

ارزیابی وضعیت تغذیه ای هندوانه (*Citrullus vulgaris*) با روش انحراف از درصد بهینه (DOP) در منطقه پلدشت استان آذربایجان غربی

سید جواد قریشی^۱، ابراهیم سپهر^{۲*}، عباس صمدی^۳

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۰۴/۱۲ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۵/۱۰/۰۴)

چکیده

روش انحراف از درصد بهینه (DOP) یکی از روش‌های مهم در تفسیر نتایج تجزیه گیاه و نیازهای غذایی در محصولات زراعی و باغی می‌باشد. به منظور ارزیابی وضعیت تغذیه‌ای و تعیین اعداد مرجع در هندوانه به روش انحراف از درصد بهینه، نمونه‌های برگ از ۱۵۰ مزرعه هندوانه در استان آذربایجان غربی جمع‌آوری و غلظت‌های عناصر غذایی (B, Cu, Mn, Zn, Fe, Mg, Ca,) (K, P, N) تعیین شدند. بر اساس روش شارما، مزارع به دو گروه عملکرد بالا (تن در هکتار $\geq 40/5$) که شامل ۷۷ درصد از مزارع و عملکرد پایین (تن در هکتار $\leq 40/5$) شامل ۲۳ درصد از مزارع تقسیم‌بندی شدند و نرم‌های DOP به روش استاندارد DOP محاسبه شدند. غلظت مطلوب در برگ برای عناصر نیتروژن، فسفر، پتاسیم، کلسیم، منیزیم به ترتیب ۲/۸، ۰/۲۵، ۲/۴، ۱/۸۵، ۰/۴۷ درصد و برای عناصر آهن، منگنز، روی، مس، بور به ترتیب ۱۰۶، ۸۳، ۴۵، ۱۵، ۲۷ میلی‌گرم بر کیلوگرم به دست آمد. نتایج نشان داد در بین عناصر پرمصرف نیتروژن و پتاسیم به ترتیب در ۹۵ درصد و ۹۳ درصد مزارع دارای شاخص منفی و در بین عناصر کم‌مصرف روی و آهن با ۸۴ درصد و ۷۲ درصد بیشترین شاخص منفی را داشتند. ترتیب نیاز غذایی بر اساس شاخص انحراف از درصد بهینه در مزارع هندوانه مطالعه شده برای عناصر کم‌مصرف به ترتیب $N > K > P > Ca > Mg$ و برای عناصر کم‌مصرف بصورت $Zn > Fe > B > Cu > Mn$ به دست آمد. شاخص تعادل غذایی (NBI) محاسبه شده برای مزارع، نشان‌دهنده نداشتن تعادل نسبی بین عناصر غذایی جذب شده به وسیله هندوانه می‌باشد و بیانگر نداشتن مدیریت صحیح و کوددهی نامتعادل در این مزارع می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: هندوانه، انحراف از درصد بهینه، تعادل تغذیه‌ای، تجزیه گیاه

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد گروه علوم خاک دانشکده کشاورزی دانشگاه ارومیه

۲- دانشیار گروه علوم خاک، دانشکده کشاورزی دانشگاه ارومیه (مکاتبه‌کننده)

۳- استاد گروه علوم خاک، دانشکده کشاورزی دانشگاه ارومیه

*پست الکترونیک: e.sepehr@urmia.ac.ir

مقدمه

هندوانه یکی از محصولات غالب در شمال غرب کشور و به ویژه در دشت شیبلوی پلدشت می باشد که سطح زیر کشت این محصول در منطقه حدود ۷۰۰ هکتار بوده و به طور میانگین میزان برداشت محصول در منطقه هندوانه کاری ۴۰ تن در هکتار می باشد، در سال های اخیر کاهش کمی و کیفی چشمگیری برای این محصول گزارش شده است که یکی از علل عمده در کاهش عملکرد و کیفیت محصولات کشاورزی را می توان به عدم مصرف متعادل کود و به عبارتی دیگر، تغذیه نامطلوب مزارع ارتباط داد (Malakouti & Tabatabaei, 2001). بنابراین باید وضعیت و ناهنجاری های مزارع و عوامل مؤثر در جذب و مصرف مفید عناصر غذایی شناسایی شده و با توجه به نتایج حاصله نسبت به توصیه مقادیر و منابع مناسب کودهای شیمیایی و زمان مصرف آن ها اقدام نمود. شناسایی موارد ذکر شده در مدیریت مواد غذایی به منظور افزایش رشد گیاهان، تولید و بهبود و کیفیت ضروری و اجتناب ناپذیر است (Taheri & Malakouti, 2000; Malakouti & Tabatabaei, 2001). مصرف بهینه کود و رعایت تناسب بین عناصر غذایی در افزایش کمی و کیفی محصول اهمیت زیادی دارد. برای تعیین نیاز گیاه به عناصر غذایی از روش های مختلفی از جمله مشاهده علائم کمبود، آزمون خاک و تجزیه گیاه می توان استفاده نمود (Malakouti *et al.*, 2008).

از آنجا که برگ اصلی ترین و مهم ترین محل متابولیسم گیاه است و غلظت عناصر غذایی در برگ در مراحل خاصی از رشد و تکامل گیاه، همبستگی خوبی با عملکرد گیاه دارد (Taheri, 2009; Taheri & Malakouti, 2000)، بنابراین تجزیه برگ و تفسیر نتایج حاصله، به شرطی که بر اساس روش های استاندارد انجام شود، می تواند اطلاعات خوبی از وضعیت تغذیه گیاه فراهم کرده و برای توصیه کودی مناسب مورد استفاده قرار گیرد. از طرفی وجود تعادل بین عناصر غذایی مزارع هندوانه عامل مهمی در افزایش عملکرد و بهبود کیفیت محصول می باشد. کارآیی تجزیه گیاه، علاوه بر رعایت دقیق زمان نمونه برداری و استاندارد بودن روش های تجزیه، به تفسیر نتایج به دست آمده از تجزیه نیز بستگی دارد (Montanes *et al.*, 1993).

غلظت بحرانی^۱، حد کفایت^۲ و دریس^۳ از روش های عمده تفسیر نتایج به دست آمده از تجزیه گیاه می باشند. در روش های متداول تجزیه و تحلیل نتایج تجزیه گیاه یعنی روش های نقطه بحرانی و دامنه کفایت صرفاً حد کمبود یا سمیت برای هر عنصر به طور جداگانه تعیین شده، لیکن تعادل بین عناصر غذایی که اهمیت آن در تغذیه گیاهان به اثبات رسیده است با این روش ها ارزیابی نمی شوند (Sumner, 1990).

در روش شاخص انحراف از درصد بهینه (DOP) به جای استفاده از غلظت مطلق عناصر غذایی از روابط میان غلظت عنصر و مقدار استاندارد (مقدار مرجع) آن استفاده می شود. در این روش، از شاخصی استفاده می گردد که نشان دهنده وضعیت تغذیه ای درخت و کمبود و یا زیادی عناصر غذایی در گیاه است و بر اساس این شاخص نیاز به عناصر غذایی برای گیاه اولویت بندی می شود. عنصر غذایی با شاخص DOP کمتر نشان دهنده نیاز بیشتر نسبت به سایر عناصر غذایی خواهد بود. شاخص کل تعادل تغذیه ای از مجموع مقادیر مطلق شاخص های انحراف از درصد بهینه به دست می آید. مقادیر بالای شاخص کل تعادل تغذیه ای بیانگر عدم تعادل تغذیه ای بیشتر در گیاه خواهد بود (Samadi & Majidi, 2011).

در آزمایشی ثوابی و همکاران (Savaghebi & Malakouti, 2000)، غلظت مرجع در برگ پرچم گندم را برای عناصر نیتروژن، فسفر، پتاسیم، کلسیم و منیزیم به ترتیب برابر ۳/۰۲، ۰/۳۰، ۲/۵۰، ۰/۴۴ و ۰/۳۳ درصد و برای آهن، منگنز، روی و مس به ترتیب ۶۷، ۵۷، ۴۲ و ۱۰ میلی گرم در کیلوگرم تعیین نمودند. در این بررسی شاخص پتاسیم کمترین مقدار و عنصر نیتروژن بالاترین شاخص انحراف از درصد بهینه را به خود اختصاص دادند. در پژوهش دیگر، تدین نژاد (Tadayon nejhada, 2006) به منظور ارزیابی وضعیت تغذیه ای بر اساس روش DOP، در گلخانه های تولید خیار در اصفهان، ملاحظه گردید که تفاوت های زیادی در گلخانه های مورد نظر از نظر وضعیت تغذیه ای وجود داشت که علت آن را تفاوت در دانش گلخانه داران و مقدار اطلاعات آن ها از کشت محصول خیار در گلخانه ذکر گردید. در مطالعه ای، میران و صمدی

1- Critical Nutrient Concentration (CNC)

2 - Sufficiency Range Approach (SRA)

3- Diagnostic Recommendation Integrated System (DRIS)

متوسط سالیانه ۱۶۵ میلی‌متر می‌باشد (سایت جهاد کشاورزی پلدشت)

تجزیه های برگ

نمونه‌های برگ در آزمایشگاه ابتدا با آب معمولی و سپس با آب مقطر شسته شدند. سپس نمونه‌ها در دمای ۵۵ تا ۶۰ درجه سلسیوس در آون، قرار داده شدند تا خشک گردند. نمونه‌های خشک شده کاملاً پودر و از الک ۰/۵ میلی‌متری عبور داده شدند. نمونه‌های آماده شده در ظروف درب‌دار تمیز ریخته و شماره‌گذاری و برای تجزیه شیمیایی نگهداری گردیدند. سپس غلظت عناصر پرمصرف و کم‌مصرف با استفاده از روش‌های استاندارد آزمایشگاهی اندازه‌گیری شد. برای تهیه عصاره به‌منظور اندازه‌گیری غلظت عناصر پرمصرف نیتروژن، فسفر، پتاسیم، کلسیم و منیزیم از روش هضم تر (White & Broadley, 2004) و عناصر کم‌مصرف منگنز، مس، روی و بور از روش هضم خشک (White & Broadley, 2004) استفاده شد. پس از تهیه عصاره، نیتروژن با روش کج‌لدال، فسفر با روش رنگ‌سنجی، غلظت پتاسیم با روش نورسنجی شعله‌ای و عناصر کم‌مصرف با استفاده از دستگاه جذب اتمی اندازه‌گیری شدند (Emami, 1980).

تعیین عملکرد مزارع و گروه‌بندی مزارع هندوانه

در زمان برداشت محصول، عملکرد تک تک مزارع اندازه‌گیری و یادداشت شد. مزارع مورد مطالعه با استفاده از روش شارما و همکاران (Sharma et al, 2005) به دو گروه با عملکرد نسبی زیاد و عملکرد کم تقسیم‌بندی شدند. مزارع با عملکرد کمتر از رابطه ۱ در گروه مزارع با عملکرد کم قرار گرفتند و مزارع با عملکرد بیشتر از رابطه ۲ در گروه مزارع با عملکرد نسبی زیاد قرار گرفتند.

$$(1) \text{ انحراف معیار - میانگین عملکرد} \leq \text{عملکرد کم}$$

(۲) انحراف معیار + میانگین عملکرد \geq عملکرد زیاد
برای تعیین شاخص انحراف از درصد بهینه هر عنصر در مزارع با عملکرد کم، از معادله ۳ استفاده گردید (Montanes et al., 1993):

$$DOP = [C*100/C_{ref}] - 100 \quad (3)$$

که در آن، C: غلظت عنصر غذایی در نمونه مورد بررسی و C_{ref} : غلظت بهینه عنصر غذایی (عدد مرجع)

(Miran & Samadi, 2013) میانگین مقدار عناصر غذایی چغندر قند در جامعه با عملکرد بالا را برای عناصر پرمصرف نیتروژن، فسفر، پتاسیم، کلسیم و منیزیم به ترتیب ۴/۲، ۰/۳۴، ۲/۷، ۱/۱، ۰/۲۷ درصد و برای عناصر غذایی کم-مصرف بور، مس، منگنز، روی و آهن به ترتیب ۱۵، ۱۲، ۹۰، ۱۵ و ۹۶ میلی‌گرم بر کیلوگرم به‌دست آوردند. بر اساس شاخص‌های انحراف از درصد بهینه، در بین عناصر پرمصرف فسفر و نیتروژن به‌عنوان منفی‌ترین شاخص‌ها و در بین عناصر کم‌مصرف مس و روی دارای منفی‌ترین شاخص بودند. در پژوهشی که با استفاده از روش‌های انحراف از درصد بهینه و دریس برای ارزیابی وضعیت تغذیه‌ای درختان هلو انجام شد، نتایج مشابهی برای گروه‌بندی عناصر از هر دو روش به‌دست آمد (Monge et al., 1995). سویرگین (Soyergin et al., 2002) در ترکیه با بررسی وضعیت تغذیه‌ای در باغ‌های زیتون با روش DOP، عدم تعادل عناصر غذایی در باغ‌های زیتون و کمبود پتاسیم و روی را گزارش نموده است. در پژوهش‌های دیگر با استفاده از روش DOP محصولات مختلفی مورد بررسی قرار گرفته‌اند که می‌توان به باغات سیب (Xu et al., 2015)، گیلان (Jimenez et al, 2007) و کاج (Salih & Anderson, 1999) اشاره کرد.

هدف از این پژوهش، بررسی وضعیت تعادل بین عناصر غذایی هندوانه در مزارع منطقه پلدشت، تشخیص کمبود عناصر غذایی و تعیین ترتیب نیاز به آن‌ها با استفاده از شاخص انحراف از درصد بهینه بود.

مواد و روش‌ها

نمونه‌برداری گیاه

تعداد ۱۵۰ نمونه گیاهی از ۱۵۰ مزرعه هندوانه‌کاری زارعین به‌منظور ایجاد بانک اطلاعاتی تهیه گردید. نمونه‌ها از برگ کامل جوان از مزارعی که در مرحله گلدهی قرار داشتند و از بوته‌های بالغ کاملاً باز شده (برگ کامل جوان) جمع‌آوری شدند، از هر مزرعه یک نمونه مرکب (شامل ۵ نمونه فرعی) تهیه گردید. منطقه مورد مطالعه از نظر موقعیت جغرافیایی با ارتفاع ۷۸۵ تا ۸۲۰ متر در طول جغرافیایی ۴۵ درجه و ۴ دقیقه تا ۴۵ درجه ۱۸ دقیقه و عرض شمالی ۳۹ درجه و ۶ دقیقه تا ۳۹ درجه ۲۰ دقیقه واقع می‌باشد. منطقه مورد مطالعه از نظر وضعیت خاکشناسی دارای بافت لوم تا لوم‌شنی و دارای بارندگی

۴۰/۵ تن در هکتار و در عملکرد پایین ۲۹/۶ تن در هکتار بود که این تفاوت از لحاظ آماری معنی دار بود ($P \leq 0.01$) و می توانست معیار خوب و قابل اعتمادی برای ارزیابی این محصول باشد. نتایج تجزیه واریانس و محاسبات آماری عناصر موجود در برگ در مزارع با عملکرد زیاد و کم به ترتیب در جدول های ۱ و ۲ نشان داده شده است، به طوری که ملاحظه می شود میانگین غلظت عناصر غذایی N, K, Fe, Zn در مزارع با عملکرد کم از میانگین غلظت عناصر غذایی در مزارع عملکرد بالا کمتر است که این تفاوت از لحاظ آماری در سطح احتمال ۱ درصد معنی دار بود (شکل های ۱ و ۲). از میانگین غلظت عناصر غذایی در جدول ۱ به عنوان ارقام مرجع (استاندارد) استفاده گردید و برای تعیین شاخص درصد انحراف از بهینه (DOP) مورد استفاده قرار گرفت (Samadi & Majidi, 2011). شاخص های انحراف از درصد بهینه و ترتیب نیاز غذایی مزارع هندوانه در جدول ۳ آورده شده است که شاخص ها به صورت اعداد مثبت، منفی و یا صفر هستند، عدد صفر وضعیت بهینه، عدد مثبت بیش بود و عدد منفی کمبود آن عنصر را نشان می دهد.

میانگین غلظت هر عنصر غذایی در نمونه های مزارع با عملکرد نسبی زیاد به عنوان عدد مرجع برای محاسبه شاخص انحراف از درصد بهینه استفاده شد. با استفاده از شاخص های محاسبه شده، ترتیب نیاز غذایی مزارع به عناصر غذایی مختلف تعیین و عناصر غذایی محدودکننده (منفی ترین شاخص) عملکرد، مشخص شدند. جمع قدر مطلق شاخص های انحراف از درصد بهینه (رابطه ۴) برای مزارع با عملکرد کم محاسبه شد، تا مقدار انحراف از حالت تعادل تغذیه ای در آن ها مشخص گردد.

$$DOP = |I_A| + |I_B| + \dots + |I_n| \quad (4)$$

که در آن، $\sum DOP$: جمع قدر مطلق شاخص های انحراف از درصد بهینه و شاخص A, B و... شاخص انحراف از درصد بهینه برای هر عنصر است. محاسبه مقدار رابطه ها با استفاده از نرم افزار اکسل انجام شد.

نتایج و بحث

از ۱۵۰ مزرعه مورد مطالعه ۳۳ مزرعه در گروه با عملکرد نسبی زیاد و ۱۱۷ مزرعه در گروه با عملکرد کم قرار گرفتند. میانگین عملکرد محصول در مزارع با عملکرد بالا

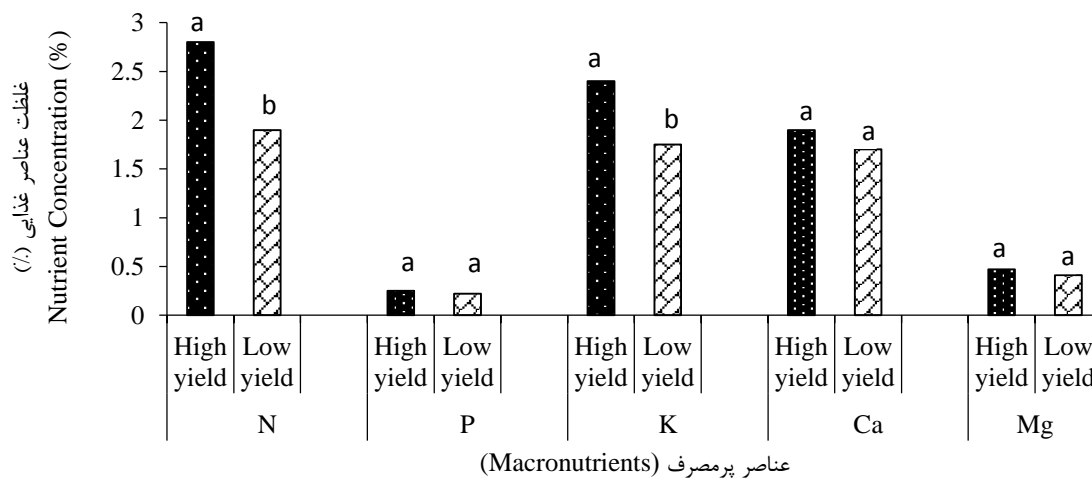
جدول ۱- میانگین، انحراف معیار، ضریب تغییرات، بیشینه و کمینه غلظت عناصر غذایی در برگ درختان هندوانه با عملکرد نسبی بالا
Table 1. Summary statistics of watermelon yield and leaf nutrient concentration data for high-yielding fields

متغیر Variable	میانگین Mean	ضریب تغییرات CV (%)	بیشینه Max	کمینه Min	انحراف معیار SD
Yield (t.ha ⁻¹)	40.5	4	44	38	1.77
N (%)	2.8	15.10	4.03	2.01	0.42
P (%)	0.25	30.60	0.50	0.14	0.07
K (%)	2.41	19.20	3.49	1.60	0.46
Ca (%)	1.85	18.4	2.3	1.3	0.34
Mg (%)	0.47	29.2	0.78	0.18	0.13
Fe (mg kg ⁻¹)	106	32.2	188	54	34
Mn (mg kg ⁻¹)	83	29.4	130	9	24
Zn (mg kg ⁻¹)	45	19.81	60	25	9
Cu (mg kg ⁻¹)	15	27.9	20	5	4
B (mg kg ⁻¹)	27.3	44.7	60	5	12

جدول ۲- میانگین، انحراف معیار، ضریب تغییرات، بیشینه و کمینه غلظت عناصر در برگ درختان هندوانه با عملکرد نسبی پایین

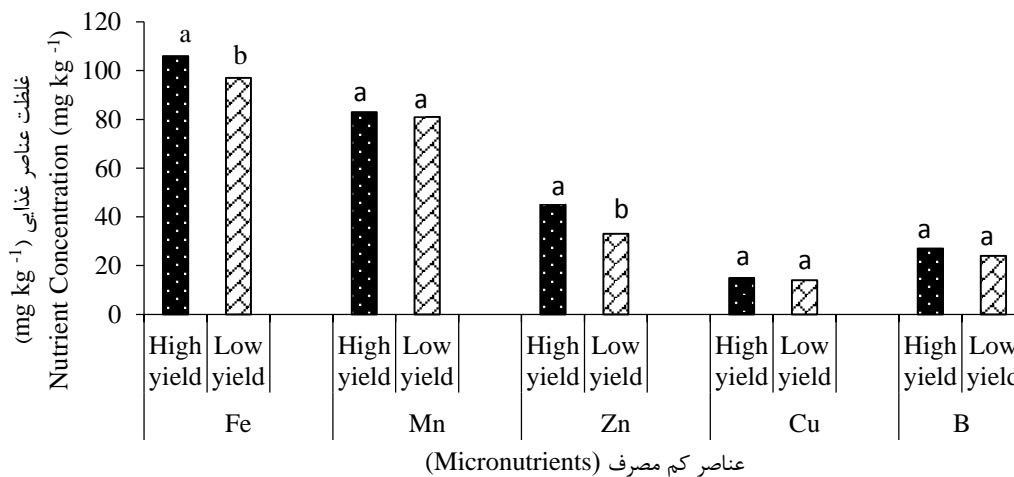
Table 2. Summary statistics of watermelon yield and leaf nutrient concentration data for low-yielding field

متغیر	میانگین	ضریب تغییرات	بیشینه	کمینه	انحراف معیار
Variable	Mean	CV (%)	Max	Min	SD
Yield (t.ha ⁻¹)	29.6	16.3	40	20	4.83
N (%)	1.92	26	3	1	0.50
P (%)	0.13	25.30	0.23	0.17	0.08
K (%)	1.75	26.81	3.2	1	0.47
Ca (%)	1.2	25	2	0.5	0.4
Mg (%)	0.4	43.1	1	0.1	0.17
Fe (mg kg ⁻¹)	97	41.2	200	33	40
Mn (mg kg ⁻¹)	63	28.9	140	23	23
Zn (mg kg ⁻¹)	33	37.1	69	11	12
Cu (mg kg ⁻¹)	14	65.3	18	4.2	8
B (mg kg ⁻¹)	24	52.3	60	13	13



شکل ۱ - مقایسه میانگین غلظت عناصر پرمصرف در برگ در مزارع با عملکرد کم و با عملکرد بالا

Figure 1. Mean comparison of macronutrients concentration in the leaves of watermelon in the low-yielding and high-yielding fields



شکل ۲ - مقایسه میانگین غلظت عناصر کم مصرف در برگ در مزارع با عملکرد کم و با عملکرد بالا

Figure 2. Mean comparison of micronutrients concentration in the leaves of watermelon in the low-yielding and high-yielding fields

طرفی دیگر تنش رطوبتی در خاک، پخشیدگی یون پتاسیم را در محلول خاک محدود می‌کند و مانع جذب آن توسط گیاه می‌شود (Salih & Anderson, 1999). همچنین شنی بودن بافت خاک سبب شده است تا مقدار قابلیت استفاده پتاسیم در این خاک‌ها کم باشد، زیرا چنین خاک‌هایی به‌طور ذاتی از نظر مقدار پتاسیم وضعیت رضایت بخشی ندارند (Trohe & Tampon, 2005). قدرت تأمین پتاسیم خاک بستگی به درصد رس و نوع رس و تخلیه نسبی پتاسیم خاک دارد (Malakouti, 2005). به علت انجام کشت‌های مداوم و مصرف ناچیز کودهای پتاسیمی، مقدار برداشت پتاسیم از خاک بیشتر از سرعت آزادسازی این عنصر بوده است (Salih & Anderson, 1999). عدم مصرف کودهای پتاسیمی، کمبود مواد آلی و مصرف زیاد پتاسیم توسط گیاه عواملی هستند که موجب کمبود پتاسیم در مزارع می‌شوند (Taheri *et al.*, 2010).

عناصر منیزیم در ۶۹ درصد مزارع، فسفر در ۷۳ درصد و کلسیم در ۷۰ درصد شاخص منفی را داشتند و به ترتیب ۱۴ درصد، ۱۱ درصد و ۵ درصد در رتبه اول یا دوم قرار داشتند. متوسط شاخص‌های انحراف از درصد بهینه برای مزارع با جامعه عملکرد کم برای عناصر پرمصرف به صورت: نیتروژن ۳۱/۱۵-، پتاسیم ۲۷/۲-، فسفر ۹/۹۴-، کلسیم ۹/۸۸- و منیزیم ۸/۵- به دست آمده و ترتیب نیاز غذایی در عناصر پرمصرف به صورت $N > K > P > Ca > Mg$ تعیین گردید.

بر اساس شاخص‌های انحراف از درصد بهینه، در بین عناصر پرنیاز نیتروژن و پتاسیم به ترتیب منفی‌ترین شاخص‌ها را داشتند، به طوری که نیتروژن در ۹۵ درصد مزارع شاخص منفی و در ۲۷ درصد مزارع رتبه اول یا دوم را به خود اختصاص داده بود که با توجه به نقش نیتروژن در رشد رویشی، گلدهی و تشکیل میوه می‌توان گفت که در خاک‌های سبک منطقه معمولاً ماندگاری مواد آلی خاک به سبب تجزیه سریع کمتر می‌باشد و چون بخشی از نیتروژن مورد نیاز گیاه از طریق مواد آلی خاک تأمین می‌شود، ممکن است نیتروژن برای مدت زمان کمتری در دسترس محصول باشد. از طرف دیگر، سبک بودن بافت خاک سبب می‌شود بخش قابل توجهی از کودهای نیتروژنی مورد استفاده در مزارع، آبشویی شده و از دسترس گیاه خارج شوند در ضمن به گفته خود زارعین در چند سال اخیر هیچ‌گونه مصرف کود دامی در منطقه وجود ندارد، بنابراین، برنامه مدیریتی خاک و زراعتی می‌تواند مقدار ماده آلی خاک را افزایش دهد و قابلیت استفاده نیتروژن را در هندوانه‌های تحت کشت منطقه تغییر دهد.

پتاسیم نیز در ۹۴ درصد مزارع دارای شاخص منفی و در ۱۹ درصد مزارع در رتبه اول یا دوم قرار داشت. تأمین پتاسیم، اصلی‌ترین مشکل تغذیه‌ای در مزارع هندوانه است، هندوانه گیاهی است که به پتاسیم زیاد نیاز دارد، زیرا در مقایسه با نیتروژن و فسفر، پتاسیم بیشتری توسط هندوانه جذب می‌شود (Fernandez-Escobar, 2004). کمبود این عنصر موجب دهیدراسیون بافت می‌شود و کارایی مصرف آب را کاهش می‌دهد، از

جدول ۳- شاخص انحراف از درصد بهینه، اولویت بندی عناصر غذایی در تعدادی از مزارع هندوانه با عملکرد کم

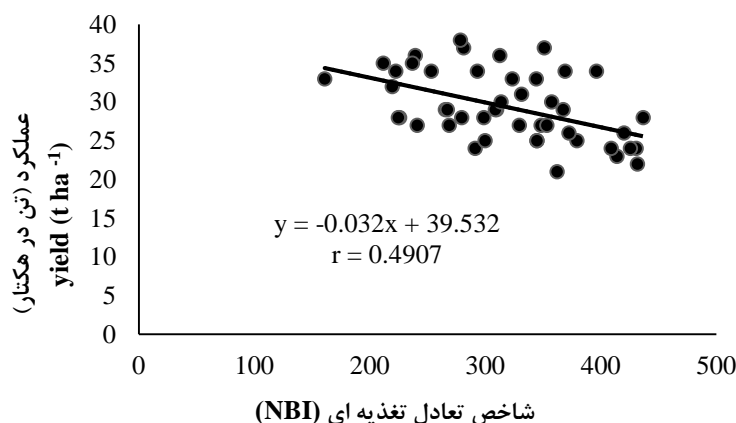
Table 3. DOP indices, nutrients order of plant requirement, and nutritional balance index (NBI) in the number of low-yielding fields

شاخص تعادل تغذیه ای (NBI)	عملکرد Yield	اولویت بندی عناصر غذایی Nutrients order of plant requirement	شاخص های DOP DOP Indices										شماره مزرعه Field Number
			B	Cu	Zn	Mn	Fe	Mg	Ca	K	P	N	
243	29	N>Fe>K>P>Zn>Ca>Mg>Cu>B>Mn	54	3	-14	63	-33	2	2	-23	-15	-34	1
283	31	N>K>Fe>Ca>B>Zn>Mg>Cu>P>Mn	-32	-17	-21	17	-36	-24	-35	-39	-11	-50	3
417	29	N>Mg>Cu>P>Zn>K>B>Ca>Mn>Fe	25	-35	-12	70	85	-37	67	-5	-31	-49	8
452	33	B>Zn>Ca>N>Mg>P>K>Mn>Cu>Fe	-61	43	-60	-11	80	-24	-35	-18	-23	-34	24
439	36	Zn>B>K>P>Mg>N>Cu>Fe>Ca>Mn	-61	-24	-75	-51	-12	-49	2	-60	-57	-47	40
170	31	K>N>Zn>P>B>Fe>Mg>Cu>Mn>Ca	-13	11	-21	15	-3	2	29	-31	-15	-30	61
161	33	N>Zn>Cu>K>B>Ca>Mn>Mg>Fe>P	-4	-8	-12	5	31	27	-3	-5	42	-24	62
231	24	Zn>Mn>K>Fe>Mg>N>Cu>B>Ca>P	6	4	-55	-40	-26	-24	-14	-39	9	-13	65
316	26	B>Zn>Cu>K>N>Ca>Fe>P>Mg>Mn	-61	-40	-43	-59	-9	2	-30	-39	-3	-30	79
337	22	Zn>Fe>K>N>Cu>B>Mn>Ca>P>Mg	-4	-8	-49	-68	-49	40	24	-36	33	-26	86
289	22	Zn>Fe>K>B>Ca>Mn>P>Cu>N>Mg	-23	-1	-46	-68	-43	52	-14	-31	-3	8	87
247	24	Zn>Fe>K>B>Mn>Ca>P>N>Mg>Cu	-23	6	-54	-24	-43	2	-19	-23	-3	-9	88
354	28	Fe>B>Mg>Cu>Mn>K>Zn>P>N>Ca	-61	-42	-26	-40	-64	-49	13	-31	-15	-11	94
277	25	N>B>Ca>Mn>Zn>K>Fe>Mg>Cu>P	-42	5	-21	-35	-4	2	-41	-21	54	-53	101
250	25	K>Fe>N>Mn>B>Cu>Ca>Zn>Mg>P	-13	-9	2	-45	-30	14	2	-39	66	-29	102
380	39	Fe>K>N>Mn>Cu>Ca>B>Zn>P>Mg	-13	-24	-7	-26	-58	128	-19	-55	-7	-43	109
363	24	Fe>K>Mg>N>Zn>Cu>Ca>Mn>P>B	103	-17	-34	-7	-54	-49	-8	-52	1	-38	120
249	30	B>Cu>N>Ca>K>Mg>P>Mn>Zn>Fe	-42	-29	45	1	46	-11	-25	-13	-11	-26	127
271	25	N>Fe>Mn>K>B>P>Ca>Cu>Mg>Zn	-23	-7	20	-41	-41	14	-14	-39	-19	-53	136
255	29	K>Mg>Mn>P>Fe>N>Cu>Ca>Zn>B	45	-5	20	-34	-14	-49	-3	-65	-15	-5	149

در ۱۷ درصد، ۹ درصد و ۶ درصد از مزارع مورد مطالعه رتبه اول یا دوم را به خود اختصاص داده بود. متوسط شاخص انحراف از درصد بهینه در عناصر کم مصرف به- ترتیب: آهن ۸-، منگنز ۳-، روی ۲۶-، مس ۵/۸-، بور ۱۱/۲- به دست آمد و اولویت بندی کلی عناصر کم مصرف به صورت $Zn > Fe > B > Cu > Mn$ بدست آمد.

شاخص تعادل عناصر غذایی (NBI) که مجموع قدر مطلق شاخص‌های DOP می‌باشد به عنوان معیاری برای ارزیابی وضعیت تغذیه‌ای گیاه استفاده می‌گردد. هر چه مجموع قدر مطلق شاخص‌های DOP بیشتر گردد، عدم تعادل تغذیه‌ای بیشتر خواهد شد (Montanes *et al.*, 1993). نتایج به دست آمده حاکی از این است که مزارع دارای NBI بالا عملکرد نسبتاً پایین داشتند (جدول ۳). همان‌طور که در شکل ۳ مشاهده می‌شود بین NBI و عملکرد همبستگی معکوس وجود دارد و نشان می‌دهد هر چقدر مقدار NBI از صفر دور می‌شود از مقدار عملکرد کاسته می‌شود که با نتایج به دست آمده توسط آنجلز و همکاران (Angeles *et al.*, 1990) و سجادی (Sajjadi, 1992) مطابقت دارد.

در بین عناصر کم‌نیاز، عنصر روی منفی‌ترین شاخص و در ۸۴ درصد مزارع از شاخص منفی و در ۲۵ درصد از این اراضی بیشترین کمبود را داشت. کمبود روی در اکثر خاک‌های کشاورزی ایران به دلایل متعددی از جمله آهکی بودن، pH بالا، مصرف بیش از حد کودهای فسفاته، بی‌کربنات فراوان در آب‌های آبیاری عمومیت دارد (Malakouti & Gheibi, 1999). روی در گلدهی و تشکیل میوه از اهمیت خاصی برخوردار بوده و کاربرد کودهای بر پایه روی می‌تواند در بهبود کمی و کیفی محصول تأثیرگذار باشد (Malakouti & Tabatabaei, 2001). آهن نیز بعد از روی در ۶۲ درصد مزارع شاخص منفی و در ۱۸ درصد از مزارع رتبه اول یا دوم را کسب کرد. با توجه به آهکی بودن و pH بالای اکثر خاک‌های منطقه و کمبود مواد آلی کمبود آهن امر شناخته شده ایست البته عوامل دیگری همانند آبیاری سنگین و به دنبال آن تولید بی-کربنات، عدم تهویه مناسب و مخصوصاً عدم رعایت مصرف بهینه کود و آب نیز در بروز کمبود آهن تأثیرگذار هستند (Chen & Break, 1982). عناصر Mn, Cu, B به ترتیب در ۷۵ درصد، ۷۲ درصد و ۵۵ درصد شاخص منفی داشته و



شکل ۳- رابطه بین شاخص تعادل تغذیه ای و عملکرد

Figure 3. Relationship between yield and nutritional balance index (NBI)

بیشترین شاخص منفی را داشتند. ترتیب نیاز عناصر غذایی هندوانه در مزارع مورد بررسی نشان داد که کمبود نیتروژن در ۲۷ درصد، پتاسیم در ۱۹ درصد، منیزیم ۱۴ درصد، کلسیم ۵ درصد، فسفر ۱۱ درصد، روی ۲۵ درصد، آهن ۱۸ درصد، مس ۹ درصد، منگنز ۶ درصد و بور در ۱۶ درصد مزارع رتبه اول یا دوم را داشتند. شاخص تعادل

نتیجه‌گیری کلی

نتایج نشان داد یکی از علل مهم پایین بودن عملکرد هندوانه در منطقه مورد بررسی، مشکل تغذیه‌ای می‌باشد و در بین عناصر پر مصرف، نیتروژن و پتاسیم به ترتیب در ۹۵ درصد و ۹۳ درصد مزارع دارای شاخص منفی و در بین عناصر کم مصرف و روی و آهن با ۸۴ درصد و ۷۲ درصد

عناصر غذایی عناصر پرمصرف به صورت $N > K > P > Ca > Mg$ و عناصر کممصرف به صورت $Zn > Fe > B > Cu > Mn$ می باشد.

غذایی محاسبه شده برای مزارع، نشان دهنده نداشتن تعادل نسبی بین عناصر غذایی جذب شده به وسیله هندوانه می باشد که بیانگر نداشتن مدیریت صحیح و کوددهی نامتعادل در این مزارع می باشد. اولویت بندی

References

- Angeles D.E., Sumner M.E., and Barbour N.W. 1990. Preliminary nitrogen, phosphorus, and potassium DRIS Norms for pineapple. *Horticultural Science*, 25(6): 652-655.
- Chen Y., and Break P. 1982. Iron nutrition of plant in calcareous soil. *Advance in Agronomy*, 35:217-240.
- Emami A. 1980. Methods of plant analysis. *Soil and Water Research Institute*, 982: 128-134. (In Persian)
- Fernández-Escobar R. 2004. Fertilization. In: Barranco D., Fernández-Escobar R., and Rallo L. (Ed.), *El Cultivo del Olivo*, Mundi-Prensa, Madrid, Spain, pp. 765.
- Jimenez S.J., Pinochet Y., Gogorcena J.A., and Betran M.A.M. 2007. Influence of different vigor cherry rootstocks on leaves and shoots mineral composition. *Scientia Horticultural*, 112: 73-79.
- Malakouti M.J. 2005. Potassium in Iran Agriculture. *Sana Publication*, Iran, pp. 292. (In Persian)
- Malakouti M.J., and Gheibi M.N. 1999. Determination of critical levels of nutrients in soil, plant, and fruit for the quality and yield improvements in strategic crops of Iran. High Concoil for Appropriate Use of Pesticides and Chemical Fertilizers, Ministry of Agriculture, Karaj, Iran, pp. 92. (In Persian)
- Malakouti M.J., and Tabatabaei S.J. 2001. Innovative approach to balanced nutrition on fruit trees. *Agricultural Education Publication*, Tehran, Iran. (In Persian)
- Malakouti M.J., Keshavarz P., and Karimian N.A. 2008. A comprehensive approach towards identification of nutrients deficiencies and optimal fertilization for sustainable agriculture. 7th Ed. Tarbiat Modars University Press, Tehran, Iran, p. 755.
- Miran N., and Samadi A. 2013. DRIS determine and use the software to assess the nutritional status of sugar beet in Western Azerbaijan. *Journal of Soil and Water*, 24(1): 195-207. (In Persian)
- Monge E., Montañés L., Val J., and Sanz M. 1995. A comparative study of the DOP and DRIS methods, for evaluating the nutritional status of peach trees. *Acta Horticulture*, 383: 191-199.
- Montanes L., Heras L., Abadia J., and Sanz M. 1993. Plant analysis interpretation based on a new index: deviation from optimum percentage (DOP). *Journal of Plant Nutrition*, 16: 1289-1308.
- Sajjadi A. 1992. Diagnosis and Recommendation Integrated System-DRIS. *Soil and Water Research Institute*, 847: 94-106. (In Persian)
- Salih N., and Anderson F. 1999. Nutritional status of a Norway spruce stand in SW Sweden in response to compensatory fertilization. *Plant and Soil*, 209: 85-100.
- Samadi A., and Majidi A. 2011. Norm's establishment of the diagnosis and recommendation integrated system (DRIS) and comparison with DOP approach for nutritional diagnosis of seedless grape (Sultana, CV) in Western Azerbaijani province, Iran. *Journal of Soil Science*, 24: (2). 89-105. (In Persian)
- Savaghebi G.H., and Malakouti M.J. 2000. Application of deviation from optimum percentage (DOP) in evaluating the nutritional balance of plants. *Soil and Water Research Institute*, 1091: 9-21. (In Persian)
- Sharma J., Shikhamany S.D., Singh R.K., and Raghupathi H.B. 2005. Diagnosis of nutrient imbalance in Thompson seedless grape grafted on Dog Ridge rootstock by DRIS. *Communication in Soil Science and Plant Analysis*, 36: 2823-2838.
- Soyergin S., Moltay I., Genç C., Fidan A.E., and Sutçu A.R. 2002. Nutrient status of olives grown in the Marmora region. *ISHS Acta Horticulture*, 586: 381-383.

- Sumner M.E. 1990. Diagnosis and recommendation integrated system (DRIS) as a guide to orchard fertilization. International seminar Leaf Diagnosis as a Guide to Orchard Fertilization. Food and Fertilizer Technology Center for Asia and Pacific Region Suwon, Korea, *Boletin*, Taiwan, 21p.
- Tadayon nejhah M. 2006. Evaluate the nutritional status cucumber greenhouse deviation from optimum percentage (DOP) in the Isfahan. The final report of the research project, *Isfahan Research Center for Agriculture and Natural Resources Agriculture Extension and Education*, Tehran, Iran, 30 p. (In Persian)
- Taheri M. 2009. Study of nitrogen absorption and metabolism and its effect on vegetative growth of some olive cultivate. PhD Thesis, Tehran University, 140p.
- Taheri M., and Malakouti M. 2000. Necessity of optimization use of fertilizers to increase the yield and quality of the olives. *Soil and Water Research Institute*, 66: 56-67. (In Persian)
- Taheri M., Vaezi M., Rabiee V., Khoshzaman T., and Esmaeili M. 2010. Optimizing fertilizer use in Tarom olive orchards in Zanjan province. The 1st Iranian Fertilizer Challenges Congress: Half a Century of the Fertilizer Consumption. 1-3 March, Tehran, Iran. (In Persian)
- Trohe F.R., and Thompson L.M. 2005. *Soils and Soil Fertility*, (Ed.), Blackwell publishing, Towa, USA, pp.345.
- White P.J., and Broadley M.R. 2004. Preface to genetics of plant mineral nutrition. *Journal of Experimental Botany*, 55: 1-5.
- Xu M, Zhang J, Wu F. and Wang X. 2015. Nutritional Diagnosis for Apple by DRIS, CND and DOP. *Advance Journal of Food Science and Technology*. 7(4): 266-273.

Evaluation Nutritional Status of Watermelon (*Citrullus vulgaris*) by Deviation from Optimum Percentage (DOP) Method in Poldasht, West Azerbaijan

Seyed Javad Ghoreyshi, Ebrahim Sepehr, Abbas Samadi

(Received: July 2016

Accepted: December 2017)

Abstract

Deviation from optimum percentage (DOP) can be used as an efficient method to interpret the results of plant analysis and the nutritional requirements of agricultural and horticultural crops. To determine the DOP norms and evaluation nutritional status of watermelon, leaf samples were collected from 150 fields of watermelon in west Azerbaijan; and N, P, K, Ca, Mg, Fe, Mn, Zn, Cu and B were determined. The fields were divided into high-yielding (23% of fields, ≥ 40.5 ton ha⁻¹) and low-yielding (77% of fields; < 40.5 ton ha⁻¹) subgroup and DOP norms were calculated using standard DOP procedure. The optimum concentration of nutrients in leaves of watermelon were obtained as follows: for nitrogen (%2.8), phosphorus (%0.25), potassium (%2.4), calcium (%1) and magnesium %0.47), iron (106 mg kg⁻¹) manganese (83 mg kg⁻¹), zinc (45 mg kg⁻¹), copper (15 mg kg⁻¹) and boron (30 mg kg⁻¹). Among macronutrients, nitrogen and potassium had highest negative indices in 95% and 93% of the studied fields, respectively and among micronutrients, zinc and iron were in 84% and 72% as well. Based on DOP indices, the order of plant nutrients requirement were determined as N > K > Mg > P > Ca for macronutrients and as Zn > Fe > B > Cu > Mn for micronutrients. Plants have high nutritional balance index (NBI) indicating relatively imbalance of absorbed nutrients by watermelon and imbalance fertilizer application in the studied fields.

Keyword: Watermelon, Deviation from optimum percentage, Nutritional balance, Plant analysis

1- MSc Student, Department of Soil Science, Urmia University, Iran

2- Associate Professor, Department of Soil Science, Urmia University

3- Professor Department of Soil Science, Urmia University

* Corresponding Author Email: e.sepehr@urmia.ac.ir