کارآیی ارزش شاخص عناصر غذایی (NIV) در ارزیابی حاصلخیزی اراضی دیم

ناصر میران[۱]، میرحسن رسولی صدقیانی[۲*]، ولی فیضی اصل[۳]، ابراهیم سپهر[۳]، مهدی رحمتی[۴]، سلمان میرزایی[۵]

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۹/۲۰ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۳/۱۹)

چکیده

حاصلخیزی خاک توصیف کننده توانایی و قابلیت خاک برای تامین شرایط بهینه رشد گیاه می‌باشد. اطلاع از وضعیت حاصلخیزی خاک و تهیه نقشه‌های مربوط به آن، نقش اساسی در برنامه‌ریزی پایدار کشاورزی، به حداکثر رساندن سود اقتصادی، حفظ کیفیت خاک و جلوگیری از تخریب محیط زیست دارد. به‌منظور ارزیابی وضعیت حاصلخیزی خاک در بخشی از دیم‌زارهای جنوب استان آذربایجان‌غربی و شمال استان کردستان، تعداد ۱۰۱ نمونه به‌صورت تصادفی از (عمق ۰ تا ۲۵ سانتی‌متری) این مناطق اخذ و ویژگی‌های مختلف خاک از قبیل pH، EC، کربنات کلسیم معادل و عناصر غذایی نیتروژن کل، فسفر، پتاسیم، آهن، منگنز، روی و مس تعیین شد. برای تفسیر نتایج و تهیه نقشه حاصلخیزی خاک از شاخص عناصر غذایی (NIV) استفاده شد. نتایج نشان داد، که در ۱۰۰ درصد اراضی هدایت الکتریکی در کلاس کم و pH گل اشباع در کلاس زیاد قرار دارد. کربن آلی و کربنات کلسیم معادل به‌ترتیب در ۷۲ و ۶۱ درصد اراضی در کلاس متوسط قرار دارند. نیتروژن کل در ۹۴ درصد اراضی در کلاس متوسط، فسفر قابل جذب در ۹۴ درصد اراضی در کلاس کم، پتاسیم قابل جذب تقریباً در ۱۰۰ درصد اراضی در کلاس زیاد، آهن قابل جذب در ۸۸ درصد اراضی در کلاس کم، روی قابل جذب در ۳۳ درصد اراضی در کلاس کم، ۳۹ درصد در کلاس کفایت و در ۲۸ درصد در کلاس زیاد، مس و منگنز قابل جذب در ۱۰۰ درصد اراضی در کلاس کم قرار داشتند. با توجه به نتایج به دست آمده استنباط شد، که روش NIV واجد توانایی لازم جهت ارزیابی وضعیت حاصلخیزی خاک می‌باشد و پیش‌بینی‌های انجام گرفته توسط این روش با حد بحرانی‌های گزارش شده برای گندم دیم مطابقت دارد.

واژه‌های کلیدی: ارزش شاخص عناصر غذایی، عملکرد محصول، نقشه حاصلخیزی خاک

میران ن.، رسولی صدقیانی م. ح.، فیضی اصل و.، سپهر ا.، رحمتی م.، میرزایی س. ۱۴۰۰. کارایی ارزش شاخص عناصر غذایی (NIV) در ارزیابی حاصلخیزی اراضی دیم. تحقیقات کاربردی خاک. جلد ۹، شماره ۱. صفحه: ۵۷-۷۱.

۱- دانش آموخته دکتری گروه علوم خاک، داشکده کشاورزی، دانشگاه ارومیه
۲- استاد گروه علوم خاک، داشکده کشاورزی، دانشگاه ارومیه
۳- استادیار مؤسسه تحقیقات دیم کشور دیم، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، مراغه، ایران
۴- استادیار گروه علوم خاک، دانشکده کشاورزی، دانشگاه مراغه
۵- دانش آموخته دکتری، گروه علوم خاک، دانشکده کشاورزی، دانشکده شهرکرد
* پست الکترونیک: m.rsadaghiani@urmia.ac.ir

مقدمه

از زمان پیدایش کشاورزی، علاقه ذاتی به خاک و کیفیت زمین و درک تغییرات در حاصلخیزی خاک در اثر کشاورزی فشرده قبل از ایجاد محدودیت شدید برای عملکرد محصول وجود داشته است (Carter *et al.*, 2004). امروزه استفاده از کودهای شیمیایی و علف‌کش‌ها در کشاورزی افزایش یافته و استفاده مداوم از زمین بیشتر شده است (Zhang & Zhang, 2007). سیستم کشت متراکم با گونه‌هایی پربازده برای افزایش تولید مواد غذایی باعث تخلیه قابل توجه ذخایر عناصر غذایی ذاتی خاک می‌شود (Kumar *et al.*, 2019). چنین مدیریتی باعث کاهش بهره‌وری خاک به علت از دست رفتن مواد آلی خاک (SOM) و عناصر غذایی ذخیره شده در آن می‌شود (Juo & Manu, 1996). از این رو، درک توزیع خواص خاک در مقیاس حوزه برای بررسی پالایش شیوه‌های مدیریت کشاورزی و ارزیابی اثرات کشاورزی بر کیفیت خاک‌های زراعی مهم است. ارزیابی شیوه‌های مدیریت زمین کشاورزی نیازمند دانستن تغییرپذیری فضایی ویژگی‌های خاک و درک روابط آنها به دلیل این واقعیت می‌باشد که الف) تغییرپذیری فضایی خاک به‌طور طبیعی در اثر عوامل پدوژنیکی رخ می‌دهد. ب) تغییرات طبیعی خاک از برهم‌کنش های پیچیده بین عوامل زمین شناسی، توپوگرافی، آب و هوا و همچنین استفاده از خاک ناشی می‌شود (Jenny,1980; Quine & Zahng, 2002). علاوه براین، تغییرپذیری به عنوان نتیجه کاربری اراضی و استراتژی‌های مدیریتی، خاک را به عنوان محل تغییرات فضایی در مقیاس های بزرگ و کوچک نمایش می‌دهد (Brejda *et al.*, 2000; Vieira & Paz-Gonzalez, 2003). کارلن و همکاران (Karlen *et al.*, 1997) تعریف جامع و کاملی برای کیفیت خاک به صورت "ظرفیت یک نوع خاک خاص برای عملکرد در محدوده اکوسیستم‌های طبیعی یا مدیریت شده، برای حفظ بهره‌وری بیولوژیکی، حفظ یا افزایش کیفیت آب و هوا و ارتقای سلامت انسان" پیشنهاد کردند. اجماع عمومی این است که مفهوم کیفیت خاک نباید محدود به بهره‌وری خاک باشد، بلکه بهتر است، کیفیت محیط را نیز شامل شود (Karlen *et al.*, 2003). از سوی دیگر، مقادیر زیادی عناصر غذایی به دلیل رشد و توسعه گیاهان و برداشت محصول از خاک حذف می‌شود. بنابراین حفظ یا بهبود کیفیت خاک می‌تواند مزایای اقتصادی را در قالب افزایش بهره‌وری، استفاده مؤثر از عناصر غذایی و آفت‌کش‌ها، بهبود کیفیت آب و هوا و کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای فراهم آورد (USDA-ERS, 1997). ارزیابی کیفیت خاک شامل اندازه‌گیری خواص فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی و استفاده از این مقادیر برای تشخیص تغییرات در خاک به عنوان نتیجه‌ای از تغییر کاربری اراضی یا شیوه‌های مدیریتی است (Adolfo *et al.*, 2007). اگرچه حاصلخیزی، تراکم پذیری و فرسایش خاک از اجزای کیفیت خاک محسوب می شوند، اما مسئله کاهش حاصلخیزی خاک بیشترین نقش مستقیم را در کاهش رشد گیاه و تولید محصول ایفا می‌کند (Katyal, 2003). حتی وارن و آگنو (Warren & Agnew, 1988) اظهار داشتند که از میان تمام موارد تهدید کننده پایداری خاک، کاهش حاصلخیزی خاک جدی‌ترین آنها است. با توجه به الگوی کشت، آبشویی، فرسایش و غیره، خاک هر سال مقدار قابل توجهی از عناصر غذایی خود را از دست می‌دهد. خاک‌هایی با حاصلخیزی ضعیف موجب ایجاد پوشش گیاهی پراکنده و تنک می‌شود که فرسایش خاک را به میزان قابل توجهی افزایش می‌دهد. حاصلخیزی خاک هر ساله در طول فصل رشد به دلیل تغییر در مقدار و قابلیت دسترسی عناصر غذایی معدنی در اثر افزودن کود، کمپوست، مالچ و آهک یا گوگرد به علاوه آبشویی در حال تغییر است. از این رو آزمون خاک وضعیت فعلی حاصلخیزی خاک را تعیین و اطلاعات مربوط به قابلیت دسترسی عناصر غذایی را در خاک فراهم می‌آورد که پایه‌ای برای توصیه های کودی برای تولید حداکثر محصول و حفظ سطح مطلوب حاصلخیزی خاک به صورت سالانه می‌باشد (Ravikumar & Somashekar, 2013). با توجه به سیستم کشت مداوم برای دوره‌های بدون عرضه کافی از مقادیر اضافی عناصر غذایی، احتمال کمبود عناصر غذایی ضروری در زمان نیاز گیاه وجود دارد. به همین دلیل، اخیراً تمایل به ارزیابی وضعیت حاصلخیزی خاک به منظور حفظ کیفیت منابع خاکی با افزایش آگاهی از اینکه خاک یکی از مهمترین اجزای بیوسفر زمین است که عملکرد آن نه تنها در تولید غذا، بلکه در حفظ کیفیت محیط زیست در سطح محلی، منطقه‌ای و جهانی مهم است، افزایش یافته است

(Dadhwal *et al*., 2011). عناصر غذایی ضروری، حاصلخیزی خاک و عملکرد محصول را کنترل می‌کنند. ارزیابی حاصلخیزی خاک یک ناحیه یا منطقه یک جنبه مهم در زمینه تولید پایدار محصولات کشاورزی است. در عصر کنونی با پیشرفت فناوری‌های کشاورزی، مطالعه وضعیت باروری خاک‌ها بسیار مهم است؛ بنابراین داشتن اطلاعات در مورد مناطق وسیع ضروری می‌باشد (Kumar et al., 2011). نقشه حاصلخیزی خاک یک نمایش جغرافیایی است که نشان‌دهنده تنوع وضعیت حاصلخیزی خاک یک منطقه است و تهیه نقشه حاصلخیزی خاک یک روش سریع و کارآمد برای تولید اطلاعات مربوط به حاصلخیزی خاک هر منطقه در مقیاس وسیع است که برای کشاورزان بسیار مفید می‌باشد (Mondal & Ramkala, 2016). کمبود عناصر غذایی کم‌مصرف در طول سه دهه گذشته از نظر وسعت و شدت به دلیل افزایش مصرف کودهایی با تجزیه بالا، استفاده از ارقام پرمحصول و افزایش شدت برداشت محصول افزایش یافته که این امر منجر به کاهش تولید و پایداری محصول شده است (Yadav & Meena, 2009). بنابراین، شناخت ویژگی‌های تأثیرگذار برکیفیت خاک به ویژه سطح عناصر غذایی جهت مدیریت بهینه و اصلاح اراضی دیم و رفع کمبودها در آن از ملزومات اساسی برای برنامه‌ریزی و اجرای یک سیستم تولید پایدار در این عرصه می‌باشد. طبقه‌بندی استعداد حاصلخیزی خاک (FCC)[1] یک سیستم طبقه‌بندی خاک برای اهداف ویژه است که خاک‌ها را بر مبنای نوع مشکلات موجود در آن‌ها برای مدیریت های زراعی گروه‌بندی می‌کند (Boul et al., 1975). بیول (Boul, 1986) نسخه دوم را به منظور تفسیر خصوصیات خاک برای کشت برنج در اراضی خیس (Wetlands) تدوین کرد. این روش توسط گل سفیدی و همکاران (۲۰۰۵) در اراضی برنج مورد استفاده قرار گرفت. در پژوهش حاضر وضعیت حاصلخیزی خاک در بخشی از اراضی دیم جنوب استان آذربایجان‌غربی و شمال استان کردستان به صورت آزمایشی با استفاده از روش شاخص عناصر غذایی (NIV)[2] مورد ارزیابی قرار گرفت که از مهمترین مزایای آن می‌توان به سادگی این روش اشاره کرد.

مواد و روش‌ها

پژوهش حاضر در بخش‌هایی از جنوب استان آذربایجان غربی و شمال استان کردستان بین ´۴۵°۴۹ تا ´۳۰ °۴۶ طول شرقی و ´۳۶°۲۱ تا ´۳۶°۵۵ عرض شمالی با متوسط ارتفاع ۱۵۳۸ متر از سطح دریا از مناطق کوهستانی زاگرس و دارای آب و هوای خشک و نیمه‌خشک انجام شد (شکل ۱).

تعداد ۱۰۱ نمونه خاک از دیم‌زارهای ۱۸ منطقه به‌صورت تصادفی طبقه‌بندی شده و از عمق ۲۵-۰ سانتی‌متری در فصل پاییز و اواخر آبان ماه ۱۳۹۵ جمع‌آوری و هواخشک شدند. نمونه‌های خاک از الک ۲ میلی‌متری عبور داده شده و ویژگی‌های pH و EC در گل اشباع (Burt, 2004)، کربن آلی به روش والکلی‌بلک (Nelson & Sommers, 1996)، نیتروژن کل به روش کجلدال (Bremner & Mulvaney, 1982)، فسفر قابل جذب به روش اولسن (Olsen *et al*., 1954)، پتاسیم به روش استات آمونیوم (Simard, 1993) و عناصر کم مصرف آهن، منگنز، روی و مس قابل جذب به روش DTPA (Lindsay & Norvell, 1978) و کربنات کلسیم معادل به روش خنثی‌سازی با اسید و تیتر کردن با سود (Jackson, 1958) در نمونه‌ها اندازه‌گیری شد.

فرمول مورد استفاده برای تعیین مقدار NIV که نخستین بار توسط پارکر و همکاران (Parker *et al*., 1951) ارائه شد، به‌صورت رابطه ۱ می‌باشد.

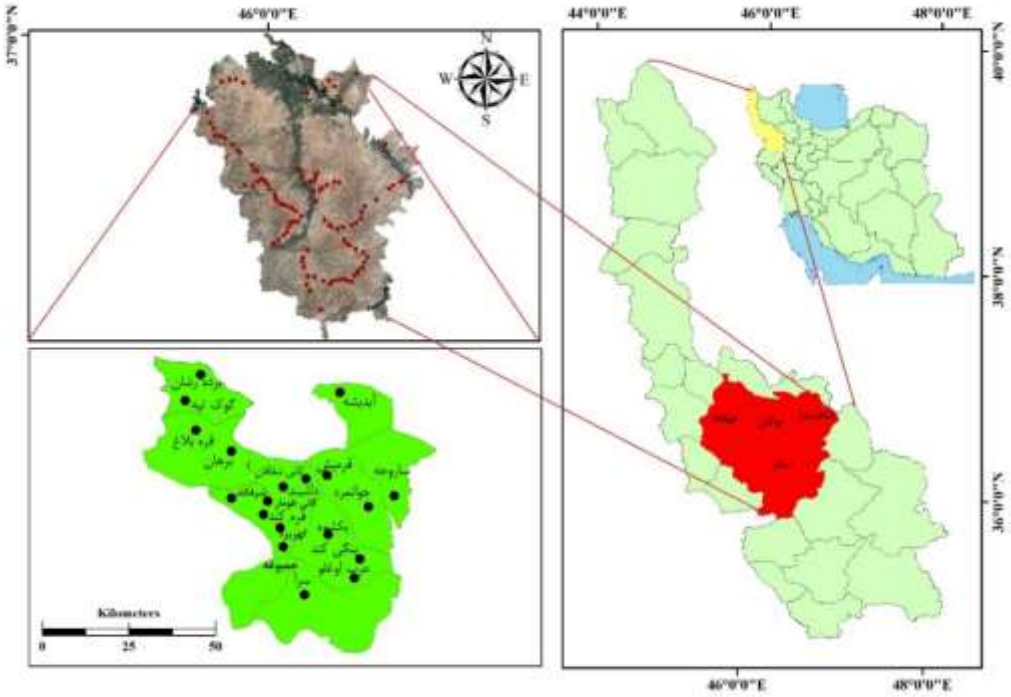
$$NIV = \frac{(Low + 2 \times Medium + 3 \times High)}{\sum ni} \quad (۱)$$

در این رابطه Low تعداد نمونه‌ها در گروه مقادیر پایین، Medium تعداد نمونه‌ها در گروه مقادیر بهینه، High تعداد نمونه‌ها در گروه مقادیر بالا و Σn_i تعداد کل نمونه‌ها می‌باشد.

شاخص NIV ارزش عناصر غذایی را نشان می‌دهد (Ravikumar & Somashekar, 2013)، به‌طوری‌که اگر این شاخص بین ۲/۳۳-۱/۶۷ باشد، نشان‌دهنده وضعیت مطلوب ویژگی مورد نظر و مقادیر کمتر از ۱/۶۷ و بیشتر از ۲/۳۳ به‌ترتیب کمبود و بیش‌بود متغیر مورد نظر را نشان می‌دهد (جدول ۱)..

1. Fertility Capability Soil Classification

2. Nutrient Index value



شکل ۱- نمای اجمالی از منطقه مورد مطالعه

1. The overview of the study area Figure

جدول ۱- گروه‌بندی ارزش شاخص عناصر غذایی در سه سطح کم، متوسط و زیاد

Table 1. Grouping of the Nu trient Index Value in low, medium and high levels

Nutrient Index Value (NIV)	Range	Remarks
I	< 1/67	Low
II	1/67 - 2/33	Medium
III	> 2/33	High

نتایج و بحث

میانگین کل، انحراف معیار و ضریب تغییرات ویژگی‌های مورد بررسی در اراضی دیم ۱۸ منطقه مورد مطالعه در چهار شهرستان در جدول ۲ آورده شده است. دامنه تغییرات صفات نشان می‌دهد، کمترین و بیشترین هدایت الکتریکی به ترتیب به مناطق قره‌کند و آیدیشه، کربن آلی به آیدیشه و قره بلاغ، کربنات کلسیم معادل کانی شقاقان و قرمیش، نیتروژن کل به قرمیش و قره بلاغ، فسفر به برده رشان- گوک تپه و کانی شقاقان، پتاسیم به برهان و قره بلاغ، آهن به قرمیش و قره بلاغ، روی به شرفکند و آیدیشه، مس به آیدیشه و قره بلاغ و منگنز به برهان و جمبوغه اختصاص دارد. مطابق این نتایج، بیشترین پراکنش داده‌ها (ضریب تغییرات) با ۳۳ و ۳۲ درصد با دقت برآورد خیلی کم یا پراکنش خیلی زیاد به ترتیب مربوط به مس قابل جذب (با دامنه ۰/۵۴ میلی‌گرم بر کیلوگرم) و کربنات کلسیم (با دامنه ۲۵ درصد) و کمترین ضریب تغییرات با ۱ درصد به اسیدیته گل اشباع (با دامنه ۰/۲) با دقت برآورد خیلی زیاد و یا پراکنش خیلی کم داده‌ها اختصاص دارد. ارزیابی عمومی و ضعیت عنا صر غذایی بر ا ساس حد بحرانی این عنا صر برای کشت گندم دیم در این مناطق نشان می‌دهد (Feiziasl *et al*., 2003; Feiziasl *et al*., 2004) کمبود عنا صر غذایی ف سفر در ۱۱ در صد، آهن در ۹۴ در صد، روی در ۱۱ در صد، مس و منگنز در ۱۰۰ در صد ارا ضی مورد بررسی مشاهده می‌شود (جدول ۲).

جدول ۲- میانگین مقادیر عناصر غذایی و همچنین pH، EC، OC و $CaCO_3$ در مناطق مورد مطالعه

Table 2. The average values of nutrients and pH, EC, OC and $CaCO_3$ in the studied regions

Location	EC (dS m^{-1})	pH	OC	$CaCO_3$	Total N	P	K	Fe	Zn	Cu	Mn
			(%)			(mg kg^{-1})					
Arab Oughloo	0.7	7.9	1.0	19	0.14	6.8	494	6.6	0.53	0.72	6.3
Barderashan-Gooktapeh	1.0	7.9	0.8	11	0.14	4.4	547	7.0	0.67	0.34	6.2
Borhan	0.8	8.0	0.9	24	0.13	6.5	296	6.8	0.51	0.41	3.9
Dashband	0.8	7.9	0.6	17	0.11	8.9	413	5.3	0.75	0.29	5.0
Gareh Bolagh	0.7	8.0	1.3	12	0.17	4.7	676	8.9	0.71	0.74	6.5
Ghareh Kand	0.6	8.0	1.0	29	0.14	7.6	356	5.6	0.54	0.47	4.9
Ghormish	0.7	8.0	0.7	34	0.1	10.9	335	4.3	0.58	0.27	5.2
Javanmard	0.7	8.0	0.8	21	0.14	8.5	346	6.4	0.54	0.57	4.4
Jambogheh	0.8	7.9	1.0	16	0.14	8.1	475	6.8	0.56	0.54	6.8
Kahrizeh	0.7	8.0	0.9	25	0.12	7.1	410	7.3	0.64	0.58	6.0
Kani Shghaghan	0.8	7.9	0.8	9	0.13	11.2	326	5.5	0.47	0.33	5.1
Kani Tomar	0.8	8.0	1.0	18	0.14	4.9	543	6.9	0.57	0.50	5.4
Idisheh	1.0	7.9	0.5	18	0.10	7.5	376	6.2	0.79	0.20	5.3
Sara-Saghez	0.7	7.9	0.9	19	0.14	6.0	535	5.9	0.58	0.49	5.9
Sarojeh	0.7	7.9	0.9	30	0.12	8.0	553	4.5	0.48	0.30	4.1
Sharaf Kand	0.8	8.0	0.9	18	0.13	5.6	302	7.0	0.38	0.43	4.5
Yakshaveh	0.8	7.8	1.0	24	0.13	7.3	419	5.9	0.49	0.34	5.2
Yengi Kand	0.7	8.0	0.8	19	0.12	5.6	351	6.4	0.43	0.38	5.9
Mean	0.8	7.9	0.9	20	0.1	7.2	431	6.3	0.6	0.4	5.4
SD	0.10	0.05	0.17	6.4	0.02	1.9	104	1.04	0.1	0.15	0.8
CV	14	1	19	32	12	26	24	16	19	33	15

پارامترهای آماری ویژگی‌های مورد بررسی خاک در مناطق مورد بررسی در چهار شهرستان بوکان، مهاباد، سقز و شاهین‌دژ نشان می‌دهد. در شهرستان بوکان ویژگی‌های کربنات کلسیم و پتاسیم قابل جذب، در شهرستان مهاباد اسیدیته گل اشباع، کربنات کلسیم، عناصر پتاسیم، آهن، روی، مس و منگنز قابل جذب، در شهرستان سقز کربن آلی، کربنات کلسیم، نیتروژن کل، پتاسیم، آهن، روی و منگنز و در شاهین‌دژ هدایت الکتریکی، پتاسیم، آهن، روی، مس و منگنز قابل جذب در خاک دارای توزیع نرمال می‌باشند. مطابق این نتایج، در ۱۰۰ درصد اراضی هدایت الکتریکی در کلاس کم و اسیدیته گل اشباع در کلاس زیاد قرار دارند. سایر ویژگی‌ها مانند کربن آلی در ۷۵ درصد اراضی بوکان، مهاباد و سقز در کلاس متوسط تا زیاد و در شاهین‌دژ ۵۰ درصد در کلاس متوسط تا زیاد، کربنات کلسیم معادل در ۷۵ درصد اراضی بوکان و سقز در کلاس زیاد و در ۷۵ درصد اراضی مهاباد و شاهین‌دژ در کلاس متوسط تا زیاد، نیتروژن کل در ۵۰ درصد اراضی هر چهار شهرستان در کلاس متوسط، فسفر قابل جذب در ۷۵ درصد هر چهار شهرستان در کلاس کم، پتاسیم قابل جذب تقریبا در ۱۰۰ درصد اراضی در کلاس زیاد، آهن قابل جذب در ۷۵ درصد اراضی بوکان، سقز و شاهین‌دژ در کلاس کم و در مهاباد ۷۵ درصد اراضی در کلاس کم تا متوسط، روی قابل جذب در ۷۵ درصد اراضی در کلاس کم تا متوسط، مس قابل جذب در ۷۵ درصد اراضی شهرستان‌های مهاباد، سقز و شاهین‌دژ در کلاس کم و در ۷۵ درصد اراضی بوکان در کلاس زیاد و منگنز قابل جذب در ۱۰۰ درصد اراضی بوکان، سقز و شاهین‌دژ در کلاس کم و در ۷۵ درصد اراضی مهاباد در کلاس کم قرار دارد (جدول ۳). فیضی اصل و همکاران (Feiziasl *et al.*, 2009) با تهیه ۲۰۰ نمونه خاک از عمق ۲۵-۰ سانتی‌متری اراضی دیم شمال‌غرب ایران (استان‌های آذربایجان‌شرقی، آذربایجان‌غربی، کردستان و کرمانشاه)، دامنه ویژگی‌های اسیدیته گل اشباع، فسفر و روی قابل جذب را تا حدودی مشابه با نتایج پژوهش حاضر، دامنه بالای هدایت الکتریکی، کربن آلی، کربنات کلسیم معادل و پتاسیم قابل جذب را کمتر و آهن، مس و منگنز قابل جذب را بیشتر از دامنه بالای پژوهش حاضر گزارش کردند.

جدول ۳- ویژگی‌های عمومی و دامنه تغییرات خاک‌های مورد بررسی در مناطق مورد مطالعه (n=۱۰۱)

Table 3. The General parameters and range of nutrients in the studied regions (n=101)

Location	Parameters	EC (dS m^{-1})	pH	OC	CaCO3	Total N	P	K	Fe	Zn	Cu	Mn
				(%)			(mg kg^{-1})					
Boukan	Min.	0.4	7.5	0.4	2.5	0.07	3.3	215	2.0	0.2	0.1	2.8
	Max.	1.5	8.1	1.2	40.0	0.17	13.0	738	10.6	1.1	1.1	9.0
	Mean	0.7	7.9	0.9	21.5	0.13	7.7	397	5.9	0.5	0.4	5.4
	Median	0.7	8.0	0.9	19.8	0.12	2.1	356	3.0	0.4	0.5	0.5
	Q1	0.6	7.9	0.8	11.9	0.11	2.1	317	2.4	0.3	0.4	0.4
	Q3	0.8	8.0	1.0	29.7	0.14	6.1	435	3.4	0.6	0.7	0.6
	SD	0.2	0.2	0.2	10.2	0.02	2.7	120	1.8	0.2	0.2	1.7
	CV (%)	25	2	23	47	15	35	30	30	32	57	32
	SW*	**	**	**	ns	*	*	**	ns	**	**	**
Mahabad	Min.	0.6	7.7	0.5	4.0	0.10	3.7	174	4.4	0.3	0.2	2.8
	Max.	1.7	8.2	1.3	33.0	0.20	11.0	830	12.2	1.1	1.1	9.9
	Mean	0.8	8.0	1.0	15.3	0.10	5.3	520	7.6	0.6	0.5	5.4
	Median	0.7	8.0	1.0	12.0	0.14	4.7	471	7.0	0.6	0.4	4.7
	Q1	0.6	7.9	0.7	9.0	0.13	4.1	297	6.0	0.5	0.3	4.2
	Q3	0.8	8.1	1.3	18.5	0.16	6.1	680	8.2	0.8	0.7	5.9
	SD	0.3	0.1	0.3	8.4	0.02	1.8	205	2.0	0.2	0.3	1.9
	CV (%)	35	2	29	55	15	34	39	26	30.5	55	35
	SW*	**	ns	**	ns	ns	**	ns	ns	ns	ns	ns
Saghez	Min.	0.5	7.6	0.6	4.5	0.10	3.2	266	3.8	0.4	0.3	3.8
	Max.	1.0	8.1	1.2	36.5	0.18	11.1	727	10.2	0.8	1.1	8
	Mean	0.7	7.9	1.0	18.8	0.14	6.4	514	6.3	0.6	0.6	6.1
	Median	0.7	7.9	1.0	18.3	0.14	5.1	527	5.5	0.6	0.4	6.1
	Q1	0.5	7.6	0.8	11.0	0.13	4.2	379	4.9	0.4	0.3	5.1
	Q3	0.7	8.0	1.1	26.3	0.14	9	599	7.3	0.7	0.9	7
	SD	0.1	0.2	0.2	9.3	0.02	2.7	154	1.9	0.1	0.3	1.2
	CV (%)	20	2.5	19	50	13	43	30	30	23	51	20
	SW*	*	**	ns	ns	ns	**	ns	ns	ns	**	ns
Shaheindezh	Min.	0.6	7.8	0.4	9.0	0.09	4.1	179	3.8	0.4	0.1	3
	Max.	1.1	8.1	1.2	36.0	0.15	8.2	643	10	0.9	0.7	8.1
	Mean	0.8	7.94	0.7	23.7	0.11	7.2	422	6.2	0.7	0.3	4.8
	Median	0.8	7.9	0.6	27.5	0.10	7.3	359	5.1	0.6	0.2	4.3
	Q1	0.7	7.8	0.5	9.1	0.09	6.8	291	4.1	0.5	0.1	3.1
	Q3	0.9	8.07	1.0	30.9	0.12	8.1	525	7.1	0.8	0.3	5.3
	SD	0.2	0.13	0.3	11.2	0.02	1.3	161	2.3	0.2	0.2	1.7
	CV (%)	19	1.7	45	47	19	18	38	37	27	68	36
	SW*	ns	*	*	*	*	*	ns	ns	ns	ns	ns

*:SW= Shapiro-Wilk test

عســـکری و همکاران (Askari *et al*., 2019) نیز دامنه بالای سه عنصر یاد شده را در دیم‌زارهای منطقه یاسوج بسیار بیشتر از نتایج پژوهش حاضر بیان داشتند. شاید دلیل کاهش غلظت عناصر غذایی کم مصرف آهن، مس و منگنز در پژوهش حاضر بالا بودن ۴ برابری دامنه بالای مقدار کربنات کلســیم در پژوهش حاضــر در مقایســه با نتایج فیضــی اصــل و همکاران (Feiziasl *et al*., 2009) می‌باشد که این امر منجر به کاهش قابلیت جذب عناصر

یادشده گردیده است (Zeng *et al.*, 2016). بیشترین پراکنش داده‌ها در هر شهرستان برای ویژگی‌های هدایت الکتریکی، اسیدیته گل اشباع، کربن آلی، کربنات کلسیم، نیتروژن کل، فسفر، پتاسیم، آهن، روی، مس و منگنز قابل جذب در خاک به ترتیب مربوط به شهرستان‌های مهاباد (۳۵ در صد)، سقز (۲/۵ در صد)، شاهین‌دژ (۴۵ در صد)، سقز (۵۰ در صد)، شاهین‌دژ (۱۹ در صد)، سقز (۴۳ در صد)، مهاباد (۳۹ در صد)، شاهین‌دژ (۳۷ در صد)، بوکان (۳۲ در صد)، شاهین‌دژ (۶۸ در صد) و شاهین‌دژ (۳۶ درصد) می باشد. میانگین ضریب تغییرات ویژگی‌های مورد بررسی در هر شهرستان نشان می‌دهد، شاهین‌دژ با ۳۲/۴ در صد (با دامنه ۱/۷ در صد برای pH الی ۶۸ در صد برای Cu) دارای بیشترین پراکنش و سقز با ۲۷/۴ درصد (با دامنه ۲/۵ درصد برای pH الی ۵۱ درصد برای Cu) دارای کمترین ضریب تغییرات می‌باشد. همچنین بر اساس میانگین ضریب تغییرات در شهرستان‌های مختلف، pH با میانگین ۲ درصد کمترین پراکنش و مس قابل جذب با ۵۴ درصد بیشترین پراکنش را دارند. بر اساس این نتایج، به ترتیب میانگین پراکنش ویژگی‌های مس، فسفر، کربنات کلسیم معادل و پتاسیم دارای دقت خیلی کم و اسیدیته گل اشباع و نیتروژن کل دارای دقت خیلی زیاد و سایر صفات دارای دقت کم می‌باشند (جدول ۳).

مقادیر بالای NIV برای ویژگی هدایت الکتریکی (EC) تصویر واضحی از نمک‌های موجود در محلول خاک را نشان می‌دهد که نقش مهمی در شوری خاک ایفا می‌کند. این در حالی است که، مقدار NIV مربوط به EC در تمامی مناطق مورد مطالعه در گروه پایین قرار دارند که نشان می‌دهد، خاک این مناطق شور نمی‌باشد. بر خلاف هدایت الکتریکی، مقدار شاخص NIV برای ویژگی pH نشان می‌دهد، در تمامی مکان‌های مورد بررسی مقدار این شاخص در کلاس زیاد قرار دارد و این بیشتر به دلیل آهکی بودن مناطق مورد مطالعه می‌باشد (جدول ۴ و شکل ۲). فیضی اصل و همکاران (Feiziasl *et al.*, 2009) نیز گزارش کردند در دیم‌زارهای شمال‌غرب کشور، مقدار هدایت الکتریکی در کلاس کم (کمتر از ۱ دسی‌زیمنس بر متر) و pH در کلاس زیاد قرار دارد که با نتایج حاصل از شاخص NIV در پژوهش حاضر مطابقت دارد. شاخص NIV برای کربن آلی نشان می‌دهد که ۲۲ درصد اراضی مورد بررسی در کلاس کم (آیدیشه، ساروجه، داشبند و قرمیش)، ۷۲ درصد در کلاس متوسط (کانی شقاقان، ینگی کند، برده رشان_ گوک تپه، برهان، سرا ، جوانمرد، کهریزه، کانی طومار، شرف کند، عرب اوغلو، یکشوه، جمبوغه و قره کند) و ۶ در صد در کلاس زیاد (قره بلاغ) قرار دارند (جدول ۴ و شکل ۲). در حالی که در کلاس‌بندی عمومی، ۶ در صد اراضی در کلاس کم (کمتر از ۰/۶ در صد)، ۸۸ در صد در کلاس متوسط (۰/۶ تا ۱/۰ درصد) و ۶ درصد در کلاس زیاد (بیش از ۱/۰ درصد) قرار می‌گیرند (جدول ۲) و این تفاوت دو روش NIV و کلاس‌بندی عمومی را کاملاً آشکار می‌سازد. اهمیت ماده آلی در خاک، در تعریف خاک نهفته است، به‌طوری که وضعیت حاصلخیزی خاک را به عنوان یک ویژگی منحصر به فرد متمایزکننده خاک حاصلخیز از سنگ بستر و خاک‌های غیرحاصلخیز تشخیص می‌دهد. ماده آلی حاصلخیزی خاک را افزایش، وضعیت عناصر غذایی را بهبود و فرسایش و رواناب را کنترل می‌کند. به‌علاوه عامل اصلی بهبود ساختمان خاک، مقدار رطوبت و وضعیت عناصر غذایی خاک می‌باشد (Ravikumar & Somashekar, 2013).

کلاس‌بندی میزان کربنات کلسیم از طریق شاخص NIV نشان می‌دهد، ۳۳ درصد از اراضی مورد بررسی از لحاظ این ویژگی در کلاس زیاد (قرمیش، ساروجه، قره کند، برهان، کهریزه و یکشوه)، ۶۱ در صد در کلاس متوسط (جوانمرد، ینگی کند، شرف کند، عرب اوغلو، سرا ، کانی طومار، آیدیشه، جمبوغه، داشبند، کانی شقاقان و قره بلاغ) و ۶ درصد در کلاس کم (برده رشان- گوک تپه) قرار دارند (جدول ۴ و شکل ۲). در گروه‌بندی معمولی ۹۴ درصد از اراضی از لحاظ کربنات کلسیم معادل در کلاس زیاد و ۶ در صد در کلاس متوسط (کانی شقاقان) قرار دارند. بر این اساس، هیچ منطقه‌ای در کلاس کم (کمتر از ۳ درصد) کربنات کلسیم قرار ندارد (جدول ۲). بنابراین هر دو روش، نتایج کاملاً متفاوتی را از لحاظ کلاس‌بندی کربنات کلسیم معادل ارائه می‌دهند.

نتایج پژوهش‌های انجام گرفته در عرصه دیم نشان می‌دهد که نیتروژن مهمترین عامل محدودکننده رشد گندم پس از آب در دیم‌زارهای ایران بشمار می‌آید (Feiziasl *et al.*, 2014). مطابق نتایج در ۱۲ درصد از دیم‌زارهای مورد بررسی، میزان نیتروژن کل در کلاس

زیاد (قره بلاغ و کانی طومار) و در سایر مناطق (۸۸ درصد) در کلاس متوسط قرار دارند. به بیان دیگر، بر اساس شاخص NIV در هیچکدام از ۱۸ منطقه مورد بررسی مقدار نیتروزن کل در کلاس کم نیست (جدول ۴ و شکل ۲). کلاس‌بندی عمومی نیتروژن کل در خاک نشان می‌دهد که در ۹۴ درصد از ۱۸ منطقه مورد بررسی، نیتروژن متوسط و ۶ درصد زیاد می‌باشد (جدول ۲). بنابراین استنباط می‌شود، در تمامی مناطق مورد بررسی، میزان نیتروژن کل در حد مطلوب قرار دارد و ظاهراً باید بتواند نیاز نیتروژنی گندم دیم را در این منطقه تامین نماید. با وجود این، اگرچه کافی بودن نیتروژن کل در خاک تاحدودی می‌تواند دلیلی بر کفایت نیتروژن معدنی در بلند مدت در این اراضی باشد اما نیاز نیتروژنی گندم دیم از طریق نیتروژن معدنی (نیترات + آمونیم) تأمین می شود و بر این اساس، برای تولید بیش از ۲/۵ تن عملکرد دانه گندم دیم ۴۱ کیلوگرم در هکتار نیتروژن معدنی (۱۸ میلی‌گرم در کیلوگرم نیتروژن معدنی) در عمق ۴۰-۰ سانتی‌متری در اوایل ساقه‌دهی در این مناطق مورد نیاز می باشد (Feiziasl *et al.*, 2016). بنابراین چنانچه نیتروژن کل حاصل از ماده آلی کافی و زیاد از لحاظ کلاس‌بندی قادر به تأمین این مقدار نیتروژن معدنی در خاک بود، کشاورزان نیازی به مصرف کود نیتروژنی برای تولید گندم دیم در این مناطق نداشتند ولی مشاهدات مزرعه‌ای و نتایج آزمایش‌های کودی نشان می‌دهد که تولید گندم دیم در این اراضی متکی به مصرف کودهای نیتروژنی است (Feiziasl *et al.*, 2014). این نتایج نشان می‌دهد، با توجه به اینکه میزان نیتروژن کل ارتباط نزدیکی با ماده آلی خاک و در نتیجه کربن آلی دارد (شکل ۳)، احتمالاً یکی از دلایل وضعیت مطلوب نیتروژن کل در این مناطق به همین امر برمی‌گردد که در بیشتر دیم‌زارهای مورد بررسی وضعیت کربن آلی در حد مطلوب قرار دارد. یکی دیگر از دلایل آن شاید به مصرف کودهای نیتروژنی توسط کشاورزان برای تولید بهینه گندم دیم در این مناطق مربوط می شود، زیرا همانطوری‌که مطرح شد احتمالاً نزدیک به زمان نمونه‌برداری خاک در این مزارع کود نیتروژنی مصرف شده بود.

فسفر بعد از نیتروژن دومین عنصر غذایی پرمصرف مورد نیاز گیاهان است و یکی از مهمترین عناصر غذایی محدودکننده رشد گیاهان، در سراسر جهان می‌باشد (Chapin, 1980). کمبود فسفر و نیز قدرت جذب پایین این عنصر توسط گیاه یکی از مسائل مهم در سیستم‌های زراعی در مناطق خشک و نیمه خشک می‌باشد (Shahabifar *et al.*, 2019). در خاک‌های آهکی فسفر توسط گیاه برای توسعه مراحل مختلف رشد آن مورد استفاده قرار می‌گیرد. با توجه به ارزش شاخص عنصر غذایی فسفر، در ۹۴ در صد از اراضی مقدار فسفر قابل جذب در کلاس کم و در ۶ درصد در کلاس متوسط (کانی شقاقان) قرار دارد (جدول ۴ و شکل ۲). در حالی که در کلاس‌بندی عمومی فسفر، ۱۲ درصد از اراضی در کلاس متوسط و ۸۸ درصد در کلاس کم قرار دارند (جدول ۲). این نتایج نشان می‌دهد، در اغلب مزارع مقدار فسفر قابل جذب کم بوده و برای تولید محصول بهینه گندم دیم نیاز به مصرف کودهای فسفری وجود دارد. فیضی اصل و همکاران (Feiziasl *et al.*, 2004)، حد بحرانی این عنصر را در خاک برای گندم دیم ۱۰ میلی‌گرم در کیلوگرم محاسبه نمودند که تا به امروز مبنای توصیه کودهای فسفری برای گندم دیم در مناطق سرد و نیمه سرد می‌باشد (Moshiri *et al.*, 2014).

پتاسیم دارای نقش‌های مهم و متعددی در فتوسنتز و تنفس، از جمله انتقال مواد فتوسنتزی به اندام‌های مصرف کننده، حفظ فشار تورژسانس، مقابله با تنش خشکی، فعال کردن آنزیم‌ها و متابولیسم نیتروژن می باشد (Marschner, 1995). همانطور که ارزش شاخص عنصر غذایی پتاسیم نشان می‌دهد، وضعیت این عنصر در تمامی اراضی مورد بررسی در کلاس زیاد قرار دارد (جدول ۴ و شکل ۲). کلاس‌بندی عمومی پتاسیم قابل جذب در خاک نیز این نتایج را تائید می‌نماید که در تمامی مناطق مقدار پتاسیم قابل جذب در کلاس زیاد می باشد (جدول ۲). بنابراین اگرچه پتاسیم فرآیندهای متابولیکی مختلفی را مانند فعال کردن آنزیم، کنترل اسمزی، تولید و تقسیم کربوهیدرات‌ها و تعادل آنیون‌ها با کاتیون‌ها در گیاه را بر عهده دارد، اما نقش حیاتی آن را در شرایط تنش خشکی در دیم‌زارها و دمای بالا مبنی بر افزایش کارایی مصرف آب و همچنین رشد گیاه هرگز نمی‌توان نادیده گرفت (Dehghani Tafti *et al.*, 2017). با وجود این، به دلیل زیادی این عنصر در خاک، مصرف کودهای پتاسیمی در این اراضی برای

گندم دیم هرگز توصیه نمی‌شود، زیرا انجام چنین کاری منجر به برهم زدن تعادل تغذیه‌ای گیاه و کاهش جذب برخی از عناصر غذایی مانند آهن و روی و کیفیت دانه در گندم دیم می‌شود (Hasanuzzaman *et al*., 2018).

در مناطق مورد بررسی ارزش شاخص عنصر غذایی آهن، در ۱۲ درصد (قره بلاغ و کهریزه) در کلاس متوسط و در سایر مناطق (۸۸ درصد) در کلاس کم قرار دارد که این امر نشان‌دهنده کمبود آهن بخش اعظمی از مناطق مورد بررسی است (جدول ۴ و شکل ۳). کلاس‌بندی مرسوم نیز با اندکی اختلاف ۶ درصد مناطق مورد بررسی را دارای کفایت آهن و ۹۴ درصد را دارای کمبود، پیش‌بینی می‌کند (جدول ۲). با توجه به تراکم کشت و استفاده کمتر از کود آهن در مزارع دیم و همچنین شرایط آهکی خاک‌های این مناطق، کمبود آهن دور از انتظار نمی‌باشد. ارزش شاخص عنصر غذایی روی در مناطق مورد مطالعه متفاوت از آهن می‌باشد، به این صورت که در ۳۳ درصد اراضی کمبود روی (قرمیش، ساروجه، کانی شقاقان، ینگی کند و برهان)، در ۳۹ درصد کفایت این عنصر و در ۲۸ درصد بیش از حد مطلوب (آیدیشه، داشبند، قره بلاغ، برده رشان_ گوک تپه و کهریزه) وجود دارد (جدول ۴ و شکل ۳). این در حالی است که کلاس‌بندی مرسوم نتیجه دیگری را نشان می‌دهد. در این روش، ۱۱ درصد اراضی دارای کمبود روی (شرف کند و ینگی کند)، ۸۹ درصد دارای کفایت و ۲۲ درصد بیش از مقادیر مطلوب می‌باشد (جدول ۲). امروزه بیش از دو میلیار نفر انسان در کره زمین به‌ویژه در مناطقی که مصرف اصلی غذا و کالری روزانه آنها از محصولات زراعی مانند گندم تامین می‌شود، با کمبود عنصر روی مواجه هستند که این امر باعث رشد کم و کاهش ایمنی آنها شده است (Velu *et al*., 2018). از آنجایی که روی یکی از عناصر ضروری جهت تغذیه گیاه بوده و مطالعات نشان می‌دهد، در شرایط شوری و خشکی، مصرف کودهای حاوی روی موجب افزایش تحمل گیاه به تنش خشکی و در نتیجه افزایش عملکرد می‌شود (Cakmak, 2009)، لذا مصرف این عنصر به ویژه در مکان‌های دارای کمبود روی توصیه می‌شود. مس از دیگر عناصر غذایی کم‌مصرف می‌باشد که در ۱۰۰ درصد مناطق مورد بررسی از نظر ارزش شاخص عنصر غذایی در حد کمبود می‌باشد، به طوریکه مقدار شاخص NIV برای این عنصر غذایی در تمامی مناطق برابر ۱ است که نشان‌دهنده کمبود آن در تمامی دیم‌زارهای مناطق مورد بررسی است (جدول ۴ و شکل ۲). ذکر این نکته ضروری است که کلاس‌بندی عمومی نیز چنین نتیجه‌ای را نشان می‌دهد و هماهنگی این دو روش در خصوص عنصر مس در اراضی مورد بررسی مورد تائید می‌باشد (جدول ۲). میران و صمدی (۱۳۹۱) نیز کمبود این عنصر را در مزارع چغندرقند نزدیک به محدوده اراضی مورد بررسی در پژوهش حاضر گزارش کرده اند. منگنز یک عنصر ضروری است که در تشکیل و سنتز کلروفیل نقش دارد. کمبود منگنز باعث اختلال در سنتز کربوهیدرات می‌شود که منجر به کاهش رشد و کاهش باروری می‌گردد (Beg & Chaurey, 2018). وضعیت ارزش شاخص عنصر غذایی منگنز در دیم‌زارهای مورد بررسی مشابه عنصر مس می‌باشد. در این مناطق نیز ۱۰۰ درصد مزارع از لحاظ مقادیر NIV در گروه کمبود قرار دارند (جدول ۴ و شکل ۲) که این نتیجه را کلاس‌بندی عمومی این عنصر نیز کاملاً نشان می‌دهد (جدول ۲). این امر نشان می‌دهد که دیم‌زارهای این مناطق از نظر عناصر کم‌مصرف به ویژه مس و منگنز وضعیت مطلوبی ندارند.

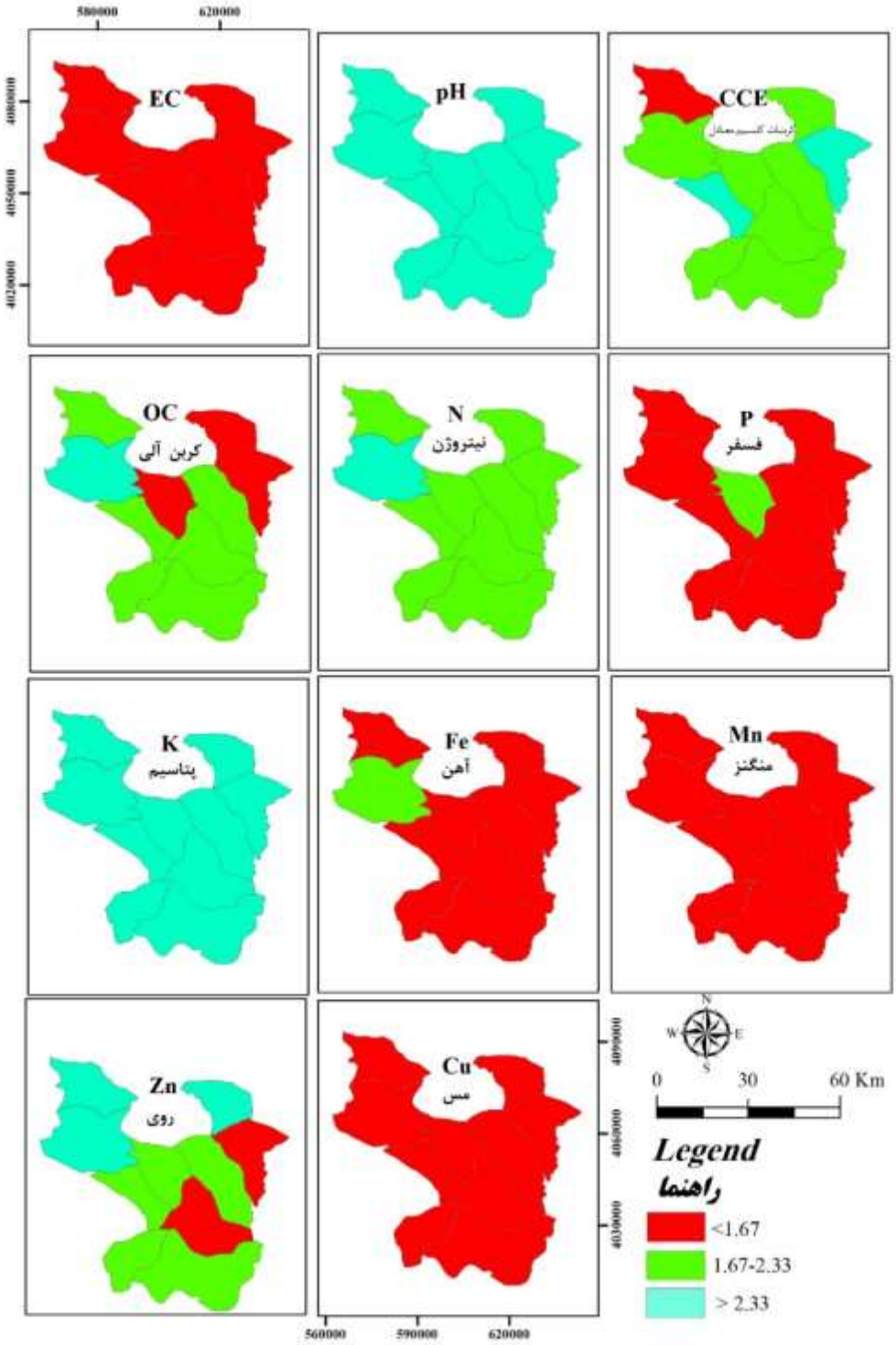
در مطالعه‌ای که توسطه راوی کومار و و سوماشکرا (Ravikumar & Somashekra, 2013) در هندوستان انجام گرفت نشان داده شد که مقادیر کربن آلی (۰/۰۶ تا ۱/۲ درصد)، نیتروژن قابل دسترس (۶/۲۷ تا ۲۵/۰۹ کیلوگرم در هکتار)، فسفر قابل دسترس (۲/۲۴ تا ۹۴/۰۸ کیلوگرم در هکتار) و پتاسیم قابل دسترس (۲۰/۱۰ تا ۴۱۲/۳ کیلوگرم در هکتار) متغیر بودند که با توجه به شاخص NIV محا سبه شده برای مقادیر کربن آلی، نیتروژن و فسفر دامنه کم تا متوسط، و برای پتاسیم محدوده کمبود ارزیابی شد که نتایج آنها تا حدودی با نتایج پژوهش حا ضر همخوانی دارد به ا ستثنای پتا سیم که مغایر با نتایج پژوهش حاضر می‌باشد. شاید بتوان علت این امر را به مواد مادری تشکیل دهنده این خاک‌ها و شرایط اقلیمی (به ویژه بارندگی) حاکم بر آنها نسبت داد، زیرا در شرایط کشور هندوستان بارندگی‌ها و همچنین میانگین دمای سالانه بسیار بالاتر از شرایط شمال‌غرب ایران می‌باشد که این مسئله به آزادسازی پتاسیم از مواد مادری و شستشوی آن به لایه‌های پائین کمک می‌کند (Marschner, 1995).

جدول ۴- مقادیر NIV عناصرغذایی مختلف و همچنین pH، EC، OC و $CaCO_3$ در مناطق مورد مطالعه

Table 4. NIV values of different nutrients, as well as pH, EC, OC and CaCO3 in the studied regions

Location	NIV										
	EC	pH	OC	CaCO3	Total N	P	K	Fe	Zn	Cu	Mn
Arab Oghloo	1.11	3	2.11	2.00	2.11	1.22	2.67	1.44	1.89	1	1.00
Barderashan-Gooktapeh	1.25	3	2.00	1.50	2.25	1.00	3.00	1.50	2.50	1	1.25
Borhan	1.20	3	2.00	2.40	2.00	1.20	2.80	1.20	1.20	1	1.00
Dashband	1.14	3	1.57	1.71	2.00	1.29	2.86	1.00	2.57	1	1.00
Gareh Bolagh	1.00	3	3.00	1.67	2.67	1.00	3.00	2.00	2.50	1	1.17
Ghareh Kand	1.00	3	2.29	2.43	2.14	1.14	2.86	1.29	2.00	1	1.00
Ghormish	1.00	3	1.60	2.80	1.80	1.60	2.80	1.00	1.60	1	1.00
Idisheh	1.50	3	1.25	1.75	2.00	1.00	2.75	1.50	2.75	1	1.25
Javanmard	1.00	3	2.00	2.33	2.00	1.17	3.00	1.33	1.83	1	1.00
Jambogheh	1.25	3	2.25	1.75	2.25	1.50	3.00	1.25	2.00	1	1.50
Kahrizeh	1.00	3	2.00	2.40	2.00	1.20	3.00	1.80	2.40	1	1.20
Kani Shghaghan	1.00	3	1.67	1.67	2.00	2.00	3.00	1.00	1.33	1	1.00
Kani Tomar	1.40	3	2.00	1.80	2.40	1.00	3.00	1.40	2.00	1	1.20
Sara-Saghez	1.00	3	2.00	1.88	2.25	1.25	3.00	1.13	1.88	1	1.13
Sarojeh	1.00	3	1.50	2.50	2.00	1.00	3.00	1.00	1.50	1	1.00
Sharaf Kand	1.00	3	2.00	2.00	2.00	1.00	2.67	1.67	1.33	1	1.00
Yakshaveh	1.20	3	2.20	2.40	2.00	1.10	3.00	1.10	1.70	1	1.10
Yengi Kand	1.00	3	1.83	2.17	2.00	1.00	3.00	1.33	1.33	1	1.17
Mean	1.11	3	1.96	2.06	2.10	1.20	2.91	1.33	1.91	1	1.11
SD	0.16	0	0.38	0.37	0.20	0.27	0.12	0.29	0.48	0	0.14
CV (%)	14	0	19	18	9	22	4	22	25	0	12

در تحقیق دیگری در هندوستان که توسط پرادهان و همکاران (Pradhan *et al.*, 2016) انجام گرفت، مقادیر کربن آلی را متوسط تا زیاد، نیتروژن، فسفر و روی را کم، میزان آهن را متوسط و مقادیر پتاسیم، مس و منگنز را در حدود کفایت به‌دست آوردند که با نتایج پژوهش حاضر کاملا متفاوت است. همان‌طوری‌که بیان شد، علت این امر می‌تواند به شرایط آب و هوایی و و ضعیت حاکم بر خاک‌ها مربوط باشد، به‌طوری‌که pH خاک آنها کمی اسیدی تا قلیایی بوده و در این شرایط قابلیت دسترسی عناصر آهن، روی، مس و منگنز افزایش می‌یابد، در حالی که خاک‌های مناطق مورد مطالعه در پژوهش حاضر قلیایی هستند.



شکل ۲- نقشه ارزش شاخص عناصر غذایی خصوصیات مختلف خاک و عناصر غذایی در شهرستان‌های بوکان، سقز، شاهین دژ و مهاباد

Figure 2. The maps of the nutrients index values of different nutrients and soil properties in the cities of Bukan, Saqqez, Shahin Dezh and Mahabad

نتیجه‌گیری کلی

در بین ویژگی‌های مورد بررسی خاک، مقدار مس قابل جذب و کربنات کلسیم، کمترین و اسیدیته گل اشباع بیشترین دقت اندازه‌گیری را به خود اختصاص دادند. با استفاده از شاخص NIV، خاک دیم‌زارهای مورد بررسی بدون شوری با قلیائیت بالا (pH) ارزیابی شد. در تمامی مزارع میزان پتاسیم قابل جذب در حد بالا اما عناصر غذایی فسفر، منگنز، آهن، مس قابل جذب برای تولید گندم دیم کم شناسایی شد. میزان کربنات کلسیم معادل، نیتروژن کل و کربن آلی در اغلب مزارع در حد بهینه می‌باشد. با توجه به نتایج به دست آمده، به منظور افزایش کمی و کیفی تولید گندم دیم، نیاز به مصرف عناصر غذایی فسفر، منگنز، آهن و مس در بیشتر دیم‌زارها وجود دارد. اما میزان مصرف دقیق آن بایستی از طریق آزمون خاک برآورد گردد.

Refrences

Adolfo C.C., Klaudia O.L., Jorge E.B., and Claudia H.M. 2007. Exploring the effect of changes in land use on soil quality on the eastern slope of the Cofre de Perote Volcano (Mexico). *Forest Ecology and Management*, 248 (3): 174-182.

Askari S., Owliaie H.R., Safari Y., Sedghi and Asl M. 2019. Spatial variability of some soil fertility characteristics as affected by land use change, Yasouj region. *Journal of Soil Management and Sustainable*, 9 (1): 65-81.

Beg K., and Chaurey R., 2018. Assessment of soil fertility and nutrients status of Simrawal and part of Asrawal watershed, Tons sub-Basin, Ganga Basin.

Buol S. W., Sanchez P. A., Cate JR R. B., and Granger M. A. 1975. Soil Fertility Capability Classification System for fertility management. P. 126-145. In soil management in tropical America. E. Bornemisza and A. Alvarado, Eds. North Carolina State University, Raleigh, North Carolina.

Buol S. W., 1986. Fertility Capability Classification System and its utilization. Soil Management under Humid Conditions in Asia and Pasific ASIALAND. IBSRAM, Bangkok, pp. 318-331.

Brejda J.J., Moorman T.B., Karlen D.L., and Daoan T.H., 2000. Identification of regional soil quality factors and indicators I. Central and Southern High Plains. *Soil Science Society of America Journal* 64 (6): 2115-2124.

Bremner J.M., and Mulvaney C., 1982. Nitrogen—Total 1. Methods of Soil Analysis. Part 2. Chemical and microbiological properties (Methods of Soil Analysis 2), pp. 595-624.

Burt R., 2004. Soil survey laboratory methods manual.

cakmak I., 2009. Enrichment of fertilizers with zinc: An excellent investment for humanity and crop production in India. *Journal of trace elements in medicine and biology*, 23 (4): 281-289.

Carter M., Andrews S., Drinkwater L., Schjonning P., Christensen B., and Elmholt S., 2004. Systems approaches for improving soil quality. Managing Soil Quality: Challenges in Modern Agriculture, 261-281.

Chapin III, F.S. 1980. Nutrient allocation and responses to defoliation in tundra plants. *Arctic and Alpine Research* 12 (4): 553-563.

Dadhwal K., Mandal D., and Shrimali S., 2011. Soil quality index for different land use systems in northwestern hilly region of India. *Journal of the Indian Society of Soil Science*, 59 (2): 169-176.

Dehghani Tafti A., Shamsi H., Morovati A., Babaei Zarch M., and Dehghani Tafti M. 2017. 'Evaluation of different amount of potassium sulphat on yield and yield components of Hulless Barley (*Hordeum vulgare* L.) under different irrigation regims. *Environmental Stresses in Crop Sciences*, 10(2): 213-223. (In Persian)

Feiziasl V., Valizadeh G, R., Toshih V., Taliei A. A., and Belson V. 2003. Determination of critical levels of soil micronutrients for dryland wheat in the North West of Iran. *Jornal of Agronomy and Plant Breeding*, 5 (4): 236-249. (In Persian)

Feiziasl V., Kasraei R., Moghaddam M., and Valizadeh G. R. 2004. Investigation on uptake limitation and nutrient deficiency diagnosis at applied phosphorus and zinc fertilizers by different methods in Sardari wheat. *Journal of Agricultural Sciences and Natural Resources*, 11: 23-33. (In Persian)

Feiziasl V., Jafarzadeh J., Pala M. and Mosavi S.B. 2009. Determination of critical levels of micronutrients by plant response column order procedure for dryland wheat (*T. aestivum* L.) in Northwest of Iran. *International Journal of Soil Science*, 4: 14-26. (In Persian)

Feiziasl V., Fotovat A., Astaraei A.R., Lakzian A., and Mousavi S. B. 2014. Effect of optimized nitrogen application in reducing drought stress effect on grain yield of some rainfed bread wheat genotypes. *Seed and Plant Production Journal*, 30 (2): 169-198. (In Persian)

Feiziasl V., Fotovat A., Astaraei A., Lakzian A., Mousavi Shalmani M.A. and Khorasani A. 2016. Calibration of soil available nitrogen and water content with grain yield of dry land wheat. *Journal of Water and Soil*, 30 (5): 1556-1573. (In Persian)

Hasanuzzaman M., Bhuyan M.H.M.B., Nahar K., Hossain M.S., Mahmud J.A., Hossen M.S., Masud A.A.C., and Moumita Fujita M. 2018. Potassium: A vital regulator of plant responses and tolerance to abiotic stresses. *Agronomy*, 8, 31.

Jackson M.L., 1958. Soil Chemical Analysis. Prentice Hall Inc, USA, 183-204.

Jenny H. 1980. The Soil Resource: Origen and behavior.

Juo A.S., and Manu A. 1996. Chemical dynamics in slash-and-burn agriculture. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 58 (1): 49-60.

Karlen D., Mausbach M.J., Doran J., Cline R., Harris R., and Schuman G. 1997. Soil quality: a concept, definition, and framework for evaluation (a guest Editorial). *Soil Science Society of America Journal*, 61 (1): 4-10.

Karlen D.L., Ditzler C.A., and Andrews S.S. 2003. Soil quality: why and how? *Geoderma*, 114 (3-4): 145-156.

Katyal J. 2003. Soil fertility management: A key to prevent desertification. *Journal of the Indian Society of Soil Science*, 51 (4): 378-387.

Kumar M., Singh S., Raina P., and Sharma B. 2011. Status of available major and micronutrients in arid soils of Churu district of western Rajasthan. *Journal of the Indian Society of Soil Science*, 59 (2): 188-192.

Kumar, R., Hazra G.C., Das R., Majumder S.P., and Das A.C. 2019. Nutrient index of available s in soils of howarah and south dinajpur districts of west Bengal, India. *Journal of Current Micobiology and Applied Sciences*, 8 (4): 1024-1032.

Lindsay W.L., and Norvell W.A. 1978. Development of a DTPA soil test for zinc, iron, manganese, and copper 1. *Soil science society of America journal*, 42 (3): 421-428.

Marschner H. 1995. Mineral Nutrition of Higher Plants. 2nd Edition, H. Marschner. Academic Press, NY pp.

Miran N., and Samadi A. 2012. Evaluation of nutritional status of sugar beet using Diagnostic and Recommendation Integrated System (DRIS) in comparison with Deviation from Optimum Percentage (DOP) in western Azerbaijan province. *Journal of Science and Technology of Agriculture and Natural Resources*, 16 (61 (B)): 197-206. (In Persian)

Mondal K., and Ramkala R. 2016. Fertility map and horizontal soil potassium status of north-eastern region of Haryana. *Journal of Applied and Natural Science*, 8 (4): 2077-2080.

Moshiri F., Shahabi A.A., Keshavarz P., Khoogar Z., Feiziasl V., Tehrani M.M., Asadirahmani H., Samavat S., Qeibi M.N., Sadri M.H., Rashidi N., and Khademi Z. 2014. Guidelines for integrated soil fertility and plant nutrition management of wheat. Sana Press, Tehran. (In Persian)

Nelson D.W., and Sommers L.E., 1996. Total Carbon, Organic Carbon, and Organic Matter. Methods of Soil Analysis part 3—chemical methods, pp. 961-1010.

Olsen S.R. 1954. Estimation of available phosphorus in soils by extraction with sodium bicarbonate. United States Department of Agriculture; Washington.

Parker F., Nelson W., Winters E., and Miles I. 1951. The broad interpretation and application of soil test information. *Agronomy Journal* 43 (3): 105-112.

Pradhan A., Maske M., Sayre M., and Sadatpure M. 2016. Assessment of physico-chemical parameters and nutrient availability in soils of arvi and karanja blocks of wardha district, Maharashtra. *Agropedology*, 26 (02): 237-241.

Quine T.A., and Zhang Y., 2002. An investigation of spatial variation in soil erosion, soil properties, and crop production within an agricultural field in Devon, United Kingdom. *Journal of Soil and Water Conservation*, 57 (1): 55-65.

Ravikumar P., and Somashekar R.K. 2013. Evaluation of nutrient index using organic carbon, available P and available K concentrations as a measure of soil fertility in Varahi River basin, India. Proceedings of the International Academy of Ecology and Environmental Sciences, 3 (4): 330.

Shahabifar J. Panahpour E., Moshiri F., Gholami A., and Mostashari M. 2019.The Effect of organic and chemical fertilizers on the uptake of phosphorus and activity of acidic and alkaline phosphatase enzymes in wheat. *Applied Soil Research*, 7(3):150-163. (In Persian)

Torabi Golsefidi H., Givi J., and Karimian E. 2005. Evaluation of Soils under rice cultivation using FCC and parametric comparison in Guilan province. *Journal of Reseach and Construction in Agriculture and Horticulture*, 68: 20-31. (In Persian)

USDA-ERS. 1997. Agricultural Resources and Environmental Indicators 1996–1997. Agricultural Handbook, 712. U.S. Gov. Print. Office, Washington DC, USA.

Vieira S.R., and Paz Gonzalez A. 2003. Analysis of the spatial variability of crop yield and soil properties in small agricultural plots. *Bragantia* 62 (1): 127-138.

Velu G., Ortiz-Monasterio I., Cakmak I., Hao Y. and Singh R. 2018. Biofortification strategies to increase grain zinc and iron concentrations in wheat. J. *Cereal Science*, 59: 365–372.

Warren A., and Agnew C. 1988. An assessment of desertification and land degradation in arid and semi-arid areas. IIED, International Institute for Environment and Development.

Yadav, R., and Meena M. 2009. Available micronutrients status and their relationship with soil properties of Degana soil series of Rajasthan. *Journal of the Indian Society of soil science*, 57 (1): 90-92.

Zhang W., and Zhang X. 2007. A forecast analysis on fertilizers consumption worldwide. *Environmental Monitoring and Assessment* 133 (1-3): 427-434.

Zeng W.-A., Li F., Zhou H., Qin X.-L., Zou Z.-J., Tian T., Zeng M., and Liao B.-H. 2016. Effect of calcium carbonate on cadmium and nutrients uptake in tobacco (*Nicotiana tabacum* L.) planted on contaminated soil. *Journal of Environmental Biolology*, 37: 163-168.

The Performance of Nutrient Index Value (NIV) in Evaluation of Dryland Fertility

Naser Miran[1], Mir Hasan Rasouli-Sadaghiani[2]*, Vali Feiziasl[3], Ebrahim Sepehr[2], Mehi Rahmati[4], Salman Mirzaee[5]

(Received: December 2019 Accepted: June 2020)

Abstract

Soil fertility represents the soil ability to provide optimal plant growth conditions. Information on soil fertility status and preparation of related maps, plays an essential role in sustainable agricultural planning, maximizing economic benefits, maintaining soil quality, and preventing environmental degradation. In order to evaluate soil fertility status in some drylands in south of western Azerbaijan province and north of Kurdistan province, 101 samples were randomly collected and different soil properties such as pH, electrical conductivity (EC), calcium carbonate equivalent (CCE), and total nitrogen (N), phosphorus (P), potassium (K), iron (Fe), manganese (Mn), zinc (Zn), and copper (Cu) were measured. Nutrient Index Value (NIV) was used to interpret the results and map soil fertility. The results showed that 100% of the soil EC and pH of areas were classified in the low and high classes, respectively. Organic carbon (OM) and CCE were in the medium class in 72% and 61% of the areas, respectively. Total Nitrogen in 94% of areas in medium class, available P in 94% of areas in low class, K in almost 100% in high class, available Fe in 88% of areas in low class, Zn in 33% in low class, 39% in adequate class, and 28% in high class, Cu and Mn available in 100% of areas are in low class. It can be concluded that NIV method is useful to evaluate soil fertility status and its predictions conform to the reported critical level for rainfed wheat.

Keywords: Nutrient Index Value, Product performance, Soil Fertility Map

Miran N., Rasouli-Sadaghiani M. H., Feiziasl V., Sepoehr E., Rahmati M. and Mirzaee S. 2021. The performance of Nutrient Index Value (NIV) in evaluation of dry land. *Applied Soil Research*, 9(1): 57-71.

1. Former Ph.D Student, Department of Soil Science, Faculty of Agriculture, Urmia University, Urmia, Iran
2. Professor, Department of Soil Science, Faculty of Agriculture, Urmia University of Iran
3. Assistant Professor, Dryland Agricultural Research Institute (DARI), Agricultural Research Education and Extension Organization (AREEO), Maragheh, Iran
4. Assistant Professore, Department of Soil Science, Faculty of Agriculture,Maragheh University, Maragheh, Iran
5. Former Ph.D. Department of Soil Science, Faculty of Agriculture, Shahrekord University, Shahrekord, Iran
*Corresponding Author Email: m.rsadaghiani@urmia.ac.ir