

## تأثیر مدیریت تلفیقی حاصلخیزی خاک بر برخی صفات کمی و کیفی و توازن تغذیه‌ای انگور سفید بی‌دانه

عزیز مجیدی<sup>1</sup>، رحیم مطلبی و حسین عزیزی

دانشیار پژوهش، بخش تحقیقات خاک و آب، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی آذربایجان غربی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، ارومیه، ایران؛ Az.majidi89@gmail.com  
استادیار پژوهش، بخش تحقیقات خاک و آب، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی آذربایجان شرقی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تبریز، ایران؛ motalebifard@gmail.com  
استادیار، بخش تحقیقات خاک و آب، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی آذربایجان غربی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، ارومیه، ایران؛ hosseinazizi48@yahoo.com

دریافت: 1400/11/6 و پذیرش: 1401/2/21

### چکیده

برای ارزیابی تأثیر مدیریت تلفیقی حاصلخیزی خاک<sup>2</sup> بر رشد و توازن تغذیه‌ای انگور سفید بی‌دانه (*Vitis vinifera* L.) آزمایشی در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تیمار در پنج منطقه شهرستان ارومیه، در سال‌های 1399 و 1400 اجرا شد. تیمارهای آزمایشی شامل (1) شاهد (عدم مصرف کود)، (2) عرف باغدار، (3) مصرف بهینه عناصر معدنی (80-30 گرم اوره، 100-80 گرم سولفات پتاسیم و 50 گرم سولفات روی به ازای هر درختچه انگور بسته به مکان) و (4) مدیریت تلفیقی حاصلخیزی خاک (200 میلی‌لیتر مایه تلقیح زیستی نیتروژن، 300 گرم مایه تلقیح قارچ‌های میکوریزی، 100-80 گرم سولفات پتاسیم، 35-15 گرم سولفات روی و 500 گرم کود حیوانی به ازای هر درختچه انگور بسته به مکان) بودند. نتایج نشان داد که بین مکان‌های اجرای تحقیق اختلافی از نظر صفات عملکرد میوه، شاخص کلروفیل، اسیدیته قابل تیتراسیون و تجمع غلظت مواد جامد محلول میوه وجود نداشت ولی، تفاوت معنی‌داری بین غلظت عناصر پرمصرف و کم‌مصرف، به‌جز عنصر آهن، مشاهده شد. عملکرد میوه انگور در تمامی تیمارها نسبت به شاهد افزایش یافت ( $p \leq 0.05$ ) و مقدار افزایش آن در تیمارهای 3 و 4 نسبت به تیمار 2 به ترتیب معادل 2/27 و 4/04 کیلوگرم بر تاک بود. شاخص کلروفیل برگ در تیمار 4 به ترتیب به میزان 10/99% و 9/69% نسبت به تیمارهای 2 و 3 افزایش یافت. اسیدیته قابل تیتراسیون میوه در تیمار 4 کاهش معنی‌داری نسبت به تیمار 1 به میزان 16/09% نشان داد ( $p \leq 0.05$ ). بالاترین تجمع درصد مواد جامد محلول میوه نیز در تیمار 4 مشاهده شد ( $p \leq 0.05$ ). تفاوت معنی‌داری بین دو تیمار 3 و 4 از نظر این دو صفت کیفی وجود نداشت. استفاده از اعداد مرجع تشخیص چندگانه در تیمارهای شاهد نشان داد که به‌طور متوسط، ترتیب نیاز غذایی تاک‌ها به‌صورت  $K > Ca > Mg > N > P$  و  $Fe > Zn > Mn > Cu > B$  بود. کمترین شاخص توازن تغذیه‌ای به میزان 9/02 در تیمار مدیریت تلفیقی حاصلخیزی خاک و بیشترین مقدار در تیمار شاهد معادل 35/02 به دست آمد. به‌طور کلی، با توجه به افزایش قابل‌توجه صفات کمی و کیفی محصول انگور با مدیریت تلفیقی حاصلخیزی خاک، این فن‌آوری مؤثرترین راهکار برای مدیریت بهینه کود دهی و تولید بهینه محصول در تاکستان‌ها محسوب می‌گردد.

واژه‌های کلیدی: سلامت خاک، عملکرد انگور، کیفیت انگور، مصرف متعادل کود

<sup>1</sup> نویسنده مسئول، آدرس: ارومیه، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی آذربایجان غربی، بخش تحقیقات خاک و آب

<sup>2</sup> Integrated Soil Fertility Management (ISFM)

## مقدمه

فسفر، پتاسیم و سایر عناصر پرمصرف و کم‌مصرف باهدف همزمان سازی تقاضای محصول به عناصر غذایی و رهاسازی آن در محیط بهینه‌سازی می‌شود (وو و ما، 2015). با اجرای عملیات مدیریت تلفیقی تغذیه گیاهی، تلفات از طریق آبیاری، آبدوی، تصعید و تثبیت به حداقل رسیده در حالی که، کارایی جذب عناصر غذایی به بالاترین مقدار خود خواهد رسید (ژانگ و همکاران، 2014).

انگور یکی از مهم‌ترین محصولات باغی در مناطق خشک و نیمه‌خشک بوده که با شرایط اقلیمی معتدل سازگار شده است. این محصول یکی از تولیدات باغی متداول در شمال غرب ایران است و در حال حاضر، در کشور مساحتی در حدود 300 هزار هکتار با تولید 3/39 میلیون تن در سال را به خود اختصاص داده است. استان‌های فارس، قزوین، آذربایجان شرقی، آذربایجان غربی و کردستان رتبه‌های اول تا پنجم تولیدکننده‌های انگور در کشورند. استان آذربایجان غربی با سطح زیر کشت 21/12 هزار هکتار و با تولید 184 هزار تن، مقام پنجم را در کشور دارد. متوسط عملکرد انگور آبی و دیم در این استان به ترتیب معادل 11 و 4 تن در هکتار برآورد شده است (احمدی و همکاران، 1399). در بین بسیاری از ارقام کشت‌شده، رقم سفید بی‌دانه جایگاه نخست را در شمال غرب کشور مانند استان‌های آذربایجان غربی و شرقی دارد.

این رقم چندمنظوره بوده که هم برای مصرف تازه خوری مناسب بوده و هم برای تولید کشمش مورد استفاده قرار می‌گیرد. سلامت خاک تحت کشت انگور به دلیل مصرف بی‌رویه و غیراصولی کودهای شیمیائی برای تولید محصول سال‌به‌سال تنزل می‌یابد بنابراین، بهره‌گیری از فن‌آوری‌های نوین مدیریت حاصلخیزی خاک کاملاً ضروری به نظر می‌رسد. آزمایش‌های بلندمدت استفاده از منابع معدنی عناصر غذایی به اثبات رسانده که استفاده از این منابع به تنهایی نمی‌تواند سلامت خاک و پتانسیل تولیدی آنرا برای

مصرف کود یکی از جنبه‌های اساسی مدیریت باغ در سیستم‌های کشت تراکم بوده و از این رو، نیازمند بهره‌مندی از دستاوردهای نوین علمی است (امیری و فلاحی، 2007). کارایی مصرف کود ناشی از مصرف بی‌رویه در باغ‌های میوه معمولاً پائین بوده و فاصله نسبتاً زیادی نسبت به شرایط بهینه دارد. به‌عنوان مثال، کارایی مصرف نیتروژن در باغ‌ها به‌طور متوسط در حدود 40% است درحالی‌که، پتانسیل آن در شرایط بهینه نزدیک به 70% برآورد می‌شود (لو و همکاران، 2012). در اغلب موارد در باغ‌های میوه عمدتاً از منابع معدنی عناصر استفاده‌شده و منابع زیستی و آلی برای ارتقاء سطح حاصلخیزی خاک کمتر مورد استفاده قرار می‌گیرد. از طرف دیگر در مدیریت سنتی تغذیه باغات، مقدار مصرف یا کمتر از حد مورد نیاز برای تولید عملکردهای بهینه یا بیشتر از آن است. نتیجه چنین رویکردی از مشاهده باغ‌هایی با سیستم ریشه‌ای ضعیف و در نتیجه عملکرد و کیفیت پائین محصول قابل‌درک است (وو و ما، 2015).

استفاده از فن‌آوری‌های نوین مدیریت حاصلخیزی خاک، کارایی مصرف عناصر غذایی را ارتقاء داده و در نتیجه شرایط را برای بهبود عملکرد کمی و کیفی محصول فراهم می‌کند (گان‌شاموتی و همکاران، 2015). استفاده از ترکیبات آلی به همراه نسبت‌های مناسبی از کودهای شیمیائی و زیستی بر مبنای تشخیص نیاز غذایی درختان جزو این فن‌آوری‌های مهم محسوب می‌گردد (گادیس، 2020). هدف نهائی استفاده همزمان از منابع مذکور در فن‌آوری‌های نوین مدیریت حاصلخیزی خاک که از آن به‌عنوان سیستم تلفیقی تغذیه گیاهی<sup>1</sup> نام می‌برند، ارتقاء سیستم ریشه و افزایش کارایی جذب عناصر غذایی است (اورتگا، 2013). استفاده از این منابع مشروط به بی‌خطر بودن آنها از نظر زیست‌محیطی و مقرون‌به‌صرفه بودن آنها از نظر اقتصادی است. در این روش، تمامی جنبه‌های چرخه عناصر شامل ورود و خروج نیتروژن،

<sup>1</sup> Integrated Plant nutrient System (IPNS)

می‌دهند. پاتیل و همکاران (2008) دریافتند که عملکرد میوه انگور با مدیریت تلفیقی حاصلخیزی خاک نسبت به مصرف کودهای شیمیائی افزایش معنی‌داری نشان داد. اورتگا-بلو و همکاران (2016) بیان کردند که مدیریت تلفیقی حاصلخیزی خاک در انگور تأثیر مطلوبی روی سلامت خاک گذاشته و شرایط رشد بیشتر ریشه و اندام‌های هوئی انگور را فراهم. سیواستوا و همکاران (2021) با بررسی نتایج تحقیقات به انجام رسیده درزمینهٔ مدیریت تلفیقی حاصلخیزی خاک در محصولات باغی هندوستان، ایران و چین به این نتیجه رسیدند که مدیریت تلفیقی تغذیه درختان میوه بر ویژگی‌های کیفی و سلامت خاک تأثیر مطلوبی گذاشته و شرایط را برای رشد بهتر درختان، بهبود کمیت و کیفیت و تولید پایدار محصول فراهم می‌نماید.

برنامه تغذیه انگور در ایران معمولاً شامل مصرف مقادیری از عناصر غذایی به‌ویژه نیتروژن، فسفر، پتاسیم و روی است. اخیراً ترکیبات کربن آلی و محرک‌های زیستی شامل هورمون‌های طبیعی مشتق شده از جلبک‌ها به‌صورت برگ‌پاشی و باکتری‌های محرک رشد مورد استفاده قرار می‌گیرند. مورد اخیر معمولاً دربرگیرنده میکروارگانیسم‌هایی هستند که سلامت و کیفیت خاک را بهبود بخشیده و به‌واسطه آن عملکرد و کیفیت میوه بهبود می‌یابد. ماهیت اصلی مدیریت تلفیقی تغذیه گیاهی بر مصرف همزمان منابع زیستی، آلی و شیمیائی متناسب با وضعیت حاصلخیزی خاک و نیازهای غذایی محصول متناسب با عملکرد مورد انتظار استوار است. بنابراین، هدف تحقیق حاضر، ارزیابی تأثیر مدیریت تلفیقی حاصلخیزی خاک بر عملکرد میوه، برخی ویژگی‌های کیفی میوه و توازن تغذیه‌ای عناصر در باغ‌های انگور رقم سفید بی‌دانه در استان آذربایجان غربی بود.

### مواد و روش‌ها

این پژوهش در باغ‌های انگور شهرستان ارومیه در سال‌های 1399 و 1400 به اجرا گذاشته شد. مشخصات جغرافیائی باغ‌های محل انجام آزمایش در جدول (1) آورده شده است. مکان‌های اجرای آزمایش

بلندمدت حفظ کرده و کمیت و کیفیت محصول و سلامت درختان میوه را تأمین نماید (گادیس، 2020؛ لوو و همکاران، 2012). مجیدی و دولتی (1398) گزارش کردند که مصرف کود شیمیائی اوره در انگور موجب برهم خوردن تعادل تغذیه‌ای باغ شده درحالی‌که، مصرف مایه تلقیح زیستی نیتروژن به همراه کود حیوانی توازن تغذیه‌ای را بهبود بخشیده و موجب ارتقای عملکرد و کیفیت محصول انگور شده است. یکی از روش‌هایی که به‌طور گسترده برای ارتقای کیفیت خاک در تاکستان‌های انگور مورد استفاده قرار می‌گیرد، استفاده از کود حیوانی پوسیده یا سایر ترکیبات آلی است (گایوتی و همکاران، 2017). کالجا-سروانتس و همکاران (2015) گزارش کردند که کربن آلی خاک، قابلیت جذب عناصر غذایی و تنوع زیستی باکتری‌ها با مصرف کود حیوانی در خاک آهکی یک تاکستان افزایش یافته و به مدت 12 سال دارای اثرات باقیمانده بوده است. ولیسن و همکاران (2020) دریافتند که با مصرف کود حیوانی پوسیده، وضعیت حاصلخیزی خاک و رشد تاکستان حداقل به مدت دو سال بعد از مصرف در شرایط بهینه‌ای بوده است. از طرفی، ریشه انگور با بسیاری از موجودات زنده در خاک در ارتباط بوده که رشد و فیزیولوژی آنرا تحت تأثیر قرار می‌دهد. یکی از این روابط مهم به قارچ‌های آربسکولار میکوریزا مربوط می‌شود.

قارچ‌های میکوریزی، قارچ‌های اندوفیت ریشه-ای اجباری هستند که با تعداد کثیری از گیاهان زراعی و باغی ارتباط همزیستی برقرار می‌کنند (لوپز-گارسیا و همکاران، 2020). قارچ‌های میکوریزی از طریق بهبود شرایط تغذیه، حمایت در مقابل بیمارگرهای ریشه و افزایش مقاومت در مقابل تنش‌های غیرزنده می‌تواند بر بهبود شرایط رشد انگور تأثیر بگذارد (ولاسکوز و همکاران، 2020). بررسی‌ها نشان داده است که استفاده از مایه تلقیح قارچ‌های میکوریزی موجب افزایش کلروفیل برگ، حجم ریشه، زیست‌توده و طول شاخسارها در پایه‌های انگور شد (هولند و همکاران، 2018). استفاده از ترکیبات آلی و کودهای زیستی دو رکن اساسی مدیریت تلفیقی حاصلخیزی خاک را در تاکستان‌ها تشکیل

جزو رده خاک‌های اینسپتی سول بودند (ستاد مطالعات خاک، 2014).

آزمایش در قالب بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار و پنج مکان اجرا شد. تیمارهای آزمایشی شامل (1) شاهد (عدم مصرف کود)، (2) عرف باغدار (مصرف کود به روش سنتی مطابق نظر و روش مرسوم باغدار) (3) مصرف عناصر از منابع کودهای شیمیائی بر مبنای آزمون خاک و تجزیه گیاه و (4) مصرف بهینه کود بر مبنای سیستم تلفیقی تغذیه گیاهی<sup>1</sup> (روی، 1995) بودند. به منظور انتخاب مکان‌های اجرای آزمایش، از تاکستان‌های انگور شهرستان ارومیه بازدید و نسبت به انتخاب آنها بر مبنای سن، سیستم هرس و مدیریت عمومی باغ اقدام گردید. یادداشت‌برداری‌های لازم در ارتباط با مدیریت حاصلخیزی خاک و تغذیه باغ، هرس و سیستم آبیاری به انجام رسید. در باغ‌های مذکور با سیستم آرایش کوردون، فواصل بین ردیف‌ها سه متر و فواصل درختچه‌ها در هر ردیف دو متر بود. عملیات داشت شامل هرس باردهی از نوع مختلط با تعداد 80 جوانه باقی‌مانده بعد از هرس، آبیاری و مبارزه برعلیه آفات و بیماری‌ها به‌طور یکسان در مورد تمامی کرت‌ها در هرکدام از باغ‌های محل اجرای تحقیق اعمال گردید. در آبیاری تمامی باغ‌ها، از سیستم شیاری یک‌طرفه در فاصله عرضی نیم متری از تنه درختچه استفاده شده است. در هرکدام از تاکستان‌های مذکور، درختچه‌های هم سن (20-15 سال) و یکسان از نظر شرایط رشد، آرایش هرس و میوه‌های روی آن انتخاب و برای هر کرت آزمایشی تعداد سه درختچه انگور از رقم سفید بی‌دانه در نظر گرفته شد.

در سال 1399، نمونه‌های مرکب خاک از عمق 0-30 و 31-60 سانتیمتری هر بلوک تهیه و برخی از ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک بر اساس دستورالعمل‌های موجود اندازه‌گیری شدند (جدول 2). بافت خاک به روش هیدرومتری، کربنات کلسیم معادل به روش خشتی کردن با اسید، قابلیت هدایت الکتریکی در عصاره گل اشباع با هدایت سنج الکتریکی، واکنش خاک در گل اشباع (pH<sub>s</sub>) به وسیله الکتروود شیشه‌ای، کربن آلی

به روش اکسید کردن با اسیدسولفوریک غلیظ در مجاورت دی کرومات پتاسیم، فسفر قابل‌استفاده با روش اولسن، پتاسیم قابل‌استفاده به روش استات آمونیوم نرمال و غلظت عناصر کم‌مصرف به روش دی تی پی<sup>2</sup> اندازه‌گیری شدند (علی احوائی، 1376). نتایج ویژگی‌های فیزیکی و شیمیائی خاک مکان‌های اجرای آزمایش در جدول (2) نشان داده شده است. خاک‌های مذکور، غیر شور با pH قلیائی، مقدار کربن آلی کم تا متوسط و بافت خاک لومی تا لومی رسی بودند. همچنین از نظر غلظت عناصر آهن، منگنز، مس، پتاسیم و فسفر در حد متوسط و از نظر روی در حد کم بوده و از نظر مقدار آهک نیز در حد متوسط تا زیاد بودند (هازلتون و مورفی، 2007؛ هورنک و همکاران، 2011).

نمونه برگ در اواخر تیرماه سال 1399 از برگ‌های کامل (پهنک و دم برگ) و سالم روبروی خوشه تهیه گردید. اکسیداسیون نمونه‌های برگ با روش اکسیداسیون خشک انجام گردید. تجزیه‌های شیمیایی برگ مطابق روش‌های استاندارد موسسه تحقیقات خاک و آب انجام شد (امامی، 1375).

نتایج تجزیه برگ در جدول (3) ارائه شده است. تفسیر نتایج تجزیه برگ با روش دامنه کفایت<sup>3</sup> (جونز، 1985) به انجام رسید و عناصر غذایی بر مبنای تفسیر نتایج تجزیه برگ مطابق تیمارها در کرت‌های مربوطه مصرف شدند.

در جدول (4) نوع و مقدار مصرف کودهای مربوط به هر تیمار نشان داده شده است. در اواخر اسفندماه سال 1399، نسبت مصرف کودهای پایه و اعمال تیمارهای آزمایشی به روش کانال کود (دو شیار به عمق 30 سانتیمتر و به طول 40 سانتیمتر در فاصله 50 سانتی‌متری از طرفین تنه انگور) مطابق تیمارها اقدام شد.

<sup>2</sup> DTPA

<sup>3</sup> Sufficiency Range Approach

<sup>1</sup> Integrated Plant Nutrient System (IPNS)

جدول 1- مختصات جغرافیائی و رده‌بندی خاک مکان‌های اجرای آزمایش (ارومیه، 1400)

ردیف	شهرستان	نام روستا	طول جغرافیایی	عرض جغرافیایی	سری خاک
1	ارومیه	لشنلو	37°31'9/2"	45°11'52/1"	fine, mixed, mesic typic Haploxerepts
2	ارومیه	گوی‌تپه	37°30'49/0"	45°9'41/4"	fine, mixed, mesic typic Calcixerepts
3	ارومیه	قزل عاشق	37°37'4/5"	45°3'37/0"	fine, mixed, mesic typic Calcixerepts
4	ارومیه	یورقانلو	37°38'21/2"	44°58'52/6"	fine, mixed, mesic typic Calcixerepts
5	ارومیه	میاوق	37°34'31/5"	45°13'41/3"	fine, mixed, mesic typic Calcixerepts

جدول 2- برخی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیائی خاک محل اجرای آزمایش (ارومیه، 1400)

مکان	عمق	هدایت الکتریکی (dS/m)	اسیدیتته گل اشباع	مواد خثنی شونده	کربن آلی	شن رس	بافت خاک	فسفر قابل جذب	پتاسیم قابل جذب	مس قابل جذب	روی قابل جذب	منگنز قابل جذب	آهن قابل جذب
				(درصد)		(میلی گرم بر کیلوگرم)							
لشنلو	30-0	0/83	7/11	6/8	1/43	30	SiL	14/3	242	2/52	0/96	3/2	4/28
	-30 60	0/64	7/16	8/8	0/39	30	CL	3/9	236	1/06	0/74	2/9	2/19
گوی‌تپه	30-0	0/93	7/27	13/0	0/9	42	L	9/1	255	1/15	0/78	4/62	2/52
	-30 60	0/93	7/27	13/0	0/9	40	L	8/4	225	1/10	0/54	8/42	1/47
قزل عاشق	30-0	0/97	7/38	17/1	1/38	38	CL	16/6	243	1/53	1/08	5/8	2/06
	-30 60	0/79	7/58	19/3	0/66	42	CL	6/2	236	0/96	0/42	4/80	0/93
یورقانلو	30-0	1/47	7/76	12/5	1/18	41	L	38/9	208	1/37	1/16	4/60	2/68
	-30 60	1/19	7/86	12/0	0/63	33	SiL	18/2	235	0/93	0/58	5/90	0/44
میاوق	30-0	1/17	7/76	19/5	0/88	34	CL	29/3	316	1/13	0/66	5/20	2/42
	-30 60	0/93	7/92	20/5	0/22	32	CL	8/1	327	0/61	0/40	3/40	1/13

\*هر عدد میانگین سه تکرار است.

1394). pH (1:5) برابر 7/74. هدایت الکتریکی ( $\text{dS m}^{-1}$ ) ، (1:5) 15/27، نیتروژن کل، فسفر کل، پتاسیم کل به ترتیب معادل 2/53، 0/71، 2/28 درصد بودند. میزان کربن آلی توده معادل 31/45، نسبت کربن: نیتروژن 13/95 و مقادیر عناصر کم‌مصرف منگنز کل، روی کل، آهن کل و مس کل به ترتیب معادل 361، 148، 6895 و 273 میلی‌گرم بر کیلوگرم بود.

کود حیوانی مورد استفاده از نوع گاوی بود. قبل از مصرف، نمونه مرکب متشکل از 10 نمونه ساده از توده کودی تهیه شد. نمونه کودی آسیاب شده و از الک 2 میلی‌متری عبور داده شد و در آن اسیدیتته (pH)، قابلیت هدایت الکتریکی ( $\text{EC}_c$ )، کربن آلی، نیتروژن، نسبت کربن: نیتروژن، نیتروژن، فسفر، پتاسیم، عناصر کم‌مصرف آهن، روی، منگنز و مس اندازه‌گیری شد (داودی و همکاران،

جدول 3- نتایج تجزیه برگ تاکستان‌های محل اجرای آزمایش و تفسیر آن به‌روش دامنه کفایت<sup>†</sup> (ارومیه، 1400)

عنصر	مکان	لشنلو	گوی تپه	قزل عاشق	یورقانلو	میاوق
نیتروژن	(%)	2/88→	1/54↓	2/66→	2/60→	1/38↓
فسفر		0/40→	0/39→	0/40→	0/44→	0/34→
پتاسیم		1/20↓	0/93↓	1/25↓	0/95↓	1/40↓
کلسیم		2/02→	0/42↓	2/76→	2/27→	2/14→
منیزیم	(mg/dm <sup>2</sup> )	0/49→	0/42→	0/48→	0/51→	0/39→
آهن		141/9→	125/11→	161/8→	155/40→	133/90→
منگنز		44/60→	43/60→	35/5→	88/00→	24/50↓
روی		17/60↓	10/90↓	16/9↓	27/70→	15/70
مس		19/40→	20/70→	17/70→	21/20→	12/70→
بور		57/10→	55/00→	68/50→	87/60↑	55/50→

† ↓: کمبود؛ →: کفایت و ↑: بیش بود

جدول 4- نوع و مقدار کودهای شیمیائی، آلی و زیستی مورد استفاده در آزمایش (ارومیه، 1400)

مکان	تیمار	اوره	سوپرفسفات تریپل	سولفات پتاسیم	سولفات روی	کود حیوانی گاوی	مایه تلقیح میکوریزی	مایه زیستی نیتروژن	تلقیح
		(گرم لارختجه)			(میلی لیتر لارختجه)				
لشنلو	شاهد	0	0	0	0	0	0	0	0
	عرف باغدار	100	50	50	0	0	0	0	0
	مصرف بهینه عناصر معدنی	50	0	100	50	0	0	0	0
	مدیریت تلفیقی حاصلخیزی خاک	0	0	100	25	500	300	200	0
گوی تپه	شاهد	0	0	0	0	0	0	0	0
	عرف باغدار	60	60	50	0	0	0	0	0
	مصرف بهینه عناصر معدنی	80	0	100	50	0	0	0	0
	مدیریت تلفیقی حاصلخیزی خاک	0	0	100	35	500	300	200	0
قزل عاشق	شاهد	0	0	0	0	0	0	0	0
	عرف باغدار	70	50	0	0	0	0	0	0
	مصرف بهینه عناصر معدنی	30	0	100	50	0	0	0	0
	مدیریت تلفیقی حاصلخیزی خاک	0	0	80	30	500	300	200	0
یورقانلو	شاهد	0	0	0	0	0	0	0	0
	عرف باغدار	80	0	80	0	0	0	0	0
	مصرف بهینه عناصر معدنی	50	0	100	50	0	0	0	0
	مدیریت تلفیقی حاصلخیزی خاک	0	0	100	30	500	300	200	0
میاوق	شاهد	0	0	0	0	0	0	0	0
	عرف باغدار	60	50	50	0	0	0	0	0
	مصرف بهینه عناصر معدنی	50	0	80	50	0	0	0	0
	مدیریت تلفیقی حاصلخیزی خاک	0	0	80	35	500	300	200	0

(2)

$$Rd = 100 - (N + P + K \dots)$$

برای استفاده از این روش، ابتدا عملکردها از زیاد به کم ردیف شدند، سپس میانگین هندسی عناصر غذایی و نسبت لگاریتم طبیعی عناصر با روابط زیر محاسبه گردید.

(3)

$$G = (N \times P \times K \times \dots \times Rd)^{\frac{1}{a+1}}$$

(4)

$$Z_i = \log[x_i/g(x)]$$

واریانس، نسبت واریانس و تابع تجمعی نسبت واریانس برای گروه‌های عملکردی محاسبه گردید. سپس رابطه تابع تجمعی نسبت واریانس با عملکرد ترسیم - گردید. از طریق میانگین‌گیری از نقاط عطف منحنی‌ها، گروه‌های عملکردی کم‌وزیاد از هم تفکیک شدند. فرم بیان ( $Z_i$ ) در جامعه با عملکرد بالا بیانگر غلظت مطلوب بوده و به‌عنوان ارقام مرجع یا نرم‌های  $CND (Z_i^*)$  محسوب شدند (مطلبی فرد و همکاران، 1400). با استاندارد کردن غلظت هر عنصر غذایی گیاه مورد مطالعه با نرم‌های  $CND$ ، شاخص عناصر غذایی  $CND$  به دست آمد (معادله 8)، شاخص تعادل تغذیه‌ای  $CND (r^2)$  نیز با استفاده از معادله 9 محاسبه گردید.

(5)

$$I_{zi} = \frac{Z_i - Z_i^*}{SD_{Z_i^*}}$$

(6)

$$r^2 = I_N^2 + I_P^2 + I_K^2 + \dots + I_{Rd}^2$$

پس از برداشت محصول در مهرماه، عملکرد میوه اندازه‌گیری و نمونه‌های مرکب میوه از هر کرت آزمایشی تهیه و صفات کیفی اسیدیت قابل تیتراسیون و درصد مواد جامد محلول در آنها اندازه‌گیری شدند. برای اندازه‌گیری میزان مواد جامد محلول از عصاره صاف‌شده میوه‌ها و دستگاه رفرکتومتر دیجیتالی (مدل پال-1) استفاده شد. میزان تجمع مواد جامد محلول برحسب درصد (درجه بریکس) بیان شد. برای تعیین میزان اسیدیت قابل تیتراسیون میوه، از روش تیتراسیون با سود 0/1 نرمال

کودهای زیستی مورد استفاده در تیمار چهارم شامل مایه تلقیح قارچ‌های اندومیکورایزا آربسکولار به صورت مخلوط سه گونه گلوموس موسه، گلوموس اینترادیس و گلوموس اوتونیکاتوم<sup>1</sup> و مایه تلقیح تثبیت‌کننده نیتروژن شامل ترکیبی از باکتری‌های نیتروژنوباکتر کروکوکوم<sup>2</sup> و آزوسپیریلیوم لیپوفر<sup>3</sup> (سویه‌های تجاری ایران) با تعداد 108 سلول زنده در هر میلی‌لیتر مایه تلقیح مایع تولیدشده توسط موسسه تحقیقات خاک و آب بودند که همراه با سایر کودها در اسفند 1399 به صورت کانال کود در این تیمار مصرف شدند.

تمامی مراحل داشت شامل هرس، آبیاری، سم‌پاشی برعلیه سفیدک سطحی مو به‌طور یکسان در مورد تمامی کرت‌های آزمایشی اعمال گردید. نمونه‌های برگ کامل مقابل خوشه‌های انگور در اوایل تیرماه سال بعد (1400) نیز از هرکدام از کرت‌های آزمایشی تهیه و جهت اندازه‌گیری غلظت عناصر غذایی به آزمایشگاه منتقل شدند. در همان زمان نسبت به اندازه‌گیری شاخص کلروفیل برگ با استفاده از کلروفیل سنج اسپد-502 مینولتا در قسمت میانی پهنک 10 برگ مقابل خوشه در هرکدام از تیمارها اقدام شد.

تفسیر نتایج تجزیه برگ، با استفاده از اعداد مرجع تعریف‌شده به روش  $CND^4$ ، انجام گرفت (مطلبی فرد و همکاران، 1400). مبانی ریاضی و آماری این روش توسط پرنه و دافیر (1992) بیان شده است. ترکیبات بافت گیاهی حاوی عناصر غذایی ( $N, P, K \dots$ ) و یک بخش باقیمانده ( $Rd$ ) است. مجموع ترکیبات گیاهی بر مبنای عدد 100 است و مجموع نسبت لگاریتمی عناصر با احتساب ( $Rd$ ) مقدار باقیمانده ترکیبات برابر صفر خواهد بود.

(1)

$$(N + P + K + \dots + Rd = 100)$$

1. *G. mosseae, G. intraradice, G. etunicatum*

2. *Azotobacter chroococcum*

3. *Azospirillum lipoferum*

4.  $CND$ : Compositional Nutrient Diagnosis

معنی‌دار بوده و بر روی صفات غلظت عناصر نیتروژن، کلسیم و منیزیم تأثیر معنی‌داری نداشتند ( $p \leq 0.05$ ). اثر متقابل تیمار در تکرار بر روی صفات غلظت‌های منگنز و روی برگ به ترتیب کاملاً معنی‌دار و بر روی سایر صفات معنی‌دار نبود.

#### اثر تیمارها بر برخی ویژگی‌های کمی و کیفی انگور:

نتایج مربوط به مقایسه میانگین‌های اثر تیمارها بر عملکرد میوه، شاخص کلروفیل و برخی ویژگی‌های کیفی شامل اسیدیته قابل تیتراسیون و مواد جامد محلول در میوه انگور در شکل (1) و غلظت عناصر پر مصرف و کم مصرف برگ در جدول (6) نشان داده شده است.

مدیریت تغذیه‌ای باغ مطابق عرف باغدار در تیمار (2) هرچند باعث افزایش معنی‌دار عملکرد میوه به میزان 18/04 درصد نسبت به شاهد شد ولی، تأمین نیازهای غذایی به عناصر معدنی بر مبنای تفسیر نتایج تجزیه برگ در تیمار (3)، افزایش بیشتر عملکرد میوه را به میزان 2/27 کیلوگرم به ازای هر تاک در پی داشت. مدیریت تلفیقی تغذیه انگور در تیمار (4) با استفاده از منابع معدنی، آلی و زیستی نیز، عملکرد میوه را به میزان 4/04 کیلوگرم نسبت به تیمار عرف باغدار موجب شد (شکل 1). تغییرات عملکرد میوه تحت تأثیر تیمارهای کودی مبین این واقعیت است که هرچند مصرف کود بر مبنای تجربیات محلی باغداران در منطقه موجب بهبود تولید شده ولی، رعایت اصول مصرف بهینه کود بر مبنای تجزیه برگ، ضمن تأمین نیازهای محصول برای بهبود توازن تغذیه‌ای باغ، میزان تولید محصول را نیز افزایش داده است.

استفاده از منابع زیستی، معدنی و آلی در تأمین نیازهای محصول در تیمار (4)، افزایش بیشتر تولید محصول را در پی داشت. در این تیمار هیچ‌گونه کود نیتروژنی معدنی مصرف نشد (جدول 3). باین‌وجود، بیشترین افزایش عملکرد در تیمار (4) حاصل گردید.

استفاده شد و از روی میزان سود مصرفی مقدار اسیدیته قابل تیتراسیون بر اساس اسید تارتاریک محاسبه شد (مستوفی و نجفی، 2005).

قبل از انجام تجزیه واریانس، آزمون نرمال بودن داده‌های آزمایشی انجام شد. تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها برای صفات مورد مطالعه بر اساس آزمایش در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با استفاده از نرم‌افزار آماری SAS نسخه 9/2 انجام گرفت. مقایسه‌های میانگین تیمارها با استفاده از روش چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد انجام شد.

#### نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس اثر تیمارها بر صفات مورد مطالعه در جدول (5) ارائه شده است. بین مکان‌های آزمایش تفاوت کاملاً معنی‌داری از نظر غلظت عناصر نیتروژن، فسفر، پتاسیم، منگنز، روی، مس و بور برگ وجود داشت ( $p \leq 0.01$ ). تفاوت معنی‌داری هم در رابطه با غلظت کلسیم و منیزیم برگ مشاهده شد ولی، از نظر عملکرد میوه، شاخص کلروفیل، اسیدیته قابل تیتراسیون میوه، مواد جامد محلول و غلظت آهن برگ اختلافی بین مکان‌ها مشاهده نشد ( $p \leq 0.05$ ). این امر به احتمال زیاد به دلیل متفاوت بودن ویژگی‌های فیزیکی، شیمیایی و زیستی خاک و جنبه‌های مدیریتی باغ اعم از مسائل تغذیه‌ای و آبیاری بوده که قابلیت استفاده غلظت عناصر مذکور را تحت تأثیر قرار داده است. نتایج بررسی‌ها نشان داده است که ویژگی‌های خاک بر رشد انگور تأثیرگذار بوده و کمیت و کیفیت محصول با مدیریت مؤثر خاک می‌تواند به‌طور قابل توجهی بهبود یابد (ویلر و پیکرینگ، 2003).

اثر تیمارهای کودی بر صفات عملکرد میوه انگور، شاخص کلروفیل، اسیدیته قابل تیتراسیون میوه، درصد مواد جامد محلول در میوه و غلظت عناصر پتاسیم، آهن، روی، مس و بور برگ کاملاً معنی‌دار ( $p \leq 0.01$ )؛ ولی بر صفات غلظت عنصر فسفر در سطح احتمال پنج درصد



جدول 5- تجزیه واریانس برخی صفات مورد بررسی در انگور (ارومیه، 1400)

P	N	مواد جامد محلول	اسیدیته قابل تیتراسیون	شاخص کلروفیل	عملکرد میوه	درجه آزادی	منابع تغییر
0/097	2/24	6/14 <sup>ns</sup>	0/01 <sup>ns</sup>	49/35 <sup>ns</sup>	21/46 <sup>ns</sup>	4	مکان
0/011	0/12	2/13	0/02	35/13	11/12	10	خطا
0/007	0/19 <sup>ns</sup>	69/43 <sup>**</sup>	0/10 <sup>**</sup>	103/67 <sup>**</sup>	89/60 <sup>**</sup>	3	تیمار
0/002 <sup>ns</sup>	0/04 <sup>ns</sup>	3/07 <sup>ns</sup>	0/01 <sup>ns</sup>	7/34 <sup>ns</sup>	3/11 <sup>ns</sup>	12	تیمار×مکان
0/002	0/18	6/62	0/01	21/32	3/77	30	خطا
12/20	17/06	12/10	13/61	12/36	17/64	17/64	ضریب تغییرات

ادامه جدول 5

B	Cu	Zn	Mn	Fe	Mg	Ca	K	منابع تغییر
1087/20 <sup>**</sup>	55/86 <sup>**</sup>	200/51 <sup>**</sup>	1906/23 <sup>**</sup>	895/40 <sup>ns</sup>	0/045 <sup>*</sup>	0/53 <sup>*</sup>	0/69 <sup>**</sup>	مکان
61/90	6/50	21/88	111/58	430/50	0/01	0/12	0/11	خطا
243/70 <sup>*</sup>	147/65 <sup>**</sup>	828/03 <sup>**</sup>	346/89 <sup>**</sup>	3879/20 <sup>**</sup>	0/005 <sup>ns</sup>	0/27 <sup>ns</sup>	1/42 <sup>**</sup>	تیمار
16/40 <sup>ns</sup>	7/58 <sup>ns</sup>	21/70 <sup>*</sup>	146/91 <sup>**</sup>	640/11 <sup>ns</sup>	0/01 <sup>ns</sup>	0/13 <sup>ns</sup>	0/06 <sup>ns</sup>	تیمار×مکان
57/40	6/57	9/50	27/99	320/35	0/01	0/12	0/04	خطا
12/09	22/98	16/56	11/11	12/70	20/42	18/44	15/20	ضریب تغییرات

معنی دار در سطح احتمال پنج درصد، \* معنی دار در سطح احتمال یک درصد، <sup>ns</sup> غیر معنی دار

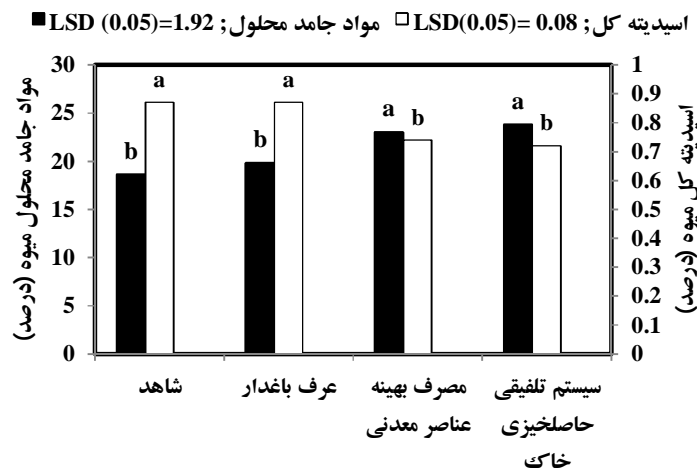
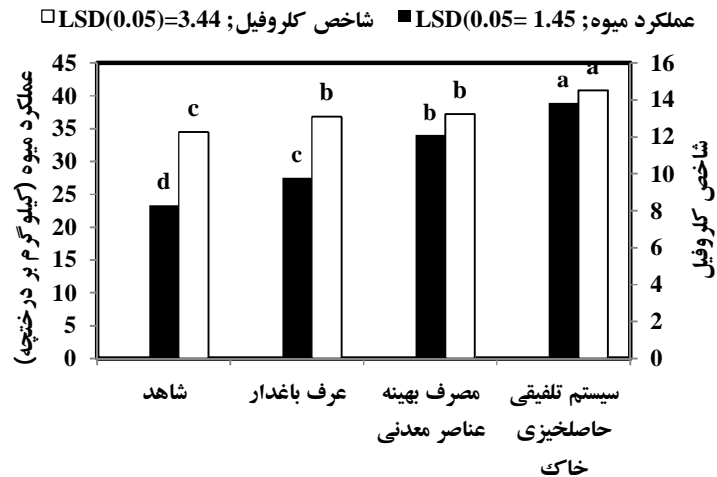
شاخص نسبت به شاهد افزایش نشان داد. تغییراتی معادل 10/99 و 9/69 درصد در تیمار مدیریت تلفیقی حاصلخیزی خاک نسبت به تیمارهای عرف باغدار و مصرف بهینه عناصر معدنی مشاهده شد که دلیلی بارز بر ارجحیت مدیریت تغذیه تلفیقی نسبت به مصرف کود بر مبنای عرف باغدار و مصرف بهینه عناصر معدنی را نشان می‌دهد. افزایش بیشتر شاخص کلروفیل برگ در تیمار (4) می‌تواند ناشی از برقراری همزیستی میکوریزی در این تیمار باشد. هاولین و همکاران (2022) گزارش کردند که با مصرف مایه تلقیح قارچ‌های میکوریزی، کلروفیل برگ انگور به‌طور معنی‌داری افزایش یافت.

اسیدیته قابل تیتراسیون میوه در تیمارهای (3) و (4)، کاهش زیادی را نسبت به شاهد و عرف باغدار نشان داد. رابطه عکسی نیز در ارتباط با درصد مواد جامد محلول میوه مشاهده شد (شکل 1). بدین مفهوم که در تیمارهای (3) و (4)، این صفت افزایش قابل‌توجهی نسبت به شاهد و عرف باغدار نشان داد. هرچند که معمولاً بین عملکرد کمی و کیفیت محصول رابطه عکسی وجود دارد ولی، نتایج این تحقیق بیانگر این واقعیت است که وجود ناهنجاری‌های تغذیه‌ای در تیمارهای شاهد و عرف باغدار، موجب عدم دستیابی به عملکرد کمی و

استفاده از منابع زیستی، معدنی و آلی در تأمین نیازهای محصول در تیمار (4)، افزایش بیشتر تولید محصول را در پی داشت. در این تیمار هیچ‌گونه کود نیتروژنی معدنی مصرف نشد (جدول 3). با این وجود، بیشترین افزایش عملکرد در تیمار (4) حاصل گردید.

چنین استنباط می‌گردد که مجموعه نیتروژن قابل جذب بومی خاک با مقدار موجود در کود حیوانی و نیتروژن حاصل از فعالیت باکتری‌های همیار تثبیت‌کننده نیتروژن، نیاز این محصول را به عنصر نیتروژن تأمین کرده است. این مطلب با نتایج مجیدی و دولتی (1398) مطابقت می‌نماید. بنابراین، چنین استنباط می‌گردد که مدیریت تلفیقی حاصلخیزی خاک مؤثرترین روش برای تأمین نیازهای غذایی محصول و حفظ تعادل تغذیه‌ای در باغات انگور منطقه تحت شرایط مشابه انجام این آزمایش باشد. نتایج مذکور با یافته‌های پاتیل و همکاران (2008)، اورتگا-بلو و همکاران (2016) و سیروانتا و همکاران (2020) مطابقت می‌نماید.

روند مشابهی نیز در ارتباط با شاخص کلروفیل مشاهده شد. این شاخص بیانگر میزان کلروفیل برگ بوده و بیشتر بودن مقدار آن در واقع به مفهوم کارایی بالاتر فتوسنتز است. در تمامی تیمارهای مصرف کودی این



#### تیمار

شکل 1- میانگین اثر تیمارها بر برخی ویژگی‌های کمی و کیفی انگور (ارومیه، 1400)

کم‌مصرف در انگور، 77/1 درصد افزایش عملکرد محصول را نسبت به شاهد در پی داشت. همچنین دریافتند در تیمارهایی که از عناصر کم‌مصرف استفاده شده بود در مقایسه با شاهد که فقط نیتروژن و فسفر دریافت کرده بودند، دارای میزان مواد جامد محلول بیشتری بوده که نشان‌دهنده تأثیر این عناصر بر روی یکی از صفات مهم کیفی میوه انگور است. همچنین نتایج این تحقیق، نتایج امان و همکاران (2008) را تأیید نمود. آنان دریافتند که مصرف توأم نیتروژن با اسید هیومیک و کود زیستی نیتروژن نه تنها موجب افزایش

کیفیت بهینه محصول گردیده و بنابراین در شرایطی که گیاه با ناهنجاری‌های تغذیه‌ای مواجه باشد، مدیریت بهینه تغذیه گیاه قادر است ضمن افزایش کمیت محصول، کیفیت آنرا نیز بهبود دهد. نتایج مذکور با نتایج آگاو (1984) مطابقت می‌نماید. نامبرده نشان داد که با مدیریت بهینه تغذیه گیاهی، عملکرد و کیفیت محصول انگور به‌طور همزمان بهبود یافت. کومار و باشان (1980) نیز دریافتند که مصرف متعادل عناصر ضمن افزایش عملکرد میوه موجب ارتقاء درصد آب انگور، مواد جامد محلول و کاهش اسیدیتته میوه گردید. شهابیان و همکاران (1376) بیان نمودند که مصرف متعادل عناصر پرمصرف و

بسیار حائز اهمیت است و نقش مهم کاربرد سیستم‌های میکوریزایی را در تغذیه انگور را نشان می‌دهد. بررسی‌ها نشان داده است پس از برقراری رابطه همزیستی بین قارچ و ریشه گیاه، تولید هورمون اکسین در سلول‌های ریشه بیشتر شده و این امر موجب افزایش چشمگیر حجم ریشه نسبت به شرایط غیر مایکوریزایی شده که موجب جذب بیشتر عناصر غذایی فسفر و کم‌مصرف شده و در نتیجه کارایی مصرف کود افزایش خواهد یافت (کریشنا و همکاران، 2005؛ اوزدمیر و همکاران، 2010؛ ولاسکوز و همکاران، 2020). نتایج تحقیق حاضر نشان داد که غلظت فسفر با مصرف قارچ میکوریزی تغییری نکرد زیرا، مقدار آن در تیمار (3) مشابه تیمار (4) بود (جدول 6). چنین استنباط می‌گردد که در شرایطی که حاصلخیزی خاک در رابطه با عرضه فسفر قابل‌جذب در شرایط بهینه‌ای باشد (جدول 3) همزیستی میکوریزی تأثیری بر جذب بیشتر فسفر توسط گیاه نداشته باشد. تحقیقات بیشتری در این زمینه مورد نیاز است.

غلظت بور در تیمار (4) نسبت به سایر تیمارها کاهش نشان داد. با توجه به بالا بودن غلظت بور در خاک‌های منطقه ناشی از سازندهای زمین‌شناسی و احتمال بروز مسمومیت آن در درختان میوه (مجیدی و ملکوتی، 1386)، کاهش غلظت این عنصر در برگ در تیمار (4) بسیار مهم بوده و به احتمال قوی متأثر از تأثیر کاهش غلظت بور در محلول خاک اطراف ریشه ناشی از افزایش احتمالی جذب سطحی توسط کلونیدهای آلی کود حیوانی (مجیدی و همکاران، 2010؛ شارما و همکاران، 2006) و یا همزیستی قارچ‌های میکوریزی با ریشه درختچه‌های انگور است. لازم به ذکر است که جذب میکوریزی بور هنوز به درستی شناخته نشده است. بررسی‌ها نشان داده که کربوهیدرات‌های قارچ‌های میکوریزی به ویژه ساکروز تمایل بالایی برای تشکیل کمپلکس با بور داشته و در نتیجه انتقال بور از قارچ همزیست به گیاه میزبان را تحت تأثیر قرار داده و کاهش می‌دهند (شیرین و همکاران، 2018).

27/01 درصدی عملکرد میوه شد بلکه، میزان مواد جامد محلول را از 17 به 18/7 درصد نیز افزایش داد.

### اثر تیمارها بر غلظت برخی عناصر پرمصرف و کم‌مصرف

اثر تیمارها بر غلظت عناصر پرمصرف نیتروژن، فسفر، پتاسیم، کلسیم و غلظت عناصر کم‌مصرف آهن، منگنز، روی و بور برگ در جدول 6 نشان داده شده است.

غلظت نیتروژن تحت تأثیر تیمارهای کودی قرار نگرفت. تیمار عرف باغدار به میزان 15/63 درصد غلظت فسفر را نسبت به تیمار شاهد افزایش داد. ولی، مقدار آن در تیمارهای (3) و (4) به میزان فقط 6/25 درصد افزایش نشان داد. غلظت پتاسیم برگ در تیمارهای (3) و (4) نیز به ترتیب به میزان 27/64 و 38/20 درصد بیشتر از تیمار عرف باغدار بود. افزایش غلظت عنصر با مقادیر مصرف پتاسیم در تیمارهای مذکور منطبق بود. هرچند تغییراتی در غلظت عناصر کلسیم و منیزیم مشاهده شد ولی، این تغییرات نمی‌تواند متأثر از اثرات تیمارهای کودی باشد زیرا، اثرات این تیمارها بر غلظت عناصر مذکور معنی‌دار نبوده است.

غلظت عناصر آهن، منگنز، روی و مس در تیمار عرف باغدار تفاوتی با تیمار شاهد نداشت. تفاوتی نیز از نظر غلظت عناصر آهن، منگنز و بور بین تیمارهای (2) و (3) مشاهده نشد. غلظت عنصر روی و مس با مصرف بهینه عناصر معدنی در تیمار (3) افزایش نشان دادند. همچنین در این تیمار غلظت بور در برگ به طور معنی‌داری نسبت به تیمار شاهد (1) کاهش یافت. تغییرات غلظت این عناصر تحت تأثیر تیمار (3) ممکن است ناشی از اثرات مثبت مصرف متعادل کود بر جذب آنها توسط ریشه گیاه باشد. تحقیقات بیشتری در این زمینه مورد نیاز است. ولی، مدیریت تلفیقی حاصلخیزی خاک در تیمار (4) موجب افزایش تمامی عناصر کم‌مصرف آهن، منگنز، روی، مس و کاهش غلظت بور (B) در برگ شد. افزایش غلظت این عناصر علیرغم عدم مصرف منابع معدنی آن در خاک

جدول 6- میانگین اثر تیمارها بر غلظت عناصر غذایی در برگ انگور (رومی، 1400)

ویژگی تیمار	عناصر غذایی									
	B	Cu	Zn	Mn	Fe	Mg	Ca	K	P	N
	(میلی گرم بر کیلوگرم)					(درصد)				
1†	67/74a	8/90c	13/24c	45/24ab	126/60b	0/46a	1/72a	1/03c	0/32b	2/33a
2	63/54b	8/47c	12/70c	43/70b	131/18b	0/47a	1/95a	1/23b	0/37a	2/59a
3	61/16bc	12/05b	19/88b	46/94ab	143/52ab	0/48a	1/94a	1/57a	0/34ab	2/48a
4	58/20c	15/21a	28/62a	54/54a	162/58a	0/50a	2/03a	1/70a	0/34ab	2/50a
LSD (P≤0.05)	3/22	2/19	3/71	9/64	20/13	0/06	0/28	0/19	0/04	0/32

† تیمارها: 1- شاهد، 2- عرف باغدار، 3- مصرف بهینه عناصر غذایی، 4- سیستم تلفیقی تغذیه گیاهی

(بیانگر توازن تغذیه‌ای) در تیمارهای مذکور روندی کاهشی داشت

(جدول 7). در روستای گوی تپه نیز پتاسیم در بین عناصر پرمصرف و روی در بین عناصر کم مصرف منفی ترین نشانه‌ها را در تیمار پایه به خود اختصاص دادند. با مصرف پتاسیم در تیمار عرف باغدار، شاخص پتاسیم افزایش ولی شاخص روی کاهش نشان داد. در تیمارهای (3) و (4)، هردو نشانه پتاسیم و روی نیز متناسب با افزایش عملکرد محصول افزایش و جمع جبری نشانه‌ها که مبین وضعیت تغذیه‌ای بود مشابه روستای لشنلو کاهش یافت. روند مشابهی نیز در روستای قزل عاشق و یورقانلو مشاهده شد و عناصر پتاسیم و روی منفی ترین نشانه‌ها را به خود اختصاص دادند و تحت تأثیر تیمارهای کودی مقادیر آنها افزایش یافته و تیمار مدیریت تلفیقی تغذیه گیاهی بیشترین نشانه‌های سیستم تشخیص چندگانه و عملکرد محصول را به خود اختصاص و کمترین شاخص تعادل تغذیه‌ای را نیز شامل شدند.

در روستای میاوق، غلظت پتاسیم خاک در محدوده 0-60 سانتیمتری در حدود 320 میلی گرم بر کیلوگرم بود. چنین استنباط می‌گردد که خاک از نظر پتاسیم قابل جذب خاک در شرایط بهینه‌ای قرار دارد زیرا نشانه‌های تشخیص چندگانه مثبت بوده هرچند با مصرف این عنصر در تیمارهای کودی افزایش نشان داد.

تفسیر نتایج تجزیه برگ با استفاده از اعداد مرجع تشخیص چندگانه نشان داد که در 71/4 درصد داده‌ها پتاسیم و کلسیم، 52/4 درصد داده‌ها منیزیم، 9/5 درصد داده‌ها نیتروژن و تنها در 4/8 درصد آنها عنصر فسفر شاخص تغذیه‌ای منفی بود. بنابراین، می‌توان نتیجه‌گیری کرد که ترتیب نیاز غذایی عناصر پرمصرف در باغ‌های انگور به صورت  $K=Ca>Mg>N>P$  بود. همچنین نتایج بیانگر این واقعیت بود که در 100 درصد داده‌ها کمبود آهن، 85/7 درصد دچار کمبود روی، 71/4 درصد دارای کمبود منگنز، 66/4 درصد مواجه کمبود مس و فقط در 9/5 درصد باغات مشکل کمبود بور بوده و بنابراین، ترتیب نیاز غذایی عناصر کم مصرف در مکان‌های اجرای تحقیق به صورت  $Fe>Zn>Mn>Cu>B$  برآورد شد.

در جدول (7) نشانه‌های سیستم تشخیص چندگانه و ترتیب نیاز غذایی متناسب با اثرات تیمارهای کودی در باغات مکان‌های اجرای تحقیق ارائه شده است. در تیمار پایه (شاهد) در لشنلو، پتاسیم در بین عناصر پرمصرف کوچکترین نشانه را دارا بوده و طبعاً محدودکننده‌ترین عنصر از میان عناصر پرمصرف است. با مصرف پتاسیم در تیمارهای (2)، (3) و (4) نشانه پتاسیم افزایش یافته است. روی نیز در بین عناصر کم مصرف منفی ترین نشانه را در تیمار پایه به خود اختصاص داده و با مصرف آن در تیمارهای (2) و (3)، مقدار شاخص آن افزایش نشان داد. افزایش نشانه‌های پتاسیم و روی با افزایش عملکرد محصول همراه بود و جمع نشانه‌ها

جدول 7- اثر تیمارها بر نشانه‌های سیستم تشخیص چندگانه (Ix) و توازن تغذیه‌ای (NBI) انگور محل‌های اجرای آزمایش (ارومیه، 1400)

عملکرد میوه (کیلوگرم/تاکی)	NBI	ترتیب نیاز غذایی	IB	IMn	IZn	ICu	IFe	ترتیب نیاز غذایی	IMg	ICa	IK	IP	IN	تیمار	مکان
5/43	32/6	Zn>Cu>Fe>Mn>B	1/75	-0/24	-2/28	-1/31	-0/71	K>Ca>Mg>N>P	0/33	-1/13	-1/14	3/01	2/58	شاهد	لشنلو
7/94	26/7	Zn>Fe>Cu>Mn>B	0/79	-0/58	-2/21	-1/08	-1/21	K>Ca>Mg>N>P	0/37	-0/17	-0/53	3/10	2/58	عرف باغدار	
10/52	8/6	Fe>Mn>Zn>B>Cu	0/33	-0/48	-0/42	0/44	-1/20	Ca>K>Mg>N>P	0/53	-0/75	-0/58	1/95	1/18	مصرف بهینه عناصر معدنی	
13/18	9/3	Fe>B=Mn>Zn>Cu	-0/37	-0/37	0/37	1/06	-1/19	Ca>K>Mg>N>P	0/43	-0/81	-0/44	1/66	0/86	مدیریت تلفیقی حاصلخیزی خاک	
8/31	43/1	Zn>Fe>Mn>Cu>B	2/13	-0/95	-2/74	0/50	-1/32	K>Ca>Mg>N>P	0/10	-0/70	-1/53	3/09	2/52	شاهد	گوی‌تپه
9/67	32/3	Zn>Cu>Fe>Mn>B	1/43	-0/46	-3/07	-1/12	-0/83	K>Mg>Ca>N>P	0/29	0/75	-1/25	2/97	2/17	عرف باغدار	
11/36	19/6	Zn>Fe>Mn>Cu>B	0/70	-0/40	-1/97	0/51	-1/45	Ca>K>Mg>N>P	-0/12	-0/49	-0/23	2/85	2/00	مصرف بهینه عناصر معدنی	
14/12	11/2	Zn>Fe>B>Mn>Cu	-0/10	0/07	-1/45	0/71	-0/68	Ca>K>Mg>N>P	-0/24	-0/81	-0/55	2/17	1/30	مدیریت تلفیقی حاصلخیزی خاک	
9/87	41/1	Zn>Cu>Fe>Mn>B	3/01	-0/99	-2/55	-1/66	-1/12	K>Ca>Mg>N>P	0/73	-0/43	-1/06	2/95	2/13	شاهد	قزل عاشق
8/13	35/8	Zn>Cu>Fe>Mn>B	2/42	-0/72	-2/23	-1/52	-1/08	K>Ca>Mg>N>P	0/26	-0/59	-1/05	3/14	2/62	عرف باغدار	
12/45	14/1	Zn>Mn>Fe>Cu>B	1/30	-0/91	-1/63	-0/17	-0/50	K>Ca>Mg>N>P	-0/06	-0/43	-0/50	2/30	1/63	مصرف بهینه عناصر معدنی	
13/55	9/9	Mn>Fe>Zn>B>Cu	0/58	-0/97	-0/50	0/97	-0/72	Mg>K>Ca>N>P	-0/57	-0/33	-0/39	2/08	1/17	مدیریت تلفیقی حاصلخیزی خاک	
10/41	25/6	Cu>Zn>Fe>Mn>B	2/66	1/59	-1/30	-1/42	-1/05	K>Mg>Ca>N>P	-0/30	0/23	-2/29	2/17	1/05	شاهد	یورقانلو
13/12	22/8	Zn>Fe>Mn>Cu>B	2/13	0/72	-2/13	1/25	-1/07	K>Mg>Ca>N>P	-0/72	-0/11	-1/61	2/41	1/08	عرف باغدار	
13/45	12/5	Fe>Cu>Zn>Mn>B	1/87	0/65	-0/72	-1/11	-1/29	Mg>Ca>K>N>P	-1/04	0/05	0/42	1/71	0/77	مصرف بهینه عناصر معدنی	
15/13	8/4	Fe>Cu>Mn>Zn>B	1/13	0/56	0/67	-0/57	-1/10	Mg>Ca>N>K>P	-0/93	-0/24	0/35	1/12	0/17	مدیریت تلفیقی حاصلخیزی خاک	
7/49	32/7	Cu>Zn>Fe>Mn>B	3/01	0/33	-1/44	-2/07	-0/57	N>P>Mg>K>Ca	0/11	0/88	0/83	-1/17	-0/65	شاهد	میاوق
10/15	28/2	Zn>Cu>Fe>Mn>B	2/10	-0/58	-2/36	-2/13	-0/99	Mg>Ca>N>P>K	0/02	0/45	1/51	1/18	0/94	عرف باغدار	
12/56	15/3	Cu>Fe>Mn>Zn>B	1/53	-0/41	0/58	-2/04	-0/56	P>N>Mg>Ca>K	0/23	0/30	1/51	0/03	0/10	مصرف بهینه عناصر معدنی	
13/22	6/6	Cu>Fe>Mn>Zn>B	0/55	-0/29	0/49	-0/79	-0/74	Ca>N>Mg>P>K	-0/81	-0/22	1/53	0/07	-0/29	مدیریت تلفیقی حاصلخیزی خاک	

مصرف عناصر غذایی در تاکستان‌ها با شناخت وضعیت تغذیه‌ای باغ بر مبنای تجزیه برگ و تفسیر آن با روش تشخیص چندگانه عناصر با هدف برقراری و حفظ توازن تغذیه‌ای درختچه‌های انگور به انجام برسد. استفاده همزمان و متناسب از کود زیستی باکتری‌های همیار تثبیت‌کننده نیتروژن، قارچ‌های همزیست اندومیکوریز آربسکولار همراه با کود حیوانی و منابع معدنی عناصر موردنیاز تحت شرایط مشابه انجام این تحقیق، سه رکن مهم تحقق تأثیر مدیریت بهینه تغذیه تاکستان‌ها برای بهبود کمی و کیفی محصول انگور است.

در این مکان، شاخص روی در تیمارهای پایه و عرف باغدار منفی ولی با مصرف روی در تیمارهای (3) و (4)، مقدار شاخص‌های روی افزایش و متناسب با افزایش عملکرد میوه تحت تأثیر تیمارهای کودی، جمع جبری قدر مطلق نشانه‌ها که بیانگر وضعیت تعادل تغذیه‌ای مشابه سایر مکان‌ها کاهش یافت.

به‌طورکلی، شاخص‌های تمامی عناصر مورد مطالعه تحت تأثیر تیمارهای کودی قرار گرفت. شاخص تعادل تغذیه‌ای (جمع جبری نشانه‌ها) در تمامی مکان‌های اجرای تحقیق هماهنگی کاملی با عملکرد میوه انگور داشت بطوریکه با کاهش جمع جبری قدر مطلق شاخص-ها، میزان عملکرد میوه افزایش یافت (جدول 8). بنابراین، نتایج مذکور بر مبنای سیستم تشخیص چندگانه بیانگر بهبود وضعیت توازن تغذیه‌ای باغات انگور با مصرف بهینه عناصر غذایی به‌ویژه در تیمار مدیریت تلفیقی حاصلخیزی خاک در این آزمایش شد.

به‌طورکلی، نتایج این تحقیق نشان داد که ناهنجاری‌های تغذیه‌ای یکی از مهم‌ترین عوامل محدودکننده تولید انگور سفید بی‌دانه در تاکستان‌های استان آذربایجان غربی است. تحقیق حاضر، اثربخشی مثبت مدیریت بهینه تغذیه بر روی بهبود وضعیت رشد انگور را نشان داد. هرچند که مصرف بهینه عناصر معدنی موجب بهبود وضعیت رشد و تولید در انگور شد ولی، بالاترین مقادیر شاخص‌های کمی و کیفی محصول با مدیریت تلفیقی حاصلخیزی خاک به دست آمد. نتایج این تحقیق به اثبات رساند که مصرف کودهای آلی و زیستی، شامل باکتری‌های همیار تثبیت‌کننده نیتروژن و قارچ‌های همزیست میکوریزی، نقش انکارناپذیری بر بهبود ویژگی‌های کمی و کیفی و ارتقاء توازن تغذیه‌ای انگور دارند. بنابراین، نتیجه‌گیری می‌شود که مدیریت تغذیه انگور بر مبنای سیستم تلفیقی تغذیه گیاهی یکی از مهم‌ترین فناوری‌ها برای حفظ تعادل تغذیه‌ای تاکستان‌ها و دستیابی به اهداف تولید پایدار محصول انگور تحت شرایط مشابه انجام این تحقیق بوده و ضروری است

## فهرست منابع:

1. احمدی، ک.، عباد زاده، ح.، حاتمی، ف.، حسین پور، ر. و ه. عبد شاه. 1399. آمارنامه کشاورزی سال 1398: محصولات باغبانی. معاونت برنامه‌ریزی و اقتصادی، مرکز فناوری اطلاعات و ارتباطات، وزارت جهاد کشاورزی. تهران، ایران.
2. امامی، ع. 1375. روش‌های تجزیه گیاه. جلد اول، موسسه تحقیقات خاک و آب، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، نشریه شماره 982. کرج، ایران.
3. داودی، م. ح.، ک. شهبازی، م. فیض اله زاده اردبیلی و ح. رضایی. 1394. روش‌های تجزیه کودهای آلی. چاپ اول، موسسه تحقیقات خاک و آب، کرج، ایران.
4. شهاییان، م.، ملکوتی، م. ج. و ع. طلایی. 1367. تعیین اثرات برخی عناصر غذایی اصلی و ریزمغذی‌ها در بهبود کیفی و کمی انگور در قزوین. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران.
5. علی احيائي، م. 1376. شرح روش‌های تجزیه شیمیائی خاک. جلد دوم، موسسه تحقیقات خاک و آب، نشریه شماره 1024. تهران، ایران.
6. مجیدی، ع.، و ح. دولتی بانه. 1398. تأثیر کودهای آلی، زیستی و شیمیایی نیتروژن بر برخی ویژگی‌های کمی و کیفی انگور سفید بی‌دانه. مجله علوم باغبانی ایران. 50 (4): 947-957.
7. مجیدی، ع. و م. ج. ملکوتی. 1386. بررسی مسمومیت بور (B) در باغ‌های میوه حاشیه دریاچه ارومیه. نشریه فنی شماره 002، انتشارات سنا، گروه خاکشناسی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران.
8. مطلبی فرد، ر.، مجیدی، ع. و طاهری، م. 1400. شناخت وضعیت تغذیه‌ای باغات انگور. گزارش نهائی، موسسه تحقیقات خاک و آب، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران.
9. Agaev, N. 1984. Effect of microelements on grapevine yield and quality. Sadvodstvo, Vinogradarstvo I Vinodelie Moldavii. 8: 41-42.
10. Amiri, M. E., and E. Fallahi. 2007. Influence of mineral nutrients on growth, yield, berry quality, and petiole mineral nutrient concentrations of table grape. J. Plant Nutri. 30: 463-470.
11. Calleja-Cervantes, M. E., Menéndez, S., Fernández-González, A. J., Irigoyen, I., Cibriain-Sabalza, J., Toro, N., Aparicio-Tejo, P. M., and M. Fernández-López. 2015. Changes in soil nutrient content and bacterial community after 12 years of organic amendment application to a vineyard. Euro. J. Soil Sci. 66: 802-812.
12. Eman, A., El-Monem, A., Saleh, M., and E. Mostafa. 2008. Minimizing the quantity of mineral nitrogen fertilizers on grapevine by using humic acid, organic and biofertilizers. Res. J. Agri. Bio. Sci. 4: 46-50.
13. Gadisa, N. 2020. Integrated nutrient management for enhancing and sustaining soil fertility and crop productivity in Ethiopia. J. Nat. Sci. Res. 11: 9-20.
14. Gaiotti, F., Marcuzzo, P., Belfiore, N., Lovat, L., Fornasier, F., and D. Tomasi. 2017. Influence of compost addition on soil properties, root growth and vine performances of *Vitis vinifera* cv Cabernet sauvignon. Sci. Hortic. 225: 88-95.
15. Ganeshamurthy, A., Kalaivanan, D., Selvakumar, G., and P. Panneerselvam. 2015. Nutrient management in horticultural crops. Indian J. Fert. 11: 30-42.
16. Hazelton, P., and B. Murphy. 2007. Interpreting Soil Test Results [OP]: What Do All the Numbers Mean? . 2<sup>nd</sup> Ed. CSIRO Publishing, Australia.
17. Holland, T. C., Hart, M. M., Bogdanoff, C., and P. Bowen. 2018. Response of Grapevine Rootstocks to Soil Inocula from Different Sources. Am. J. Enol. Vitic. 69: 94-100.

18. Horneck, D. A., Sullivan, D. M., Owen, J. S., and J. M. Hart. 2011. Soil Test Interpretation Guide. Oregon State University, Extension Service. Available at: file:///C:/Users/AZMAJ\_~1/AppData/Local/Temp/ec1478.pdf.
19. Jones Jr, J. B. 1985. Soil testing and plant analysis: guides to the fertilization of horticultural crops. *Hortic. Rev.* 7: 1-68.
20. Krishna, H., Singh, S., Sharma, R., Khawale, R., Grover, M., and V. Patel. 2005. Biochemical changes in micropropagated grape (*Vitis vinifera* L.) plantlets due to arbuscular-mycorrhizal fungi (AMF) inoculation during ex vitro acclimatization. *Sci. Hortic.* 106: 554-567.
21. Kumar, P. S., Geetha, S. A., Savithri, P., Mahendran, P., and K. Ragunath. 2003. Evaluation of DRIS and CND indexes for effective nutrient management in Muscat grapevines (*Vitis vinefera*). *J. Applied Hortic.* 5: 76-80.
22. López-García, Á., Jurado-Rivera, J. A., Bota, J., Cifre, J., and E. Baraza. 2020. Space and Vine Cultivar Interact to Determine the Arbuscular Mycorrhizal Fungal Community Composition. *J. Fungi.* 6: 317.
23. Lu, S., Yan, Z., Chen, Q., and F. Zhang. 2012. Evaluation of conventional nitrogen and phosphorus fertilization and potential environmental risk in intensive orchards of north China. *J. Plant Nutr.* 35: 1509-1525.
24. Majidi, A., Rahnemaie, R., Hassani, A., and M.J. Malakouti. 2010. Adsorption and desorption processes of boron in calcareous soils. *Chemosphere* 80: 733-739.
25. Mostofi, Y., and F. Najafi. 2005. Analytical laboratory methods in horticulture. Tehran University Press, Tehran, Iran. (In Farsi)
26. Ortega-Blu, R., Martinez, M., and P. A. Ospina. 2016. Effects of the integrated nutrient management on soil properties in table grape 'Crimson Seedless' during establishment. *Acta Hortic.* 1146: 121-128.
27. Ozdemir, G., Akpinar, C., Sabir, A., Bilir, H., Tangolar, S., and I. Ortas. 2010. Effect of inoculation with mycorrhizal fungi on growth and nutrient uptake of grapevine genotypes (*Vitis spp.*). *Eur. J. Hortic. Sci.* 75: 103-110.
28. Parent, L.E., and M. Dafir. 1992. A theoretical concept of compositional nutrient diagnosis. *J. Am. Soc. Hort. Sci.* 117: 239-242.
29. Patil, D. R., Sulikeri, G. S., Patil, H. B., and R. A. Balikai. 2008. Studies on the integrated nutrient management in Thompson Seedless grapes. pp. 383-388. International Society for Horticultural Science (ISHS), Leuven, Belgium.
30. Roy, R.N. 1995. FAO soil fertility and integrated plant nutrition management programmes. International Atomic Energy Agency (IAEA): IAEA.
31. Sharma, K., Srivastava, P., Srivastava, P., and Singh, V. 2006. Effect of farmyard manure application on boron adsorption-desorption characteristics of some soils. *Chemosphere* 65: 769-777.
32. Shireen, F., Nawaz, M. A., Chen, C., Zhang, Q., Zheng, Z., Sohail, H., Sun, J., Cao, H., Huang, Y., and Z. Bie. 2018. Boron: functions and approaches to enhance its availability in plants for sustainable agriculture. *Int. J. Mol. Sci.* 19: 1856-1876.
33. Soil Survey Staff. 2014. Keys to Soil Taxonomy . 12 th Ed. USDA-Natural Resources Conservation Service, Washington, DC.
34. Srivastava, A., Wu, Q.-S., Mousavi, S. M., and D. Hota. 2021. Integrated Soil Fertility Management in Fruit Crops: An Overview. *Int. J. Fruit Sci.* 21: 413-439.
35. Velásquez, A., Vega-Celedón, P., Fiaschi, G., Agnolucci, M., Avio, L., Giovannetti, M., D'Onofrio, C., and M. Seeger. 2020. Responses of *Vitis vinifera* cv. Cabernet Sauvignon roots to the arbuscular mycorrhizal fungus *Funneliformis mosseae* and the plant growth-promoting rhizobacterium *Ensifer meliloti* include changes in volatile organic compounds. *Mycorrhiza.* 30: 161-170.



36. Wheeler, S., and Pickering, G. 2003. Optimizing grape quality through soil management practices. *J. Food Agric. Environ.* 1: 190-197.
37. Wilson, S. G., Lambert, J.-J., and R. Dahlgren. 2021. Compost Application to Degraded Vineyard Soils: Effect on Soil Chemistry, Fertility, and Vine Performance. *Am. J. Enol. Vitic.* 72: 85-93.
38. Wu, W., and Ma, B. 2015. Integrated nutrient management (INM) for sustaining crop productivity and reducing environmental impact: A review. *Sci. Total Environ.* 512: 415-427.
39. Zhang, H., Lal, R., Zhao, X., Xue, J.-F., and F. Chen. 2014. Opportunities and Challenges of Soil Carbon Sequestration by Conservation Agriculture in China. *Adv. Agron.* 124: 1-36.

## Effect of Integrated Soil Fertility Management on Some Quantitative and Qualitative Characteristics and Nutritional Balance of Thompson Seedless Grape

A. Majidi<sup>1</sup>, R. Motalebifard, and H. Azizi

Associate Professor, Soil and Water Research Dept., West Azerbaijan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Urmia, Iran; E-mail: Az.majidi89@gmail.com

Assistant Professor, Soil and Water Research Dept., East Azerbaijan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, (AREEO), Tabriz, Iran; E-mail: motalebifard@gmail.com

Assistant Professor, Soil and Water Research Dept., West Azerbaijan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, (AREEO), Urmia, Iran; E-mail: hosseinazizi48@yahoo.com

Received: January, 2022, and Accepted: May, 2022

### Abstract

To evaluate the effect of integrated soil fertility management (ISFM) on growth and nutritional balance of Thompson Seedless grape (*Vitis vinifera* L.), an experiment was conducted in a randomized complete block design including four treatments with three replications at Urmia, Iran, during 2020 and 2021 seasons. Treatments included T<sub>1</sub>= check (no fertilization), T<sub>2</sub>= farmers' conventional fertilization, T<sub>3</sub>=optimum fertilization of mineral nutrients (30-80 g Urea, 80-100 g potassium sulfate and 50 g zinc sulfate/vine depending on the location) and T<sub>4</sub>= ISFM (200 ml N fixer bacteria inoculant, 300 g mycorrhizal fungal, 80-100 g potassium sulfate, 15-35 g zinc sulfate, 500 g manure/vine, depending on the location). Results indicated no significant difference among the study sites in terms of cluster weight, chlorophyll index, titratable acidity (TA) and total soluble solids (TSS) of fruits, but a significant difference was observed between macro- and micronutrients, except for iron (Fe). The cluster weight was increased in all fertilized treatments compared to the check ( $p \leq 0.05$ ). Grapes increase in T<sub>3</sub> and T<sub>4</sub> compared to T<sub>2</sub> was 2.27 and 4.04 kg/vine, respectively. The leaf chlorophyll index increased in T<sub>4</sub> by 10.99% and 9.69%, respectively, compared to T<sub>2</sub> and T<sub>3</sub>. TA showed a significant decrease in T<sub>4</sub> compared to T<sub>1</sub> by 16.09% ( $p \leq 0.05$ ). However, TSS accumulation showed the highest value in the T<sub>4</sub> ( $p \leq 0.05$ ). There was no significant difference between T<sub>3</sub> and T<sub>4</sub> in terms of these two qualitative characteristics. Evaluation of nutritional status using compositional nutrient diagnosis (CND) norms in control treatments indicated that, on average, the order of nutritional requirements of macro- and micronutrients were K=Ca>Mg>N>P and Fe>Zn>Mn>Cu>B, respectively. The lowest nutrient balance index (9.02) was obtained in the T<sub>4</sub> and the highest value was observed in T<sub>1</sub> treatment (35.02). In general, it is concluded that due to the significant increase in quantitative and qualitative factors of grape yield with ISFM, this technology was the best for balanced fertilization program and optimum fruit production in vineyards.

**Keywords:** *Vitis vinifera* L, Grape yield, Grape quality, Optimum fertilization, Soil health

<sup>1</sup> Corresponding author: Soil and Water Research Dept., West Azerbaijan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Urmia, Iran.