

## پیش‌بینی توزیع مکانی ماده آلی و نیتروژن خاک در اراضی تحت آبیاری (مطالعه موردی: دشت آبرسد - دماوند استان تهران)

سیده انسیه فرامرزی<sup>۱</sup>، ابراهیم پذیرا<sup>۲</sup>، محمد حسن مسیح آبادی<sup>۳\*</sup>، علی محمدی ترکاشوند<sup>۴</sup>، بهارک معتمد وزیری<sup>۵</sup>

(تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۰۶/۰۶ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۰۸/۱۱)

### چکیده

مقدار ماده آلی و نیتروژن خاک از ویژگی‌های مهم خاک هستند که پیوند عمیقی با خصوصیات تولیدی خاک دارند. در این راستا، مطالعه تغییرات مکانی این ویژگی‌ها در اراضی تحت آبیاری بسیار اهمیت دارد زیرا بخش قابل توجهی از نیاز غذایی جامعه از این اراضی به دست می‌آید. بر این اساس، تحقیق حاضر به منظور تخمین تغییرپذیری مکانی محتوای ماده آلی و نیتروژن اراضی تحت آبیاری با استفاده از شاخص استاندارد شده بازتابش طیفی در بخشی از اراضی دشت آبرسد شهرستان دماوند استان تهران انجام شد. نمونه‌برداری از خاک سطحی (۰-۳۰ سانتی‌متری) در ۶۰ نقطه از اراضی تحت آبیاری انجام شد و مقدار ماده آلی و نیتروژن خاک اندازه‌گیری گردید. سپس، شاخص استاندارد شده بازتابش طیفی تصاویر ماهواره لندست ۸ به دست آمد. در نهایت رابطه رگرسیونی بین محتوای ماده آلی و نیتروژن کل با شاخص استاندارد شده بازتابش طیفی محاسبه شد. در انتها، توزیع مکانی محتوای ماده آلی و نیتروژن با استفاده از این شاخص به دست آمد. نتایج نشان داد که بیشترین مقدار ماده آلی و نیتروژن خاک در منطقه مورد مطالعه به ترتیب ۳/۱۹ و ۰/۱۳ و کمترین مقدار به ترتیب ۰/۸۳ و ۰/۰۵ و میانگین کمیت‌های اندازه‌گیری شده به ترتیب ۱/۳۸ و ۰/۰۹ درصد می‌باشد. بررسی رابطه شاخص استاندارد شده بازتابش طیفی و محتوای ماده آلی و نیتروژن خاک نشان داد که این ویژگی‌ها دارای رابطه معناداری با شاخص استاندارد شده بازتابش طیفی هستند. همچنین، ضریب دقت ( $R^2$ ) رابطه رگرسیونی شاخص استاندارد شده طیفی برای تخمین محتوای ماده آلی و نیتروژن خاک به ترتیب ۰/۴۶ و ۰/۵۰ به دست آمد. بر طبق نتایج حاصل از این پژوهش، می‌توان نتیجه گرفت که از داده‌های سنجش از دور برای مدیریت و پایش دقیق‌تر وضعیت ماده خاک و نیتروژن کل اراضی تحت آبیاری می‌توان استفاده کرد.

**واژه‌های کلیدی:** شاخص استاندارد شده بازتابش طیفی، لندست ۸، ماده آلی خاک، نیتروژن خاک.

فرامرزی س.ا.، پذیرا ا.، مسیح آبادی م.ح.، محمدی ترکاشوند ع.، معتمد وزیری ب. ۱۴۰۰. پیش‌بینی مکانی ماده آلی و نیتروژن خاک در اراضی تحت آبیاری (مطالعه موردی: دشت آبرسد - دماوند استان تهران). تحقیقات کاربردی خاک. جلد ۱۰. شماره ۴. صفحه ۹۲-۱۰۵.

- ۱- دانش آموخته دکتری گروه علوم خاک، دانشکده علوم کشاورزی و صنایع غذایی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات، تهران، ایران.
- ۲- استاد گروه علوم خاک، دانشکده علوم کشاورزی و صنایع غذایی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات، تهران، ایران.
- ۳- استادیار گروه علوم خاک، دانشکده علوم کشاورزی و صنایع غذایی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات، تهران، ایران.
- ۴- دانشیار گروه علوم خاک، دانشکده علوم کشاورزی و صنایع غذایی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات، تهران، ایران.
- ۵- استادیار گروه جنگل، مرتع و آبخیزداری، دانشکده منابع طبیعی و محیط زیست، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات، تهران، ایران.

\* پست الکترونیک: [hmasih@yahoo.com](mailto:hmasih@yahoo.com)

## مقدمه

ماده آلی خاک<sup>۱</sup> به عنوان یکی از مهم‌ترین ویژگی‌های خاک که نقش تعیین کننده‌ای در بهبود خواص فیزیکی خاک، حاصلخیزی و دیگر خصوصیات خاک دارد (Jin *et al.*, 2014; Guo *et al.*, 2017; Shi *et al.*, 2017) و امروزه به عنوان شاخص کلیدی در توسعه استفاده از زمین مطرح است (Hong *et al.*, 2019). در این راستا، نقشه‌برداری ماده آلی خاک از اهمیت کلیدی برای دانشمندان، سیاست‌گذاران و کشاورزان برخوردار است (FAO, 2018). آگاهی از توزیع مکانی نیتروژن خاک به عنوان مهم‌ترین عنصر برای حفظ وضعیت رشد و عملکرد بهینه محصولات زراعی از دیدگاه اقتصادی و زیست محیطی حائز اهمیت می‌باشد (Bouaziz *et al.*, 2011; Bonfil *et al.*, 2004). زیرا نقش کلیدی در فرآیندهای فتوسنتز دارد (sinfield *et al.*, 2010) و از نظر کمی، مهم‌ترین عنصری است که گیاهان از خاک جذب می‌کنند (Paungfoo-Lonhienne *et al.*, 2008). گیاهان به طور معمول نیتروژن مورد نیاز خود را به شکل نترات از خاک جذب می‌کنند. مقدار زیادی از نترات که توسط کودها به خاک اضافه می‌شود، از خاک شسته شده و به اعماق می‌رود. افزودن کود بیش از نیاز گیاه، علاوه بر اینکه سبب زیان‌های اقتصادی برای کشاورزان می‌شود، به دلیل تحرک زیاد یون‌های نترات، سبب آلوده شدن رودخانه‌ها و آب‌های جاری می‌شود (Liaghat & Balasundram, 2010). برای رسیدن به محصول با کیفیت برتر و تولید بیشتر، داشتن اطلاعات در مورد توزیع مکانی این ویژگی خاک برای استفاده بهینه از زمین‌های کشاورزی لازم می‌باشد (Asgari *et al.*, 2011; Khosravi Aqdam *et al.*, 2022). مطالعه پارامترهای حاکی مانند ماده آلی و نیتروژن خاک، نیازمند اطلاعات کمی و پیوسته مکانی خاک در مقیاس بزرگ است (MacBratney, 2008; Hartemink and Minasny *et al.*, 2008). چنین اطلاعاتی همیشه در مقیاس مورد نیاز در دسترس نیست (Lagacherie *et al.*, 1995; Greve *et al.*, 2003; MacBratney *et al.*, 2012) و نقشه برداری با دقت بالا همیشه چالش برانگیز، وقت‌گیر و پرهزینه است (Vågen *et al.*, 2016). استفاده از سنجش از دور و تصاویر ماهواره‌ای می‌تواند بر محدودیت‌های ناشی

از روش‌های سنتی غلبه کرده و به عنوان یک جایگزین مناسب پایش کیفیت خاک با امکان نمایش نتایج در مقیاس‌های زمانی و مکانی مختلف به خصوص برای مناطق وسیع‌تر استفاده شود. دوره بازگشت مناسب، قدرت تفکیک مکانی بالا، نظارت بدون وقفه و گردآوری اطلاعات در مقیاس وسیع از مزایایی است که استفاده از تصاویر ماهواره‌ای دارد (Islam & Sado, 2000; Zhang *et al.*, 2009; Zhao *et al.*, 2018). طیف‌سنجی بازتابی پراکنده خاک در محدوده نور مرئی و نزدیک به مادون قرمز<sup>۲</sup> به مادون قرمز کوتاه<sup>۳</sup> (2500-400 نانومتر) یک جایگزین خوب برای اندازه‌گیری خواص خاک فراهم می‌کند (Islam & Ben-Dor *et al.*, 2003). اساس طیف‌سنجی خاک بر این فرض است که غلظت یک ویژگی خاص خاک، به طور خطی به ترکیبی از ویژگی‌های جذب در داخل طیف مرتبط است (Bellon-Maurel & McBratney, 2011; Ben-Dor *et al.*, 1999). تحقیقات زیادی در زمینه پیش‌بینی بسیاری از ویژگی‌های خاک از جمله محتوای ماده آلی، نیتروژن، رطوبت، شوری و دیگر ویژگی‌های خاک با اطلاعات طیفی و استفاده از تصاویر ماهواره‌ای انجام شده است (Khan *et al.*, 2007; Niell *et al.*, 2005). و نتایج نشان داده است اطلاعات حاصل از تصاویر ماهواره‌ای متغیرهای کمی بالقوه برای بهبود پیش‌بینی فضایی، نظارت بر محتوای ماده آلی خاک و تهیه نقشه‌هایی با کیفیت بالا است (Mirzaee *et al.*, 2016). بررسی الگوی تغییرات مکانی عناصر غذایی در خاک و تهیه نقشه‌های پراکنش آنها راهکاری اثر بخش در راستای بهبود کشاورزی است، بنابراین، اطلاع از محتوای ماده آلی و نیتروژن خاک به عنوان یکی از شاخص‌های اولیه کیفیت خاک، در اراضی تحت آبیاری می‌باشد. زیرا در این اراضی، به دلیل وجود آب کافی نیاز به اطلاع از محتوای ماده آلی و نیتروژن خاک، بیشتر از دیگر اراضی است؛ به همین دلیل اطلاع از توزیع مکانی ویژگی‌های یاد شده با استفاده از مدل‌های پیشرفته می‌تواند به بهبود شرایط فیزیکی و شیمیایی خاک در این اراضی کمک کند. در این راستا، این مطالعه با هدف تخمین توزیع ماده آلی و نیتروژن خاک با استفاده از شاخص بازتابش شده طیفی ماهواره لندست ۸ در بخشی از اراضی تحت آبیاری شهرستان دماوند در استان تهران انجام شد.

3. Visible and near-infrared (VNIR)  
4. Short-wave infrared (SWIR)

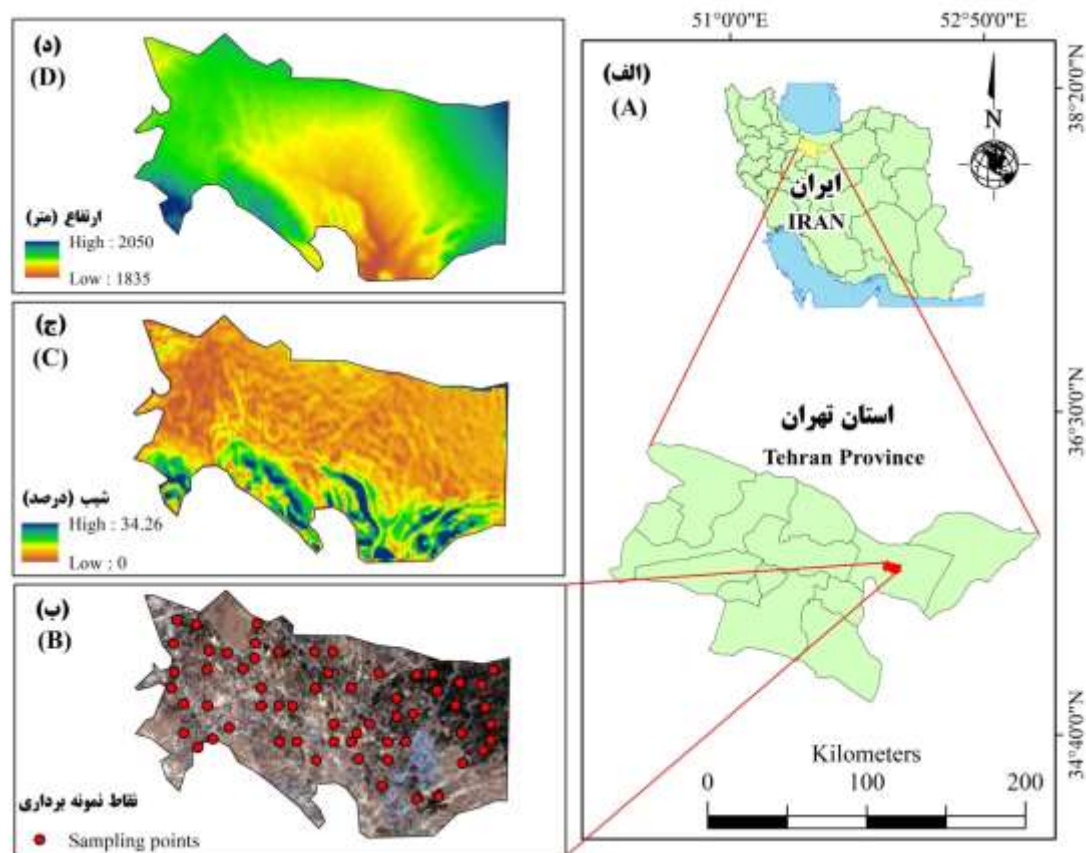
1. Soil organic matter (SOM)  
2. No3-

## مواد و روش‌ها

## منطقه مورد مطالعه

این پژوهش در بخشی از قسمت جنوبی واحد البرز مرکزی به مساحت تقریبی (ha) ۴۰۰۰ در بین  $51^{\circ}59'11''$  تا  $52^{\circ}11'33''$  طول شرقی و  $35^{\circ}35'$  تا  $35^{\circ}40'37''$  عرض شمالی انجام شد (شکل ۱-ب). شیب منطقه مورد مطالعه ۳۲/۲۶ - ۰ درصد می‌باشد (شکل ۱-ج). با توجه به مدل رقومی ارتفاع منطقه (شکل ۱-د)، متوسط ارتفاع ۲۰۱۷ متر بالاتر از سطح دریا بوده و شمال منطقه را ارتفاعات البرز و جنوب آن را تپه ماهورهای نسبتاً مرتفع محدود می‌کنند. متوسط

درجه حرارت سالیانه هوا  $11/6$  درجه سانتی‌گراد می‌باشد. متوسط مقدار بارندگی سالیانه نیز  $322/3$  میلی‌متر که حداقل آن مربوط به ماه شهریور  $4/9$  و حداکثر آن مربوط به ماه فروردین  $61/5$  میلی‌متر است. رژیم رطوبتی و حرارتی منطقه به ترتیب Xeric و Mesic می‌باشد. در نقشه‌های خاک موجود، منطقه مورد مطالعه در دو رده Entisols و Inceptisols و ۵ سری دماوند، جابان، سرخده، ایستگاه و حصار تفکیک شده‌اند. خاک‌های متشکله بر روی مخروط افکنه‌های آبرفتی سنگریزه‌دار، فلات‌ها، تپه‌ها و دشت‌های دامنه‌ای قرار دارند (موسسه تحقیقات آب و خاک، ۱۳۷۹).



شکل ۱- موقعیت منطقه نمونه‌برداری در استان تهران و ایران (الف) روش نمونه‌برداری و توزیع نقاط نمونه‌برداری (ب) نقشه شیب منطقه (ج) و مدل رقومی ارتفاع (د).

Figure 1. Location of the study area in Tehran province and Iran (A), distribution of sampling points (B), slope (C), and elevation (D).

(با استفاده از روش تصادفی) ۶۰ محل برای نمونه برداری از مزارع در ارتفاعات و شیب‌های مختلف در سامانه اطاعات مکانی مشخص شد (شکل ۱-ب). قابل ذکر است که

تعیین مکان هندسی نقاط نمونه‌برداری و اندازه‌گیری ماده آلی و نیتروژن خاک در این تحقیق، جهت نمونه‌گیری از مزارع تحت آبیاری،

با توجه به مقدار ویژه مؤلفه‌های اصلی ایجاد شده، مؤلفه اصلی با بیشترین همبستگی برای آنالیزها و مدل‌سازی‌های بعدی انتخاب شد. سپس، داده‌های مؤلفه اصلی با بیشترین همبستگی از طریق رابطه ۱ استاندارد شد و شاخص بازتابش طیفی استاندارد شده (ZPC1) به دست آمد. در نهایت، رابطه رگرسیون موجود بین ماده آلی، نیتروژن و شاخص بازتابش طیفی استاندارد شده با به کارگیری رگرسیون گام به گام بر روی و ارزیابی شد (Levi *et al.*, 2014).

$$ZPC1 = \frac{PCA_1 - \overline{PCA_1}}{\sigma_{PCA_1}} \quad (1)$$

در رابطه فوق  $\overline{PCA_1}$  و  $\sigma_{PCA_1}$  به ترتیب بیانگر میانگین و انحراف استاندارد داده‌های مؤلفه  $PCA_1$  می‌باشند.

به دست آوری توزیع مکانی ماده آلی و نیتروژن در اراضی تحت آبیاری

جهت تهیه نقشه‌های ماده آلی و نیتروژن خاک از رابطه ۱ و تصاویر سنجنده OLI استفاده شد. برای این منظور، باندهای ۲ تا ۷ سنجنده OLI (محدوده مرئی، مادون قرمز نزدیک و مادون قرمز کوتاه) برای اراضی تحت آبیاری منطقه مورد مطالعه آماده سازی شد؛ سپس با اعمال تجزیه به مؤلفه‌های اصلی و انتخاب مؤلفه اصلی با بیشترین همبستگی، میزان ماده آلی و نیتروژن خاک از روی روابط رگرسیونی موجود بین ماده آلی و نیتروژن خاک و مؤلفه اصلی انتخاب شده، محاسبه شد. لازم به ذکر است در این مرحله نیز مؤلفه اصلی انتخاب شده، بر اساس معادله ۱ استاندارد شد (کلیه محاسبات طیفی و پیش‌پردازش تصاویر سنجنده OLI در نرم افزار ENVI 5.3 و پس‌پردازش نقشه نهایی تولید شده در نرم افزار ArcMap صورت گرفت). در نهایت، توزیع مکانی ماده آلی و نیتروژن خاک برای مزارع تحت آبیاری مورد مطالعه ترسیم گردید (Miran *et al.*, 2021).

سعی شد نقاط به گونه‌ای انتخاب شوند که سطح منطقه مورد مطالعه را پوشش دهند (Gomes *et al.*, 2019; Wang *et al.*, 2019a). بعد از شناسایی نقاط با خطای  $\pm 3$ ، نمونه خاک‌ها در نقاط مشخص شده، برداشت شدند. به منظور حذف خطای ۳ متری GPS، نمونه‌برداری از خاک با استفاده از متد برداشت در پنج نقطه؛ از عمق ۰-۳۰ سانتی‌متری خاک سطحی انجام شد (Lieb, McBratney, 2006&2020; Minasny). پس از خشک کردن نمونه‌ها، جهت همگن سازی ذرات، نمونه‌های خاک از الک دو میلی‌متری عبور داده شدند. پس از تعیین مقدار کربن آلی خاک با استفاده از روش اکسیداسیون مرطوب (Nelson & Somers, 1983) ماده آلی خاک (SOM=OC×1.73) محاسبه گردید؛ همچنین غلظت ازت کل با استفاده از روش کج‌لدال اندازه‌گیری شد (Estefan *et al.*, 2013).

تهیه تصاویر ماهواره‌ای، تحلیل‌های آماری و شاخص استاندارد شده بازتابش طیفی<sup>۲</sup>

در این تحقیق، تصاویر ماهواره لندست ۸ سنجنده<sup>۳</sup> OLI از سایت USGS تهیه شد (<https://earthexplorer.usgs.gov/>). سپس، تصحیحات اتمسفری، رادیومتریک و هندسی جهت کاهش میزان خطاهای سیستماتیک و غیر سیستماتیک، در نرم افزار ENVI 5.3 روی تصاویر انجام گرفت. در نهایت، داده‌های سنجنش از دور برای نقاط نمونه‌برداری در نرم افزار Arc GIS استخراج و برای مدل‌سازی آماده شد. در مرحله بعد، به منظور تجزیه و تحلیل‌های آماری از افزونه XL-STAT نرم‌افزار Excel استفاده شد. جهت انجام تجزیه و تحلیل‌های آماری، در ابتدا، برای بررسی وضعیت نرمال بودن داده‌ها، از آزمون آماری کولموگروف-اسمیرنوف<sup>۴</sup> استفاده شد. سپس، همبستگی پیرسون بین داده‌های انعکاسی به دست آمده از باندهای ماهواره لندست ۸، مقادیر ماده آلی و نیتروژن اندازه‌گیری شده در آزمایشگاه، به دست آمد. در مرحله بعد، به منظور کاهش تکرار محاسبات، تجزیه به مؤلفه‌های اصلی انجام گرفت. برای بررسی همبستگی بین مقادیر انعکاسی باندهای مختلف تصویر ماهواره‌ای از آماره بای‌پلات<sup>۵</sup> استفاده شد.

4. Kolmogorov-Smirnov test  
5. Principal component analysis (PCA)  
6. Biplot

1. Five-point sampling method  
2. Standardized Spectral Reflectance (ZPC1)  
3. Operational Land Imager

## نتایج و بحث

آماره‌های توصیفی ویژگی‌های خاکی اندازه‌گیری شده و بررسی همبستگی آن‌ها با داده‌های انعکاسی طیفی

در جدول ۱ نتایج آماره‌های توصیفی مقادیر ماده آلی و نیتروژن خاک در منطقه مورد مطالعه ارائه شده است. با توجه به نتایج حاصل از جدول ۱، میزان چولگی مشاهده شده برای ماده آلی خاک ۱/۹۹ به دست آمد که در بازه (۲ و -۲) قرار دارد. یعنی به لحاظ چولگی متغیر نرمال بوده ولی توزیع آن کاملاً متقارن نیست. همچنین مقدار کشیدگی آن برابر ۴/۰۲ است و در بازه (۲ و -۲) قرار ندارد، این نتیجه حاکی از آن است که توزیع متغیر نسبت

به توزیع نرمال کشیدگی زیادی دارد و از حالت نرمال خارج است. مقادیر چولگی مشاهده شده برای نیتروژن در جدول ۱، بیانگر این است که به لحاظ چولگی متغیر نرمال بوده و توزیع آن‌ها تا حدودی متقارن است. مقدار کشیدگی نشان می‌دهد که توزیع متغیر نسبت به توزیع نرمال، دارای کشیدگی است و نشانه بالا بودن قله توزیع نسبت به توزیع نرمال است. از آنجا که مقدار  $p$  محاسبه شده برای متغیرهای ماده آلی و نیتروژن خاک از سطح معنی داری آلفا ۰/۰۵ بیشتر است، بنابراین متغیرها ماده آلی و نیتروژن خاک منطقه مورد مطالعه، دارای توزیع نرمال هستند (جدول ۲).

جدول ۱- برخی از خصوصیات آماری ماده آلی و نیتروژن خاک منطقه مورد مطالعه

Table 1. Some statistical indices of soil organic matter (SOM) and total nitrogen (TN) in the study area.

Statistic	Number	Mean	Skewness	Kurtosis	Min	Max
SOM	60	1.38	1.99	4.023	0.83	3.19
TN	60	0.09	0.63	0.48	0.05	0.13

جدول ۲- نتایج آزمون آماری کلموگروف - اسمیرنوف برای ماده آلی و نیتروژن خاک منطقه مورد مطالعه

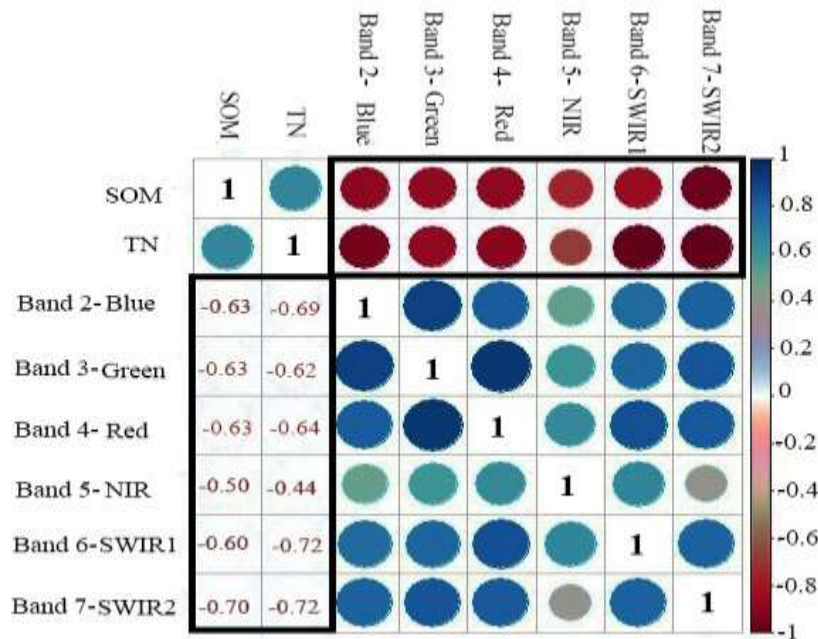
Table 2. Results of the Kolmogorov-Smirnov test for soil organic matter (SOM) and total nitrogen (TN) in the study area

Soil characteristic	Statistic	df (n-1)	Significant
SOM	0.193	59	0.20*
N	0.186	59	0.20*

\*. Correlation is significant at the 0.05 level.

نتایج همبستگی پیرسون نشان داد که پارامترهای خاک با مقادیر طیفی<sup>۱</sup> تمامی باندهای تصاویر ماهواره‌ای همبستگی بالایی دارد؛ به طوریکه در خصوص ماده آلی خاک بیشترین همبستگی با باند شماره ۷ (مادون قرمز کوتاه) و کمترین همبستگی با باند شماره ۵ (مادون قرمز نزدیک) مشاهده شد. همچنین، نیتروژن خاک بیشترین همبستگی را با باند شماره ۶ و ۷ (مادون قرمز کوتاه) و کمترین همبستگی را با باند شماره ۵ (مادون قرمز نزدیک) دارد (شکل ۲). با افزایش مقدار ماده آلی بازتاب

طیفی خاک در محدوده ۰/۴ تا ۲/۵ میکرون (محدوده مرئی تا مادون قرمز نزدیک و میانی) کاهش می‌یابد. در نتیجه، با افزایش مقدار ماده آلی در توده خاک سطحی، خاک تیره‌تر به نظر می‌رسد و میزان بازتاب طیفی کاهش می‌یابد. قابل ذکر است که باند یک ماهواره لندست ۸ ذرات گرد و غبار را نشان می‌دهد؛ بنابراین جهت جلوگیری از خطا، این باند از محاسبات حذف شد (Miran *et al.*, 2021).



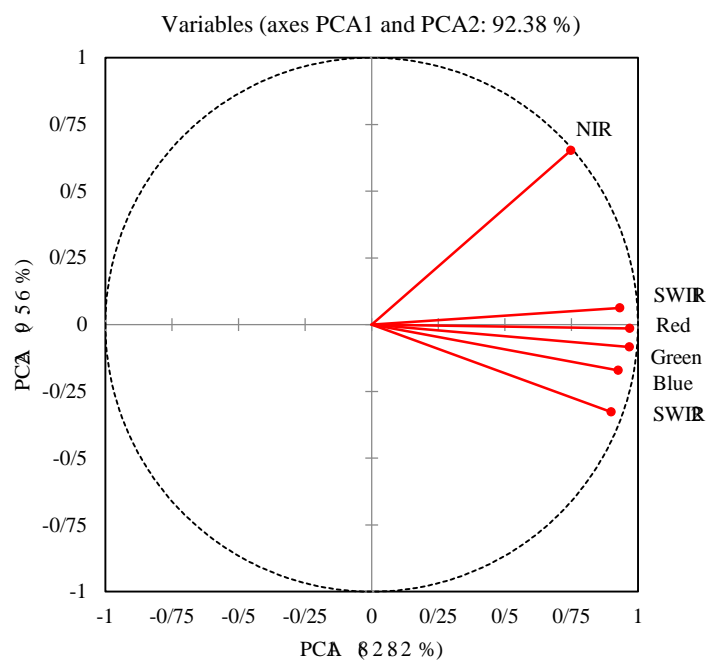
شکل ۲- همبستگی پیرسون بین داده‌های سنجش از دور با مقدار ماده آلی و نیتروژن خاک (اندازه دایره‌ها هر چه بیشتر باشد همبستگی بیشتر است (رنگ آبی نشان دهنده همبستگی مثبت و رنگ قرمز نشان دهنده همبستگی منفی است)  
Figure. 2. Pearson Correlation between soil organic matter (SOM) and total nitrogen (TN) with remote sensing data

دارد (Viscarra, 2015).

همبستگی بین داده‌های سنجش از دور در باندهای مختلف نیز با به کارگیری آماره بای‌پلات بررسی شد (شکل ۳) که نتایج نشان‌دهنده همبستگی بسیار بالای تمامی باندها با مؤلفه اصلی اول (PCA1) می‌باشد. ولی، باند ۵ (باند مادون قرمز نزدیک) همبستگی بیشتری با مؤلفه اصلی دوم (PCA2) داشت. مطابق انتظار همبستگی بین ماده آلی، نیتروژن خاک و مؤلفه اصلی دوم (PCA2) بسیار پایین و غیرمعنی‌دار بود (جدول ۳). در مقابل مؤلفه PCA1 از همبستگی معنی‌دار و بالایی با مقدار ماده آلی و نیتروژن خاک (با ضریب همبستگی به پیرسون به ترتیب  $-0/69$  و  $-0/70$ ) برخوردار بود (جدول ۳). لذا به منظور بررسی روابط رگرسیونی بین مقدار ماده آلی، نیتروژن خاک و داده‌های سنجش از دور، فقط از داده‌های مؤلفه اصلی PCA1 استفاده شد. همانطور که بیان شد جهت کاهش خطا و به دست آوری روابط با دقت بالا، داده‌های استخراجی توسط معادله ۱ استاندارد شدند؛ سپس روابط رگرسیونی به دست آمد (Miran *et al.*, 2021).

به دست آوری رابطه بین ماده آلی و نیتروژن خاک با شاخص استاندارد شده بازتابش طیفی

تغییرپذیری ویژگی‌های خاک‌های مزرعه‌ای می‌تواند در جذب عناصر غذایی و رشد گیاه تأثیرگذار باشد. عناصر غذایی موجود در خاک به علت تأثیرپذیری از عوامل درونی خاک، نوع گیاه کشت شده و چگونگی جذب گیاه دارای تغییرات مکانی زیادی بوده و گاهی این تغییرات در مقیاس بسیار کوچک هم اتفاق می‌افتد (Gupta *et al.*, 2006). نتایج حاصل از همبستگی باندهای تصاویر ماهواره لندست ۸ و مقادیر ماده آلی و نیتروژن خاک نشان داد که همبستگی منفی و قوی بین باندها و مقادیر ماده آلی و نیتروژن خاک‌های منطقه مورد مطالعه وجود دارد (شکل ۲). تحقیقات رایا و همکاران (Raya *et al.*, 2004) و استفن و همکاران (Stephens *et al.*, 2005) نشان داد است که اگر میزان ماده آلی در خاک از ۲٪ بیشتر باشد می‌تواند به عنوان یک فاکتور غالب در تعیین رفتار طیفی خاک مؤثر باشد. از آنجا که خاک‌های غنی از ماده آلی اغلب توسط ظاهر تیره‌شان قابل شناسایی هستند، بیشتر تحقیقات برای تعیین تغییرپذیری ماده آلی به بازتاب در محدوده باندهای مرئی (Blue, Green, and Red) توجه



شکل ۳- نتایج آنالیز تجزیه به مؤلفه‌های اصلی داده‌های انعکاسی باندهای مختلف تصاویر سنجنده لندست ۸  
Figure 3. Results of principal components analysis of reflectance data of various bands of Landsat 8 data

جدول ۳- همبستگی پیرسون بین ماده آلی خاک، نیتروژن کل، مؤلفه اصلی اول و مؤلفه اصلی دوم

Table.3. Pearson correlation between soil organic matter (SOM), total nitrogen (TN), PCA<sub>1</sub> and PCA<sub>2</sub>

Parameter	PCA1	PCA2
OM	-0.69**	-0.071 <sup>ns</sup>
N	-0.70**	0.080 <sup>ns</sup>

\*\* Significant at the 0.01 level

ns: nonsignificant

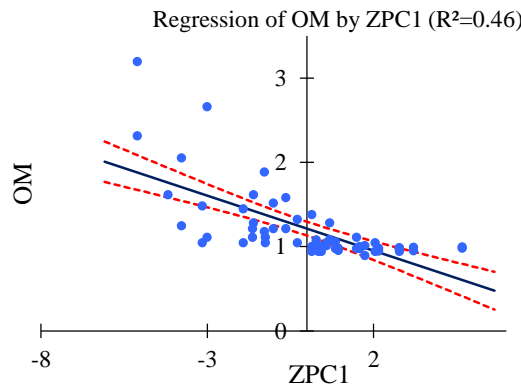
(Mohamed *et al.*; 2018). مطالعات دیگری نشان دادند که ماده آلی بیشترین همبستگی را در ناحیه طیف مادون قرمز و مرئی دارد (Barnes *et al.*, 2003). چن و همکاران (Chen *et al.*, 2008) برای برآورد ماده آلی خاک در ایالت جورجیا آمریکا از باند آبی و باند مادون قرمز میانی استفاده کردند. این پژوهشگران توانستند با مدل رگرسیونی پی‌ریزی شده، تغییرات ماده آلی را با دقت ۶۳ درصد برآورد کنند. وو و همکاران (Wu *et al.*, 2009) بیان کردند که بین ماده آلی خاک با باندهای آبی، سبز، قرمز و مادون قرمز میانی تصاویر ماهواره ETM+ همبستگی منفی معنی‌دار و با باند مادون قرمز نزدیک وجود دارد.

در مرحله بعد، رابطه رگرسیونی بین ماده آلی خاک و مؤلفه ZPC1 به دست آمد (شکل ۴ و رابطه ۲). مقادیر ضریب  $R^2$  برای روابط رگرسیونی به دست آمده (جدول ۴) نشان‌گر رابطه معنی‌دار و منفی و همچنین ضریب رگرسیون به دست آمده ( $R^2 = 0.46$ ) بیانگر قوی بودن رابطه رگرسیونی بین شاخص استاندارد شده بازتابش طیفی و ماده آلی خاک می‌باشد. مواد آلی خاک موجب کاهش محدوده بازتاب طیفی مرئی (۵۲۰-۸۰۰ nm) می‌شود، به خصوص اگر محتوای ماده آلی خاک بیشتر از ۰.۲٪ باشد. وجود اسید هومیک که تیره‌ترین رنگدانه ماده آلی است موجب می‌شود نسبت بازتاب کاهش یابد و با افزایش محتوای ماده آلی در خاک میزان جذب امواج الکترومغناطیسی رسیده به خاک افزایش می‌یابد.

جدول ۴- تجزیه واریانس رگرسیون ایجاد شده بین ماده آلی خاک و پارامتر Z استاندارد شده بین داده‌های سنجش از دور  
Table 4. Analysis of variance of employed regression between soil organic matter (SOM) (dependent variable) and standardized Z parameter (ZPC<sub>1</sub>) developed among remote sensing data.

Model	Sum of squares	df (n-1)	Mean square	F test	F Sig.
Regression	5.058	1	5.058	49.724	< 0.0001
Residual	5.900	58	0.102		
Total	10.958	59			

$$OM = 1.21 - 0.13 \times ZPC_1 \quad R^2 = 0.46 \quad (2)$$



شکل ۴- رابطه رگرسیونی بین محتوای ماده آلی خاک و شاخص استاندارد شده بازتابش طیفی (ZPC<sub>1</sub>).  
Figure. 4. The regression relationship between soil organic matter (SOM) and standardized Z parameter (ZPC<sub>1</sub>) developed among remote sensing data.

نیتروژن کل خاک بر اساس سنجش از دور ابرطیفی ارائه نموده‌اند (Dalal et al., 1986). لین و همکاران (Lin et al., 2015) با مقایسه روش‌های مختلف نتیجه گرفتند که روش طیفی دارای توانایی بالقوه زیادی در پیش‌بینی نیتروژن کل خاک است. وای مینگ و همکاران (Yiming et al., 2018) با مقایسه روش‌های مختلف برآورد نیتروژن کل خاک نتیجه گرفتند که مدل‌های برآورد مورد استفاده که از شاخص‌های طیفی ماهواره لندست ۸ به دست آمده‌اند به خاطر رایگان بودن، قدرت تفکیک زمانی بالا و قابلیت تخمین نسبتاً قوی دارای پتانسیل بالایی برای برآورد نیتروژن خاک می‌باشند. در تحقیق حاضر نیز داده‌های سنجش از دور، همبستگی قوی و منفی را با مقدار نیتروژن خاک در اراضی تحت آبیاری نشان دادند.

جدول ۵- تجزیه واریانس رگرسیون ایجاد شده بین نیتروژن کل خاک و پارامتر Z استاندارد شده بین داده‌های سنجش از دور  
Table 5. Analysis of variance of employed regression between total nitrogen (TN) (dependent variable) and standardized Z parameter (ZPC<sub>1</sub>) developed among remote sensing data

Model	Sum of squares	df	Mean square	F test	F Sig.
Regression	0.007	1	0.007	57.962	< 0.0001
Residual	0.007	58	0.000		
Total	0.014	59			

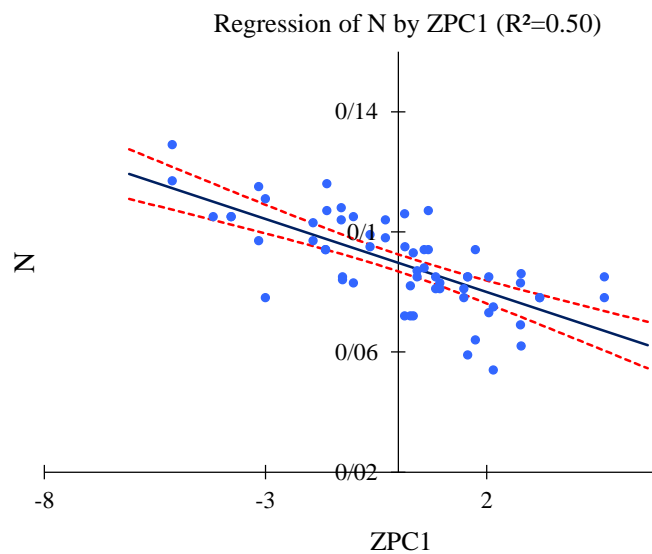
بعد از به دست آوردن رابطه رگرسیونی بین ماده آلی خاک اندازه‌گیری شده و مؤلفه ZPC<sub>1</sub>، به همان شکل رابطه رگرسیونی بین نیتروژن خاک و پارامتر ZPC<sub>1</sub> به دست آمد (شکل ۵ و رابطه ۳). تجزیه رگرسیونی مربوط به نیتروژن نیز (جدول ۵) نشان‌گر معنی‌دار بودن رابطه و همچنین ضریب رگرسیون به دست آمده ( $R^2 = 0.50$ ) بیانگر قوی بودن رابطه رگرسیونی بین شاخص استاندارد شده بازتابش طیفی و نیتروژن خاک در اراضی تحت آبیاری می‌باشد (رابطه ۳). نیتروژن در خاک بیشتر در ارتباط با مواد آلی می‌باشد، بنابراین، مقادیر نیتروژن کل خاک می‌تواند به طور چشمگیری شکل و ماهیت طیف‌های بازتابی خاک را تحت تأثیر قرار دهد. بسیاری از مطالعات مدل‌های مختلفی برای نشان دادن مقادیر



$$N = 0.08 - 4.85E-03 \times ZPC1$$

$$R^2=0.50$$

(3)



شکل ۵- رابطه رگرسیونی بین محتوای نیتروژن خاک و پارامتر Z استاندارد شده (ZPC1) ایجاد شده بین داده‌های سنجش از دور.

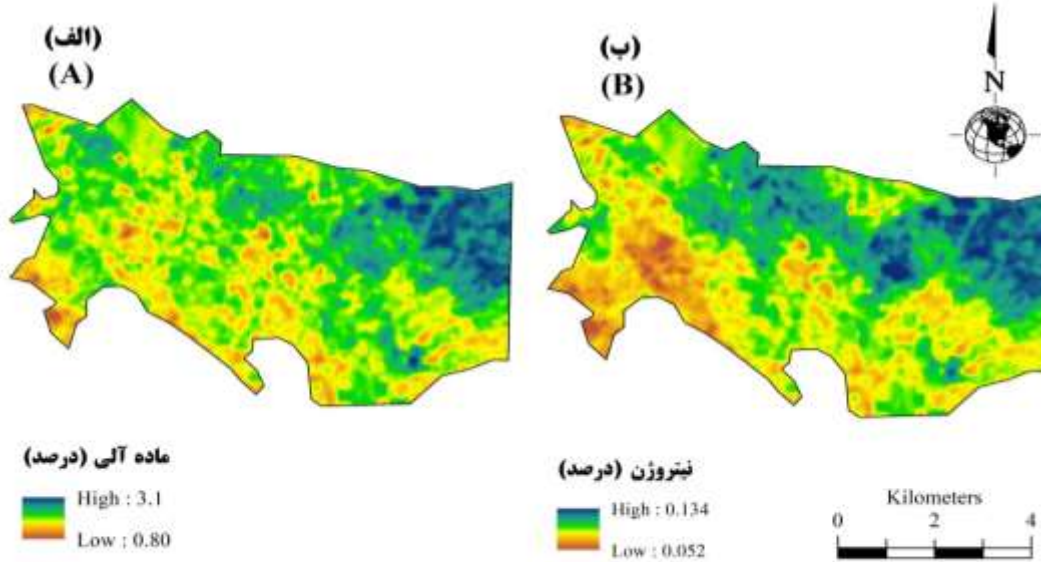
Figure 5. The regression relationship between total nitrogen and (TN) standardized Z parameter (ZPC1) developed among remote sensing data.

پهنه‌بندی ماده آلی و نیتروژن خاک با استفاده از شاخص استاندارد شده بازتابش طیفی بعد از انجام تجزیه و تحلیل‌های آماری و به دست‌آوری روابط رگرسیونی بین ماده آلی و نیتروژن با شاخص استاندارد شده بازتابش طیفی، نقشه پهنه‌بندی ماده آلی و نیتروژن خاک با استفاده از روش ذکر شده به دست آمد. براساس نقشه‌های به دست آمده مشاهده می‌شود که محتوای ماده آلی و نیتروژن در نقاط با ارتفاع کمتر و شیب ملایم‌تر نسبت به سایر نقاط بیشتر است (شکل ۶- الف و ۶- ب). با افزایش ارتفاع، محتوای ماده آلی و نیتروژن خاک کاهش می‌یابد. این نتیجه با نتایج گوا و همکاران (Goa *et al.*, 2010) همخوانی دارد. اختلاف در ارتفاع سبب تفاوت در هیدرولوژی و رژیم حرارتی در منطقه شده و منجر به ایجاد تغییر در ترکیب و الگوهای توزیع پوشش گیاهی، تشکیل خاک و میزان تجزیه ماده آلی می‌شود. اثر اقلیم بر محتوای ماده آلی و نیتروژن خاک و توزیع آنها در مناطق مختلف متفاوت است. عوامل اصلی ایجاد اختلاف، دما و میزان بارندگی می‌باشد که روی سرعت رشد گونه‌های گیاهی و سرعت معدنی شدن ماده آلی تاثیر دارد (Miran *et al.*, 2021). در منطقه دماوند،

مطابق نتایج این پژوهش، رابطه مناسبی بین مقادیر اندازه‌گیری شده محتوای ماده آلی و نیتروژن خاک با شاخص استاندارد شده بازتابش طیفی در اراضی تحت آبیاری دشت آبرسد تعیین شد. وجود ماده آلی و به تبع آن نیتروژن در خاک از نسبت بازتاب می‌کاهد و با افزایش میزان ماده آلی در خاک، میزان جذب امواج الکترومغناطیسی رسیده به خاک نیز افزوده می‌شود. بنابراین، استفاده از داده‌های سنجش از دور می‌تواند راهی مناسب برای تخمین محتوای ماده آلی خاک باشد. همچنین، بسیاری از مطالعات مدل‌های مختلفی برای نشان دادن مقادیر نیتروژن کل خاک بر اساس سنجش از دور ابرطیفی ارائه نموده‌اند (Dalal *et al.*, 1986). گراس و همکاران (Gras *et al.*, 2014) نشان دادند با استفاده از ناحیه طیف مرئی و مادون قرمز، نیتروژن کل و ماده آلی خاک به صورت خوب پیش‌بینی می‌شود. بنابراین، با توجه به افزایش روزافزون قابلیت‌های مختلف رادیومتری، طیفی، زمانی و مکانی تصاویر ماهواره‌ای و توسعه روش‌های پردازش تصاویر می‌توان استفاده از سنجش از دور را به عنوان یک روش جدید و مؤثر نظارت بر کیفیت خاک یاد کرد (Fakheri *et al.*, 2020).

به شیب و ارتفاع بیشترین تأثیر را بر محتوای ماده آلی خاک داشت، زیرا با افزایش ارتفاع، نوع پوشش گیاهی و بهره‌برداری از اراضی تغییر می‌کند و بر محتوای ماده آلی و نیتروژن خاک به طور غیرمستقیم اثر گذار است.

شیب‌های شمالی دارای درجه حرارت خیلی پایین‌تری بوده و از نظر پوشش گیاهی ضعیف و از تراکم کمی برخوردار است (Dadgar, 1390). نتایج این مطالعه نشان می‌دهند که در منطقه مورد مطالعه، ویژگی‌های مربوط



شکل ۶- پهنه‌بندی ماده آلی خاک (الف) و نیتروژن خاک (ب) با استفاده از شاخص استاندارد شده بازتابش طیفی.  
Figure 6. The spatial distribution of soil organic matter (SOM) (A) and total nitrogen (TN) (B) at 0–30 cm soil surface by standardized spectral reflectance index.

مناسبتی بین باندهای مختلف تصویر سنجنده OLI و ماده آلی و نیتروژن خاک وجود داشت. بنابراین، بعد از به دست‌آوری شاخص بازتابش طیفی سنجنده OLI، رابطه رگرسیونی مناسب و معنی‌داری مابین ماده آلی و نیتروژن خاک و شاخص استاندارد شده بازتابش طیفی، به دست آمد که با بهره‌گیری از آنها، توزیع مکانی ماده آلی و نیتروژن خاک در اراضی تحت آبیاری دشت آبرسد استان تهران به دست آمد، زیرا اطلاع از ماهیت تغییرپذیری ماده آلی و نیتروژن خاک می‌تواند اطلاعات مناسبی در اختیار برنامه ریزان و تصمیم‌سازان و کشاورزان بگذارد. همچنین به دلیل نقش مهم و اساسی محتوای ماده آلی خاک می‌تواند راهنمایی برای جلوگیری از تخریب خاک در اراضی تحت آبیاری در این منطقه باشد.

### نتیجه‌گیری کلی

ماده آلی و نیتروژن به عنوان مهم‌ترین ویژگی‌های خاکی جهت بهبود عملکرد، همواره مورد توجه و مطالعه بوده‌اند. با توجه به اینکه آنالیزهای شیمیایی رایج، زمان‌بر و پرهزینه هستند؛ همچنین اندازه‌گیری این ویژگی‌های خاک در کل مناطق مورد مطالعه میسر نمی‌باشد. از این رو، سنجش از دور به عنوان یک روش جایگزین در تعیین مقادیر ماده آلی و نیتروژن خاک به منظور کاهش مشکلات مربوط به تجزیه‌های آزمایشگاه می‌تواند مطرح باشد. در همین راستا، پژوهش حاضر به منظور ارزیابی کارایی تصاویر سنجنده OLI در تعیین مقدار ماده آلی و نیتروژن خاک در اراضی تحت آبیاری دشت آبرسد استان تهران انجام شد. نتایج این پژوهش نشان داد که رابطه

## Reference

- Asgari M., Mobasheri M.R., Taleai M., and Ghamary Asl M. 2011. Estimation of the Nitrogenized Fertilizer Content of the Agricultural Soil Using Hyperspectral Data. *Journal of Water and Soil*, 25(4), 854-862 (In persian).
- Barnes E.M., Sudduth K.A., Hummel J.W., Lesch S.M., Corwin D.L., Yang C., Daughtry C.S., and Bausch W.C. 2003. Remote-and ground-based sensor techniques to map soil properties. *Photogrammetric Engineering & Remote Sensing*, 69(6), 619-630.
- Bellon-Maurel V., and McBratney A. 2011. Near-infrared (NIR) and mid-infrared (MIR) spectroscopic techniques for assessing the amount of carbon stock in soils–Critical review and research perspectives. *Soil Biology and Biochemistry*, 43(7), 1398-1410.
- Ben-Dor E., Irons J., and Epema G. 1999. Soil reflectance. Remote sensing for the earth sciences: *Manual of remote sensing*, 3, 111-188.
- Bonfil D.J., Karnieli A., Raz M., Mufradi I., Asido S., Egozi H., Hoffman A., and Schmilovitch Z. 2004. Decision support system for improving wheat grain quality in the Mediterranean area of Israel. *Field Crops Research*, 89(1), 153-163.
- Bouaziz M., Matschullat J., and Gloaguen R. 2011. Improved remote sensing detection of soil salinity from a semi-arid climate in Northeast Brazil. *Comptes Rendus Geoscience*, 343(11-12), 795-803.
- Chen F., Kissel D.E., West L.T., Adkins W., Rickman D., and Luvall J. 2008. Mapping soil organic carbon concentration for multiple fields with image similarity analysis. *Soil Science Society of America Journal*, 72(1), 186-193.
- Dadgar M., Mahmoudi Sh., Mahdian M.H., Masih Abadi M.H., and Sokouti Oskouie R. 2014. Estimating soil organic carbon using pedotransfer functions in Damavand Rangelands. *Iranian Journal of Range and Desert Reseach*, Vol. 21 No. (3). 409-415.
- Dalal R., and Henry R. 1986. Simultaneous determination of moisture, organic carbon, and total nitrogen by near infrared reflectance spectrophotometry. *Soil Science Society of America Journal*, 50(1), 120-123.
- Estefan G., Sommer R., and Ryan J. 2013. Methods of soil, plant, and water analysis. *A manual for the West Asia and North Africa region*, 3, 65-119.
- Fakheri M., Ahmadi Nadoushan M. and Chavoshi E. 2020. Estimating Soil Organic Matter in Semirom Area by Using Satellite Images. *Agricultural Research, Education and Extension Organization*, 4(33), 512- 524.
- Gao Q., Kang M., Xu H., Jiang Y. and Yang, J. 2010. Optimization of land use structure and spatial pattern for the semi-arid loess hilly–gully region in China. *Catena* 81(3), 196-202.
- Gomes L.C., Faria R.M., de Souza E., Veloso G.V., Schaefer C.E.G., and Fernandes Filho, E.I. 2019. Modelling and mapping soil organic carbon stocks in Brazil. *Geoderma*, 340, 337-350.
- Gras J.-P., Barthès B.G., Mahaut B., and Trupin S. 2014. Best practices for obtaining and processing field visible and near infrared (VNIR) spectra of topsoils. *Geoderma*, 214, 126-134.
- Greve M.H., Kheir R.B., Greve M.B., and Bøcher P.K. 2012. Using digital elevation models as an environmental predictor for soil clay contents. *Soil Science Society of America Journal*, 76(6), 2116-2127.
- Guo L., Zhao C., Zhang H., Chen Y., Linderman M., Zhang Q., and Liu Y. 2017. Comparisons of spatial and non-spatial models for predicting soil carbon content based on visible and near-infrared spectral technology. *Geoderma*, 285, 280-292.
- Hartemink A.E., and McBratney A. 2008. A soil science renaissance. *Geoderma*, 148(2), 123-129.
- Hong Y., Chen S., Liu Y., Zhang Y., Yu L., Chen Y., Liu Y., Cheng H., and Liu Y. 2019. Combination of fractional order derivative and memory-based learning algorithm to improve the estimation accuracy of soil organic matter by visible and near-infrared spectroscopy. *Catena*, 174, 104-116.
- Islam K., Singh B., and McBratney A. 2003. Simultaneous estimation of several soil properties by ultra-violet, visible, and near-infrared reflectance spectroscopy. *Soil Research*, 41(6), 1101-1114.
- Islam M.M., and Sado K. 2000. Development of flood hazard maps of Bangladesh using NOAA-AVHRR images with GIS. *Hydrological Sciences Journal*, 45(3), 337-355.

- Jin X., Song K., Du J., Liu H., and Wen Z. 2017. Comparison of different satellite bands and vegetation indices for estimation of soil organic matter based on simulated spectral configuration. *Agricultural and Forest Meteorology*, 244, 57-71.
- Khan N.M., Rastoskuev V.V., Sato Y., Shiozawa S. 2005. Assessment of hydrosaline land degradation by using a simple approach of remote sensing indicators. *Agricultural Water Management*, 77(1-3), 96-109.
- Khosravi Aqdam K Yaghmaeian Mahabadi N, Ramezanzpour H Rezapour S, and Mosleh Z. 2022. Spatial estimation of coefficient of variation of soil organic carbon stocks using spectral and digital data. *Applied Soil Research*, 10(3): 90-103. (In persian).
- Lagacherie P., Legros J., and Burfough P. 1995. A soil survey procedure using the knowledge of soil pattern established on a previously mapped reference area. *Geoderma*, 65(3-4), 283-301.
- Levi M.R., and Rasmussen C. 2014. Covariate selection with iterative principal component analysis for predicting physical soil properties. *Geoderma*, 219, 46-57.
- Liaghat S., and Balasundram S.K. 2010. A review: The role of remote sensing in precision agriculture. *American journal of agricultural and biological sciences*, 5(1), 50-55.
- Ließ M. 2020. At the interface between domain knowledge and statistical sampling theory: Conditional distribution based sampling for environmental survey (CODIBAS). *Catena*, 187, 104423.
- Lin L., Wang Y., Teng J., and Xi X. 2015. Hyperspectral analysis of soil total nitrogen in subsided land using the local correlation maximization-complementary superiority (LCMCS) method. *Sensors*, 15(8), 17990-18011.
- Martín M.A., Pachepsky Y.A., and Perfect E. 2005. Scaling, fractals and diversity in soils and ecohydrology. *Ecological Modelling*, 3(182), 217-220.
- McBratney A.B., Santos M.M., and Minasny B. 2003. On digital soil mapping. *Geoderma*, 117(1-2), 3-52.
- Minasny B., and McBratney A. 2006. Latin hypercube sampling as a tool for digital soil mapping. *Developments in soil science*, 31, 153-606.
- Minasny B., McBratney A.B., and Lark R.M. 2008. Digital soil mapping technologies for countries with sparse data infrastructures. *Geoderma*, 15(1), 15-30.
- Mirzaee S., Ghorbani-Dashtaki S., Mohammadi J., Asadi H., and Asadzadeh F. 2016. Spatial variability of soil organic matter using remote sensing data. *Catena*, 145, 118-127.
- Mohamed E., Saleh A., Belal A., and Gad A.A. 2018. Application of near-infrared reflectance for quantitative assessment of soil properties. *The Egyptian Journal of Remote Sensing and Space Science*, 21(1) 1-14.
- Nelson D., and Sommers L.E. 1983. Total carbon, organic carbon, and organic matter. Methods of soil analysis: Part 2 chemical and microbiological properties. *Soil Science Society of America Journal*, 9, 539-579.
- Miran N., Rasouli Sadaghiani M. H., Feiziasl V., Sepehr E., Rahmati M., and Mirzaee S. 2021. Predicting soil nutrient contents using Landsat OLI satellite images in rain-fed agricultural lands, northwest of Iran. *Environmental Monitoring and Assessment*, 193(9), 1-12.
- Nield S., Boettinger J., and Ramsey R., 2007. Digitally mapping gypsic and natric soil areas using Landsat ETM data. *Soil Science Society of America Journal* 71(1), 245-252.
- Odeh I., Chittleborough D., and McBratney A. 1991. Elucidation of soil-landform interrelationships by canonical ordination analysis. *Geoderma*, 49(1-2), 1-32.
- Paungfoo-Lonhienne C., Lonhienne T.G., Rentsch D., Robinson N., Christie M., Webb R.I., Gamage H.K., Carroll B.J., Schenk P.M., Schmidt S. 2008. Plants can use protein as a nitrogen source without assistance from other organisms. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 105(11), 4524-4529.
- Raya S., Singhb J., Dasa G., and Panigrahyb S. 2004. Use of high resolution remote sensing data for generating site-specific soil mangement plan. *Remote Sensing*, 550(88.6), 727.
- Rossel R.A.V. 2008. Software for chemometric analysis of spectroscopic data. Chemometrics and intelligent laboratory systems. *Land*, 90(1), 72-83.
- Shi T., Chen Y., Liu H., Wang J., and Wu G. 2014. Soil organic carbon content estimation with laboratory-based visible–near-infrared reflectance spectroscopy: Feature selection. *Applied spectroscopy*, 68(8), 831-837.

- Sinfield J.V., Fagerman D., and Colic O. 2010. Evaluation of sensing technologies for on-the-go detection of macro-nutrients in cultivated soils. *Computers and Electronics in Agriculture*, 70(1), 1-18.
- Stephens S.C., Rasmussen V.P., Ramsey R.D., Whitesides R.E., Searle G.S., and Newhall R.L. 2005. Remote sensing organic carbon in soil. *Geoderma*, 15(2), 11-23.
- Vågen T.-G., Winowiecki L.A., Tondoh J.E., Desta L.T., and Gumbrecht T. 2016. Mapping of soil properties and land degradation risk in Africa using MODIS reflectance. *Geoderma*. 263, 216-225.
- Viscarra Rossel R., and Hicks W. 2015. Soil organic carbon and its fractions estimated by visible–near infrared transfer functions. *European Journal of Soil Science*, 66(3), 438-450.
- Wang S., Fan J., Zhong H., Li Y., Zhu H., Qiao Y., and Zhang H. 2019. A multi-factor weighted regression approach for estimating the spatial distribution of soil organic carbon in grasslands. *Catena*, 174, 248-258.
- Wu C., Wu J., Luo Y., Zhang L., and DeGloria S.D. 2009. Spatial prediction of soil organic matter content using cokriging with remotely sensed data. *Catena*, 15(1), 22-48.
- Zhang Y., Chiew F.H., Zhang L., and Li H. 2009. Use of remotely sensed actual evapotranspiration to improve rainfall–runoff modeling in Southeast Australia. *Journal of Hydrometeorology*, 10(4), 969-980.
- Zhao H., Yang S., and Huang Y. 2018. Utilizing the MODIS-derived leaf area index to investigate the impact of vegetation processes on hydrological simulation of macroscale catchment. *Remote Sensing*, 15, 48-55.

## Prediction of Spatial Distribution of Soil Organic Content and Nitrogen in Irrigated Lands (Case Study: Absard Plain- Damavand, Tehran Province)

Seyedeh Ensieh Faramarzi <sup>1</sup>, Ebrahim Pazira <sup>2</sup>, Mohammad Hassan Masih Abadi <sup>3\*</sup>, Ali Mohammadi Torkashvand <sup>4</sup>, Baharak Motamedvaziri <sup>5</sup>

(Received: August 2021

Accepted: November 2021)

### Abstract

The amount of soil organic matter (SOM) and total nitrogen (TN) are important soil properties that deeply correlate to soil production properties and plant production. Base on this, studying the amount of SOM and TN is to determine the spatial distribution of these soil properties. It is very important to study the extent of spatial variation of these characteristics in irrigated lands since a significant part of the nutritional needs of the community is obtained from these lands. In this regard, the present study was performed to estimate the spatial variability of SOM and TN of irrigated lands using a standardized spectral reflectance index (ZPC1) in some parts of irrigated lands of Absard plain located near Damavand city, Tehran province. Soil sampling (0-30 cm) was performed at 60 points in irrigation lands, and SOM and TN were measured. Then, the standardized reflectance index of Landsat 8 satellite images was obtained. Finally, the regression relationship between SOM, TN, and ZPC1 were calculated. In the end, spatial distribution of SOM and TN were obtained. The results showed that the highest values of SOM and TN in the study area were 3.19 (%) and 0.13 (%), respectively, and the lowest values were 0.83 (%) and 0.05 (%), respectively, with the mean of the measured values for these parameters being 1.38 (%) and 0.09 (%), respectively. Investigations showed that SOM, and TN have a significant correlation with ZPC1. Furthermore, the accuracy coefficient (R<sup>2</sup>) of the regression relationship of the standardized spectral index for estimating SOM and TN were 0.46 and 0.50, respectively. According to the results of this study, can be concluded that remote sensing data can be used for more accurate management and monitoring of the SOM and TN of the entire irrigated lands.

**Keywords:** Landsat 8, Soil Organic Matter, Standardized Spectral Reflection Index, Total Nitrogen

Faramarzi S.E, Pazira E, Masih Abadi M.H, Mohammadi Torkashvand A, Motamed Vaziri B. 2023. Prediction of the spatial distribution of soil organic content and nitrogen in Irrigation lands (Case study: Absard plain-Damavand, Tehran province). *Applied Soil Research*, 10(4): 92-105.

1. Ph.D. Graduated, Department of Soil Science Faculty of Agriculture and Food Industry, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.

2. Professor, Department of Soil Science, Faculty of Agriculture and Food Industry, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.

3. Assistant Professor, Department of Soil Science Faculty of Agriculture and Food Industry, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.

4. Associate Professor, Department of Soil Science, Faculty of Agricultural, Urmia University.

5. Assistant Professor, Department of Forest, Range and Watershed Management, Faculty of Natural Resources and Environmental, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.

\* Corresponding Author Email: [hmasih@yahoo.com](mailto:hmasih@yahoo.com)