آزمون دانکن

۶ـ۳ـ نعمت: تیمارهای کودی روی، باعث اختلاف معنی داری در سطح یک درصد در عملکرد و نیز اثر متقابل منطقه و مقدار کود در این رقم معنی دار شد. مقایسه میانگین عملکردها با آزمون دانکن نشان داد تیمار کودی Zn_{100} بهترین تیمار کودی در این رقم بوده و اختلاف عملکرد آن نسبت به شاهد ۲۳۷ کیلوگرم در هکتار (۳/۳ درصد) و کارایی کود سولفات روی ۲/٤ بود (شکل ۸).



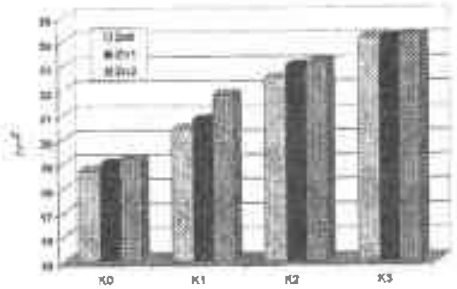
شکل ۸ ـ مقایسه میانگین عملکرد رقم نعمت در تیمارهای کودی روی بر اساس آزمون دانکن

۶ـ۴ـ طارم: تیمارهای کودی روی، اختلاف معنی داری را در عملکرد رقم طارم موجب نشد که به نظر می‌رسد علت این امر عمدتاً عملکرد هکتاری پائین در رقم طارم و در نتیجه نیاز غذایی کمتر این رقم بوده و احتمالاً آب آبیاری بـه هنـگام گل آلـود بودن آب رودخانه محتوی روی (Zn) بوده باشد. در آزمایش دیگری در قائم شهر برهمکنش پتاسیم و روی در افزایش عملکرد رقم طارم در پنج مزرعه شالیزاری مورد بررسی قرار گرفت و با عنایت به خصوصیات مندرج در جـدول دو، افزایـش عملکـرد معنی‌دار بود (بهمنیار و احمدنیا، ۱۳۸۱).

جدول ۲ ـ خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاکهای منطقه مورد آزمایش

خصوصیات	قطعه ۱	قطعه ۲	قطعه ۳	قطعه ٤	قطعه ٥
درصد اشباع	۷٦	۷٦	۷٤	٦١	٥۷
هدایت الکتریکی (دسی‌زیمنس‌برکیلوگرم‌درس)	۳/۲	۳/۱٥	۳/۱۸	۳/۱٦	۳/۲۲
اسیدیته کل اشباع	۷/۳۲	۷/٦۲	۲/۲۷	۷/٥۱	۷/۳۸
درصد مواد خنثی کننده T N V	۲۹	۲۹	۳۰	۲۸	۲۹
ماده آلی (درصد)	٤/۷۳	۳/٤۹	۳/۸۹	۲/٥٥	۲/٤۸
کربن آلی (درصد)	۲/٥٤	۲/۰۳	۲/۲٥	۱/٤۸	۱/٤٤
نیتروژن کل (درصد)	۰/۲٥٤	۰/۲۰۳	۰/۲۲٥	۰/۱٤۸	۰/۱٤٤
فسفر قابل جذب (PPM)	۲۸/٥	٤٤	۳۹/۳	٤٤/٥	٤۰
پتاسیم قابل جذب (PPM)	۱۳٤	۱۰٦	۱۰۹	۸۳	۱۲۱
روی قابل جذب (PPM)	۰/۹٤	۱/۱	۱/۰٦	۱/۱٤	۰/۸٦
ماسه (درصد)	٤٤	٤۹	٤۷	٤۹	٤۹
لای (درصد)	٤۲	۳٦	۳۹	۳۷	۳۷
رس (درصد)	۱٤	۱٥	۱٤	۱٤	۱٤
بافت	L	L	L	L	L

با افزایش مصرف پتاسیم و روی میزان عملکرد دانه افزایش یافت به طوری که، مصرف توام ۱۵۰ کیلوگرم اکسید پتاسیم و ٤۰ کیلوگرم سولفات روی در هکتار (K_2Zn_2) حداکثر تولید به دست آمد (شکل ۸). یعنی با افزایش مصرف پتاسیم امکان جذب بیشتر روی نیز فراهم گردیده است (بهمنیار و احمدنیا،۱۳۸۱).



شکل ۹ ـ تأثیر پتاسیم و روی بر عملکرد دانه برنج طارم در قائم شهر (بهمنیار و احمدنیا، ۱۳۸۱)

به طور کلی از نتایج به دست آمده در ارقام مختلف چنین استنباط گردید که :

- ٤۵ درصد از مناطق مورد مطالعه افزایش عملکرد معنی داری در اثر مصرف کود سولفات روی نشان دادند. افزایش محصول بین ۲۰۰ تا ۲۰۰۰ کیلوگرم و درصد افزایش محصول بین ۵ تا ۲۱ بود. کارآیی کود سولفات روی بین ۳ الی ۲٤٤ کیلوگرم دانه به ازا هر کیلوگرم روی متغیر بود.
- ارقام پرمحصول ندا و نعمت به کاربرد سولفات روی پاسخ مثبت دادند. ولی عکس العمل رقم پرمحصول فجر منفی بود. به نظر می‌رسد علت آن کفایت مقدار روی موجود در خاک در مناطق تحت کشت این رقم و یا عدم حساسیت این رقم به عنصر روی بوده باشد. علت عدم پاسخ رقم کم محصول طارم به سولفات روی را می‌توان نیاز غذایی کمتر این رقم بـه آن و احتمـالاً

کمی مقدار پتاسیم قابل استفاده در خاکهای زیر کشت این رقم ذکر نمود. اثر کود سولفات روی بر افزایش عملکرد از طریق اثر بر وزن هزاردانه رقم ندا، تعداد پنجه و تعداد دانه در رقم نعمت بوده است. در اثر مصرف توام کلرور پتاسیم و سولفات روی علاوه بر کاهش معنی‌داری در نیم دانه‌های برنج تولیدی، زمان رسیدن شالیزاری نیز حداقل یک هفته به جلو می‌افتد که این امر در تسریع کاشت کشت دوم مخصوصاً کلزا در این منطقه بسیار مهم می‌باشد.

• حد بحرانی روی قابل استخراج با DTPA به روش ترسیمی کیت - نلسون ۱/۱۰ بدست آمد. ۲۳ درصد خاکهای شالیزاری زیر حد بحرانی قرار داشتند. بطور کلی ٤٥ درصد از مناطق مورد مطالعه به کاربرد سولفات روی پاسخ دادند. در برآورد اقتصادی مصرف کود سولفات روی می‌توان گفت که کارایی کود یعنی نسبت افزایش عملکرد شلتوک به روی مصرفی در این مناطق به طور متوسط برابر ۱٤/۹ گردید. به عبارت دیگر به ازاء هر یک کیلوگرم سولفات روی مصرفی، ۱٤/۹ کیلوگرم شلتوک اضافی تولید گردید. بالا بودن این نسبت مبین ارزش افزوده است که مصرف کود روی ایجاد نموده است. بعبارت دیگر اگر متوسط افزایش عملکرد شلتوک در اثر مصرف سولفات روی در این مناطق ۷۰۰ کیلوگرم در هکتار در نظر گرفته شود (افزایش عملکرد ۲۰۰۰ کیلوگرم در هکتار منطقه کروا به علت نزدیک نبودن به افزایش عملکردهای بقیه مناطق در میانگین گیری در نظر گرفته نشده است. علیرغم اینکه مقدار روی خاک در این منطقه ۱/٦۸ میلی‌گرم در کیلوگرم بوده است ولی پاسخ بسیار خوبی در عملکرد برنج (۲۰۰۰ کیلوگرم در هکتار) در اثر مصرف کود سولفات روی بدست آمد که به نظر می‌رسد علت این امر، مقدار زیاد فسفر خاک (۸۳ میلی‌گرم در کیلوگرم) باشد که باعث کاهش حلالیت روی در خاک و نتیجتاً عدم جذب آن توسط برنج شده است پس اگر در این مناطق، غلظت فسفر خاک در اثر مصرف نکردن کودهای فسفاته پایین آورده شود بدون مصرف کودهای روی نیز عملکرد به طور قابل ملاحظه‌ای افزایش خواهد یافت) و با توجه به اینکه از نزدیک به ۱۰۰،۰۰۰ هکتار از شالیزارهای زیر کشت ارقام پر محصول مازندران، ۲۳۰۰۰ هکتار زیر حد بحرانی قرار داشت، افزایش تولیدی حدود ۱٦۱۰۰ تن شلتوک (۱۰۳۸۷ تن برنج) به ارزش تقریبی ٥٦ میلیارد ریال در سال عاید کشور می‌گردد. ضمن اینکه با مصرف این کود غلظت روی در دانه برنج بالا رفته و سلامتی مردم جامعه نیز ارتقاء می‌یابد. نتایج این بررسی ضرورت اقدام سریع در شروع ترویج و بکارگیری کود سولفات روی در شالیزارهای استان مازندران را برای نیل به خودکفایی و تأمین قسمتی از اهداف برنامه‌های سوم و چهارم توسعه (امنیت غذایی) الزامی می‌سازد.

• با مصرف بهینه کود (مصرف کودهای فسفاته بر مبنای آزمون خاک) و همگانی کردن مصرف کلرور پتاسیم و سولفات روی، نسبت مولی اسید فیتیک به روی (PA/Zn) در دانه‌های برنج پایین آمده و در نهایت جامعه می‌تواند برنج سبوس‌دار (برنج غنی شده) را مصرف نموده و با تداوم مصرف سلامت جامعه ارتقاء یابد.

• بطور کلی با عنایت به نتایج بدست آمده ملاحظه گردید اراضی شالیزاری که از رودخانه هراز و ... ، آب مورد نیاز خود را تأمین می‌نمایند، می‌توانند مقدار روی (Zn) مورد نیاز گیاه برنج را به دلیل گل آلود بودن تأمین نمایند. مشخص گردید که برنج در این قبیل شالیزارها نسبت به کاربرد روی پاسخ مثبت نشان نداد. در موقع گل آلودی، مقدار روی (Zn) موجود در رودخانه هراز در اوایل تابستان، ۰/٤۰ میلی‌گرم در لیتر اندازه‌گیری شد. با توجه به نیاز آبی برنج در طی یک دوره رشد (حدود ۱۰،۰۰۰ متر مکعب در هکتار) بر فرض آنکه ۲۰٪ آب وارده به مزارع شالیزاری گل آلود باشد، کل روی (Zn) اضافه شده به مزرعه شالیزاری بالغ بر ٤۰ کیلوگرم در هکتار و یا معادل ۱۲۰ کیلوگرم در هکتار سولفات روی خشک خواهد گردید. بدیهی است تحت چنین شرایطی روی (Zn) مورد نیاز برنج تأمین خواهد گردید. بدیهی است در صورتی که آب گل آلود نباشد لازم است مصرف سولفات روی (قبل از کاشت) در مزارع شالیزاری همگانی گردد.

۷ ـ بحث و نتیجه گیری :

• ٤٥ درصدازمناطق آزمایش شده دراستان افزایش عملکرد معنی داری نسبت به مصرف کودسولفات روی نشان دادندردانه افزایش محصول بین ۲۰۰تا۲۰۰۰ کیلوگرم ودرصدافزایش محصول بین ٥ تا ۲۱ درصد بود.

• ارقام پرمحصول ندا و نعمت به کاربرد کود سولفات روی پاسخ مثبت دادند و بدین ترتیب توصیه می‌شود که حداقل در مزارعی که ندا و نعمت کشت می‌گردد و یا آب آبیاری از رودخانه بوده و آب رودخانه گل آلود نباشد لازم است، سولفات روی

مصرف گردد (ارقام با عملکرد بالا). اثرکودسولفات روی برافزایش عملکردازطرق اثربروزن هزاردانه رقم نداوتعداددانه پررقم نعمت بوده است.

● حدبحرانی باعصاره گیرDTPA به روش ترسیمی کیت نلسون برابر ۱/۱ میلی‌گرم درکیلوگرم خاک بدست آمد. که ۲۳ درصد خاکها زیر حد بحرانی و ۷۷ درصد خاکهای بالای حد بحرانی قرار داشتند ولی با عنایت به تجمع فسفر در خاکهای شالیزاری و وجود اثر آنتاگونیسمی بین فسفر و روی، لازم است حد بحرانی روی در خاکهای شالیزاری مخصوصاً در ارقام پر محصول بین دو الی سه میلی گرم در کیلوگرم در نظر گرفته شود.

۸ ـ پیشنهادها :

● مصرف کودهای فسفاته در شالیزارها فقط بر اساس آزمون خاک باشد و از مصرف بی‌رویه آنها واقعا جلوگیری شود.

● مصرف کودسولفات روی را در شالیزارها برای افزایش محصول و بهبود کیفیت محصول همگانی گردد.

● در ارقام پرمحصول بخصوص آنهایی که پاسخ خوبی به مصرف روی دارند (ندا و نعمت) حتماً از سولفات روی استفاده گردد. منتها این افزایش بایستی توام با مصرف سرک کلرور پتاسیم باشد. برای ارتقاء سلامت جامعه مصرف برنج سبوس‌دار که دارای نسبت مولی اسید فیتیک به روی (PA/Zn) پایین‌تری است در جامعه همگانی گردد.

سپاسگزاری

بدینوسیله از کلیه همکاران در موسسه تحقیقات خاک و آب به ویژه سرکاران خانمها اسدزاده و حدیدی به خاطر تایپ و تنظیم، آقای محمودنیا برای تهیه نمودارها و همکاران خدمات فنی و انتشارات تشکر و قدردانی می‌نماید.

۹ ـ منابع برای کسب اطلاعات بیشتر :

۱- بهمنیار، محمد علی و حسن احمدنیا. ۱۳۸۱. تأثیر سطوح مختلف پتاسیم و روی بر رشد و عملکرد برنج طارم (محلی) در بعضی از خاکهای شالیزار مازندران، مجله علوم خاک و آب (تحت بررسی است).

۲- داودی، م. ح.، م. ج. ملکوتی و ع. ا. قرنجیکی. ۱۳۸۰. مدیریت مصرف روی در شالیزارهای شمال کشور(قسمت دوم). نشریه فنی شماره ۱۷۲. موسسه تحقیقات خاک و آب، نشر آموزش کشاورزی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، وزارت جهاد کشاورزی.

۳- صفرپور، رحمت اله و سعید نقوی. ۱۳۷٦. تعیین نیاز زراعت برنج به عنصر روی در شالیزارهای استان گیلان. موسسه تحقیقات برنج کشور- سازمان کشاورزی گیلان، رشت، ایران.

٤- محمودی. م. ۱۳۸۱. بررسی تأثیر سولفات روی بر عملکرد دو رقم برنج در شرق مازندران. چکیده مقالات هفتمین کنگره علوم زراعت و اصلاح نباتات ایران. نشر آموزش کشاورزی.کرج، ایران.

۵- ملکوتی، م. ج. ۱۳۷٦. بررسی وضعیت نیترات آبهای زیر زمینی شالیزارهای استان گیلان و مازندران (چکیده مقالات)، کنفرانس مدیریت آب و فاضلاب در کشورهای آسیایی، تهران، ایران.

٦- ملکوتی. م. ج. ۱۳۷۸. ضرورت مصرف بهینه کود برای افزایش عملکرد ارقام برنج پر محصول(قسمت دوم). نشریه شماره ۷۱. شورای عالی سیاستگذاری کاهش مصرف سموم و استفاده بهینه از کودهای شیمیایی وزارت کشاورزی.

۷- ملکوتی، محمدجعفر. ۱۳۷۸. روی عنصری حیاتی و فراموش شده (نقش روی در افزایش عملکرد، بهبود کیفیت، غنی سازی محصولات کشاورزی و ارتقاء سلامت انسان، چاپ پنجم، وزارت کشاورزی، تهران، ایران.

۸- ملکوتی، م. ج.، م. م. طهرانی. ۱۳۷۸. نقش ریزمغذیهادر افزایش عملکرد و بهبود کیفیت محصولات کشاورزی «عناصر خرد با تأثیر کلان». انتشارات دانشگاه تربیت مدرس، شماره ٤۳، تهران، ایران.

۹- ملکوتی، م. ج.، م. آ. لطف الهی. ۱۳۷۸. نقش روی در افزایش کمی وکیفی محصولات کشاورزی و بهبود سلامتی جامعه (روی عنصر فراموش شده). نشر آموزش کشاورزی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، وزارت کشاورزی، تهران، ایران.

۱۰- ملکوتی، محمدجعفر و محمد نبی غیبی. ۱۳۷۹. تعیین حد بحرانی عناصر غذایی مؤثر در خاک، گیاه و میوه در راستای افزایش عملکرد کمی و کیفی محصولات استراتژیک کشور، (چاپ دوم، بارندگی کامل). نشر آموزش کشاورزی، معاونت تـات وزارت کشاورزی، کرج، ایران.

۱۱- ملکوتی، محمد جعفر، عیسی بای‌بوردی، حسن محمدیها، امیـن ملکوتـی و عـزت الله خامسـی. ۱۳۸۰. روی عنصری حیاتی و فراموش شده در چرخه حیات گیاه، دام و انسان، چاپ هفتم، نشریه فنی شماره ۲۶۰. نشر آموزش کشاورزی، معاونت تات وزارت جهاد کشاورزی، کرج، ایران.

۱۲- ملکوتی. م. ج. ۱۳۸۱. چکیده مقالات هفتمین کنگره علوم زراعت و اصلاح نباتات ایران. ۱۳۸۱. نقش غنی سـازی در افزایش عملکرد و ارتقاء سلامت جامعه. نشر آموزش کشاورزی. کرج، ایران.

۱۳- ولی نژاد، م.، م. ج. ملکوتی.، م. ح. داردی.، ن. سعادتی.، م. ر. رمضان پور.، م. محمودی و م. محمدیان. ۱۳۸۰ . تعیین حد بحرانی روی و بررسی پاسخ برنج به سولفات روی در اراضـی شـالیزاری مـازندران. مجلـه علـوم خـاک و آب، جلـد ۱۲، شماره۱٤، ویژه نامه مصرف بهینه. مؤسسه تحقیقات خاک وآب. نشر آموزش کشاورزی.

14- Cayton, M. T. C., Reyes, E. D., and Neue, H. U. 1985. Effect of zinc fertilization on the mineral nutrition of rices differing in tolerance to zinc deficieny. Plant and Soil, 87: 319-327.

15- Islam, M. M., Kabir, M., Bhuigan, N. I. 1984. Response of rice to zinc and sulfur. International Rice Research News letter, 9:5

16- Mehrotra, O, N., Srivastava, R. D. L. and Shanker, H. 1973. Differential response of paddy varieties to zinc application. Indian Journal Farming Science. 45-51. Cited by: Effect of zinc and iron supply on production potential of rice (*Oryza sativa L.) ed.* P. K. Tandon, 1996. Journal of Agronomy and Crop Science, 176: 213-216.

17- Yoshida, S., G. W. Mc Lean, M. Shafi, and K. E. Mueller. 1979. Effect of different method of zinc application on growth and yields of rice in a calcareous soils, West Pakistan. Soil Sci. and Plant Nutr., 16: 147-149. Cited by: Zinc sources and methods of application for rice. eds. Girodano, P. M., J. J. Mortvedt, Agronomy Journal, 65: 51-53.