



19th Iranian Soil Science Congress
02-04 December, 2025



نوزدهمین کنگره علوم خاک ایران
۱۴ تا ۱۳ آذر ۱۴۰۴



مدیریت جامع نگر و هوشمند خاک و آب

Holistic and Smart Soil and Water Management

دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران

College of Agriculture & Natural Resources, University of Tehran



نقش کربن آلی و نیتروژن کل در تخمین کیفیت شیمیایی خاک تحت کشت برنج رقم هاشمی در

بخشی از اراضی شالیزاری استان گیلان

معصومه ایزدپناه^{۱*}، میثاق پرهیزکار^۲

۱- دانشجوی دکتری مدیریت منابع خاک- فیزیک و حفاظت خاک دانشکده کشاورزی دانشگاه گیلان؛ * پست الکترونیکی

نویسنده مسئول مقاله Izadpanahs@yahoo.com

۲- استادیار پژوهشی، عضو هیئت علمی سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، موسسه تحقیقات برنج کشور، رشت،

ایران

چکیده

کیفیت شیمیایی خاک یکی از عوامل کلیدی برای حفظ باروری و افزایش عملکرد محصولات کشاورزی است، به ویژه در اراضی شالیزاری که تحت تأثیر عوامل محیطی و انسانی مانند آتش سوزی قرار دارند. بررسی دقیق نقش پارامترهای مهمی چون کربن آلی و نیتروژن کل در تعیین کیفیت خاک، به منظور ارائه راهکارهای مدیریتی بهتر، از ضرورت‌های اصلی این تحقیق به شمار می‌رود. در این مطالعه، نمونه برداری از خاک سطحی (۰-۱۰ سانتی‌متر) در اراضی شالیزاری استان گیلان، در سه کلاس سوختگی با شدت کم انجام شد. کیفیت خاک با استفاده از شاخص کیفیت خاک (SQI) و آنالیز مولفه اصلی (PCA) ارزیابی گردید. نتایج نشان داد که کربن آلی و نیتروژن کل با بار وزنی ۰/۷۹ و ۰/۸ به ترتیب، بیشترین نقش را در تخمین کیفیت خاک ایفا کردند. همچنین، نمونه‌های خاک در کلاس سوختگی کم کیفیت بالاتری نسبت به سایر کلاس‌ها داشتند که اختلاف معنی‌داری را نشان داد. این یافته‌ها اهمیت مدیریت دقیق عناصر کربن و نیتروژن را در حفظ پایداری خاک‌های کشاورزی و مقابله با اثرات منفی آتش سوزی‌های سطحی برجسته می‌کند. به طور کلی، این تحقیق نشان می‌دهد که شاخص کیفیت خاک و تحلیل مولفه اصلی ابزارهای کارآمدی برای پایش و بهبود کیفیت خاک در اراضی شالیزاری هستند.

کلید واژه: برنج، خاک شالیزار، کیفیت خاک، رقم هاشمی



مدیریت جامع نگر و هوشمند خاک و آب
Holistic and Smart Soil and Water Management

دانشکده‌گان کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران
College of Agriculture & Natural Resources, University of Tehran



مقدمه

خاک به عنوان یکی از مهم‌ترین منابع طبیعی در کشاورزی، نقش اساسی در تأمین مواد غذایی و حفظ محیط زیست ایفا می‌کند. کیفیت شیمیایی خاک تأثیر مستقیمی بر عملکرد گیاهان و پایداری تولید کشاورزی دارد (Hammad et al., 1997). ارزیابی کیفیت خاک با استفاده از شاخص‌های مختلف، به کشاورزان و محققان کمک می‌کند تا وضعیت خاک را بهتر درک کرده و تصمیمات مدیریتی بهتری اتخاذ کنند (El Behairy et al., 2024). کربن آلی خاک یکی از اجزای حیاتی است که بهبود ساختمان خاک، نگهداری آب و تغذیه گیاهان را تضمین می‌کند. علاوه بر آن، نیتروژن کل به عنوان یکی از عناصر پرمصرف در گیاهان، نقشی اساسی در رشد و توسعه آنها دارد. مطالعات متعددی نشان داده‌اند که تغییرات در میزان کربن آلی و نیتروژن خاک می‌تواند تأثیر قابل توجهی بر کیفیت خاک و در نهایت تولید محصولات کشاورزی داشته باشد (Kusmierz et al., 2023).

آتش‌سوزی‌های سطحی در اراضی کشاورزی، به ویژه در مناطق شالیزاری، باعث تغییرات مهمی در خواص فیزیکی و شیمیایی خاک می‌شوند. شدت سوختگی خاک بر ترکیب مواد مغذی و ساختمان خاک تأثیرگذار است و می‌تواند به طور مستقیم کیفیت خاک را تحت تأثیر قرار دهد (Certini, 2005). بنابراین، مطالعه تأثیر شدت سوختگی بر کیفیت خاک در این مناطق اهمیت فراوانی دارد.

استفاده از روش‌های آماری پیشرفته مانند آنالیز مولفه اصلی (PCA) در مطالعات خاک، امکان شناسایی مهم‌ترین عوامل مؤثر بر کیفیت خاک را فراهم می‌کند و می‌تواند به کاهش ابعاد داده‌های پیچیده کمک کند (Ahmed et al., 2021). این رویکرد در مطالعات مرتبط با ارزیابی کیفیت خاک کاربرد گسترده‌ای دارد و در تحلیل دقیق داده‌های شیمیایی و فیزیکی خاک بسیار موثر است.

با توجه به اهمیت خاک در کشاورزی و تأثیر مستقیم کربن آلی و نیتروژن کل بر کیفیت خاک، این تحقیق به بررسی نقش این دو عنصر در تخمین کیفیت شیمیایی خاک‌های شالیزاری تحت تأثیر سه کلاس سوختگی کم شدت در استان گیلان پرداخته است. نتایج این مطالعه می‌تواند در بهبود مدیریت خاک و افزایش بهره‌وری کشاورزی در مناطق مشابه بسیار کاربردی باشد.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در زمین شالیزاری در منطقه سنگر واقع در استان گیلان با موقعیت جغرافیایی طول ۳۷ درجه، ۱۶ دقیقه و ۸۵ ثانیه عرض شمالی و طول ۴۹ درجه، ۶۸ دقیقه و ۲۳ ثانیه طول شرقی، در سه کلاس سوختگی با شدت کم انجام شده است (شکل ۱). این سه کلاس بر اساس ارتفاع شعله، کمتر از ۰/۵ متر، ۰/۵ تا ۱ متر و بیشتر از ۱ متر تقسیم‌بندی شدند (Ryan, 2002). برای بررسی کیفیت خاک، از معادله زیر استفاده شد (Parhizkar, 2024).

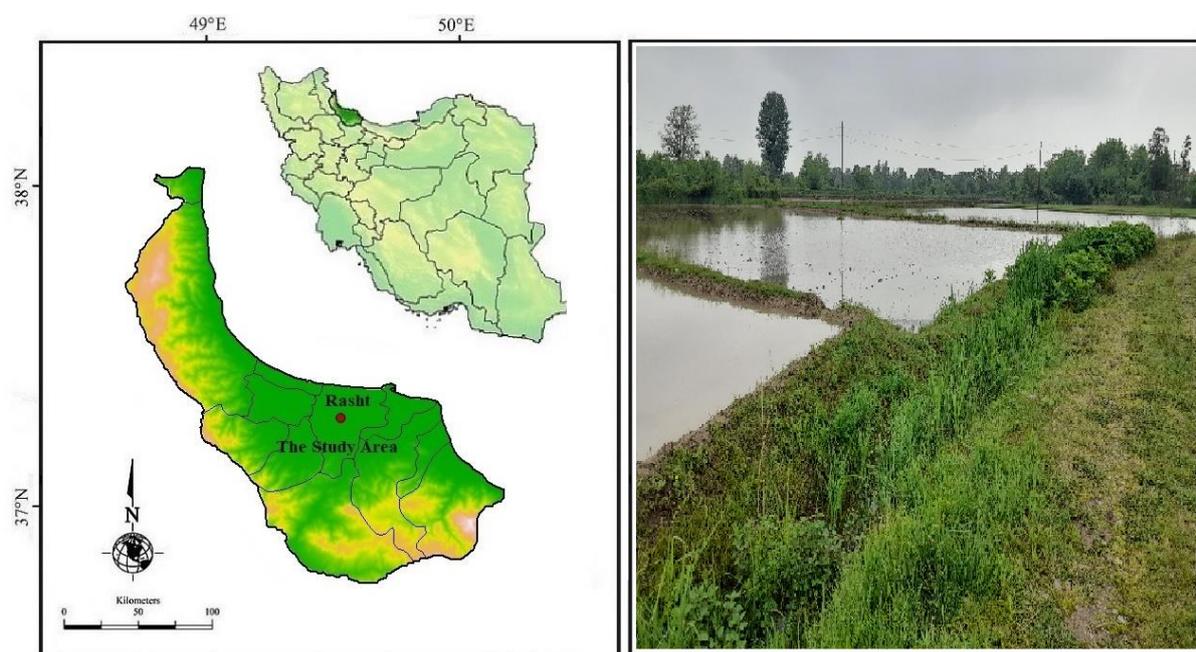
$$SQI(j) = \sum_{i=1}^n a_i L_i(1)$$

در این معادله، SQI شاخص کیفیت خاک (بین ۰ تا ۱)، a_i وزن مبتنی بر درصد واریانس آنالیز مولفه اصلی، L_i ارزش هر سطح و متغیر و n تعداد مؤلفه‌های اصلی در نظر گرفته شده می‌باشند. نمونه برداری از خاک شالیزار در هر سطح سوختگی در سه تکرار و در مجموع ۹ نمونه از خاک سطحی ۰ تا ۱۰ سانتی متر تهیه شد. این عمق به دلیل اثرگذاری و سوختگی آتش در سطح

خاک انتخاب شد (Parhizkar and Cerda, 2023). این تعداد نمونه از میان ۱۵۰ نمونه انتخابی از قسمت‌های سطحی سوخته شده انتخاب شدند. به طوری که نمونه‌های گرفته شده از نظر شاخص‌های مختلفی مانند شاخص مشاهده ظاهری (تغییر رنگ، وجود خاک زغالی، خاک ترک خورده)، شاخص لایه خاک (نفوذ حرارت و وجود لاشبرگ) و شاخص آب دوستی خاک (تست ریختن قطرات آب بر خاک) مورد مقایسه قرار گرفتند و در نهایت نمونه‌های هر سطح سوختگی با توجه به شباهت به سه کلاس سوختگی تقسیم‌بندی شدند (Parhizkar et al, 2025).

روش‌های اندازه‌گیری ویژگی‌های خاک به شرح زیر است: pH بر اساس (McLean (1982)، هدایت الکتریکی (EC) بر اساس (Rhoades (1982)، کربن آلی (OC) طبق (Nelson and Sommers (1982)، نیتروژن کل (TN) بر اساس (Bremner (1960)، فسفر قابل جذب (AP) طبق (Olsen et al. (1954)، پتاسیم قابل جذب (AK) بر اساس (Knudsen et al. (1982)، و عناصر ریزمغذی (Fe, Zn, Cu) طبق (Lindsay and Norvell (1978) اندازه‌گیری شده‌اند.

برای بررسی شاخص کیفیت خاک در سه خاک با شدت آتش سوزی کم از مقایسه میانگین و با نرم افزار XLSTAT 22 استفاده شد.



شکل ۱- شالیزار مورد مطالعه در استان گیلان

نتایج

نتایج آنالیز مولفه اصلی نشان داد که نیتروژن کل خاک و کربن آلی خاک، با بار وزنی ۰/۸۰۲ و ۰/۷۹۰ در مولفه اول (جدول ۱)، بیشترین وزن و تاثیرگذاری را این آنالیز داشتند و در تخمین کیفیت خاک شالیزار مورد مطالعه بالاترین نقش را ایفا کردند. این دو خصوصیت از ویژگی‌های اساسی خاک شالیزار به طوری که کربن آلی خاک بهبود ساختمان خاک، افزایش



مدیریت جامع نگر و هوشمند خاک و آب

Holistic and Smart Soil and Water Management

دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران

College of Agriculture & Natural Resources, University of Tehran



ظرفیت نگهداری آب و تأمین انرژی لازم برای فعالیت میکروارگانیسم‌های خاک را تضمین می‌کند؛ همچنین باعث افزایش جذب مواد مغذی و بهبود تهویه خاک می‌شود. نیتروژن کل خاک نیز به عنوان یکی از عناصر پرمصرف برای رشد گیاهان، نقش حیاتی در فرایندهای فتوسنتز، سنتز پروتئین‌ها و توسعه ریشه ایفا می‌کند و تأمین کافی آن منجر به افزایش عملکرد و کیفیت محصولات کشاورزی می‌شود. بنابراین، ترکیب مناسب این دو عامل باعث حفظ سلامت خاک، افزایش باروری و پایداری تولیدات کشاورزی در شالیزارها می‌گردد (Six et al., 2002).

بررسی شاخص کیفیت خاک نشان داد که نمونه‌های خاک شالیزار با درجه سوختگی کم و در کلاس سوختگی اول بالاترین کیفیت خاک را نشان دادند به طوری که اختلاف معنی‌داری با دو کلاس دیگر داشت (شکل ۲). این موضوع در گروه‌بندی شرایط مورد مطالعه با استفاده از آنالیز مولفه‌های اصلی نیز نشان داده شد (شکل ۳). به طوری که کلاس سوختگی اول تفاوت آشکاری را با دو گروه دیگر نشان داد و دو کلاس دیگر با هم در یک گروه قرار گرفتند و کلاس اول به طور متمایزی آشکار شد.

جدول ۱- تعیین بیشترین وزن متغیرهای مورد مطالعه با استفاده از آنالیز مولفه‌های اصلی

مولفه‌های اصلی	مولفه ۱	مولفه ۲	مولفه ۳
هدایت هیدرولیکی	<u>۰/۴۰۸</u>	۰/۳۶۰	۰/۰۶۵
پی اچ	<u>۰/۶۱۵</u>	۰/۰۰۲	۰/۰۳۹
کربن آلی	<u>۰/۷۹۰</u>	۰/۰۱۱	۰/۱۱۳
نیتروژن کل	<u>۰/۸۰۲</u>	۰/۰۶۶	۰/۰۳۶
فسفر	<u>۰/۴۳۷</u>	۰/۰۱۶	۰/۱۷۷
پتاسیم	۰/۲۱۳	<u>۰/۶۲۳</u>	۰/۰۶۰
روی	۰/۰۰۱	۰/۳۷۶	<u>۰/۵۶۸</u>
آهن	<u>۰/۶۴۴</u>	۰/۰۸۸	۰/۰۸۸
منگنز	<u>۰/۷۴۲</u>	۰/۰۱۸	۰/۰۱۹
مس	۰/۳۹۶	<u>۰/۴۵۸</u>	۰/۰۰۹



19th Iranian Soil Science Congress
02-04 December, 2025

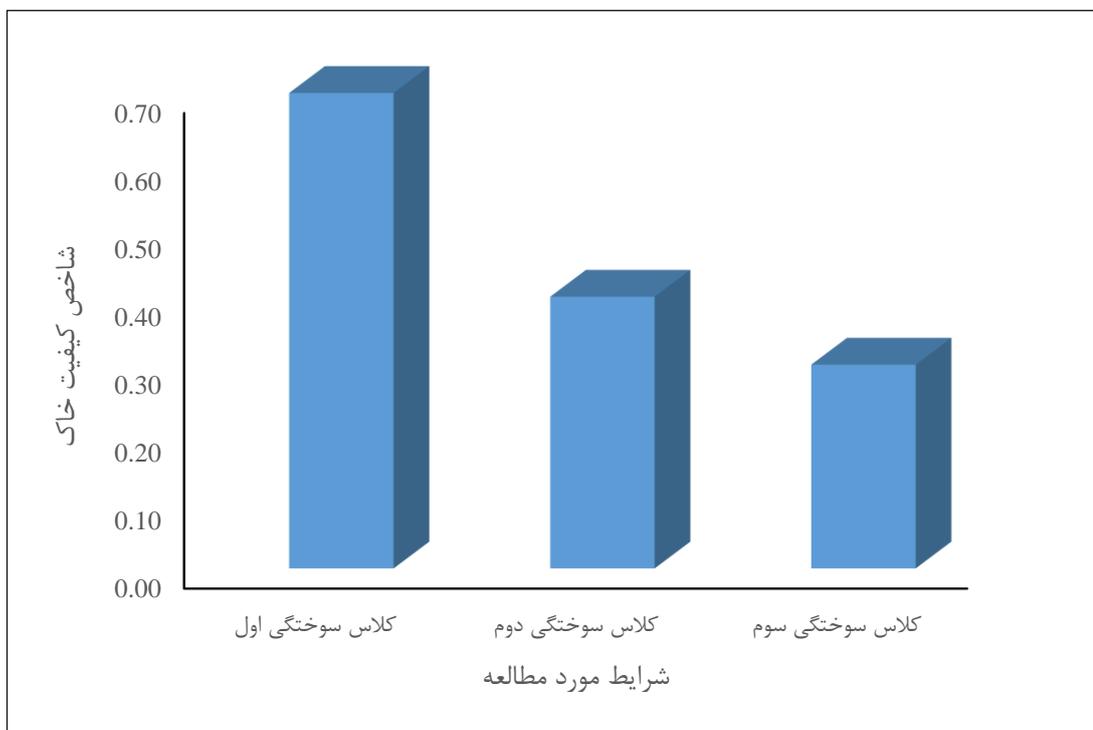


نوزدهمین کنگره علوم خاک ایران
۱۱ تا ۱۳ آذر ۱۴۰۴

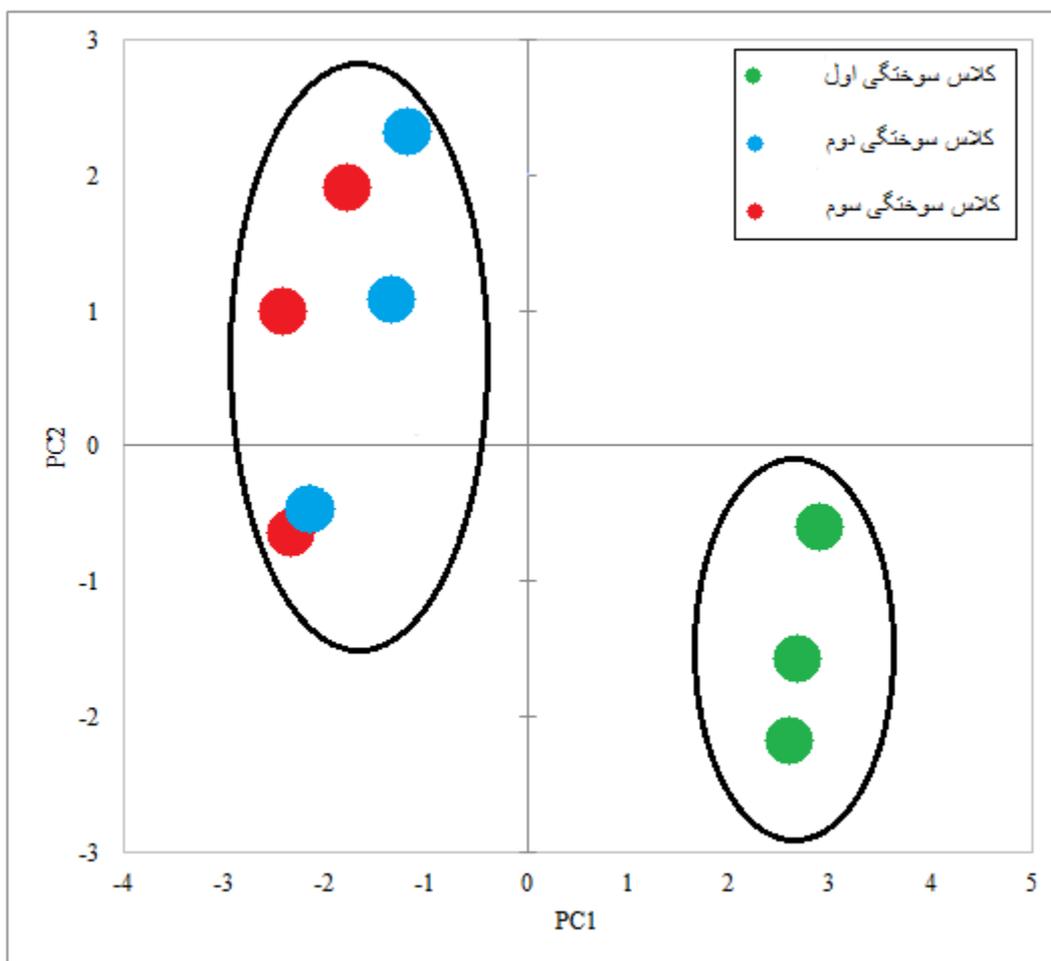


مدیریت جامع نگر و هوشمند خاک و آب
Holistic and Smart Soil and Water Management

دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران
College of Agriculture & Natural Resources, University of Tehran



شکل ۲- شاخص کیفیت خاک شالیزار تحت شرایط مورد مطالعه



شکل ۳- گروه‌بندی شرایط مورد مطالعه‌ها استفاده از آنالیز مولفه‌های اصلی

نتیجه گیری

نتایج این تحقیق نشان داد که کربن آلی و نیتروژن کل به‌عنوان دو پارامتر اصلی و تأثیرگذار در تخمین کیفیت شیمیایی خاک‌های شالیزاری تحت کشت برنج نقش کلیدی دارند. شدت سوختگی خاک تأثیر معناداری بر کاهش کیفیت خاک داشته است و نمونه‌های با سوختگی کم، کیفیت خاک بالاتری نشان دادند. این یافته‌ها اهمیت مدیریت صحیح کربن و نیتروژن خاک و کنترل آتش‌سوزی‌های سطحی در حفظ باروری خاک و بهبود عملکرد زراعی را تأکید می‌کنند. همچنین استفاده از شاخص کیفیت خاک و آنالیز مولفه اصلی روش‌های موثری برای ارزیابی جامع کیفیت خاک در اراضی کشاورزی محسوب می‌شوند.

منابع



19th Iranian Soil Science Congress
02-04 December, 2025



نوزدهمین کنگره علوم خاک ایران
۱۴ تا ۱۳ آذر ۱۴۰۴



مدیریت جامع نگر و هوشمند خاک و آب

Holistic and Smart Soil and Water Management

دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران

College of Agriculture & Natural Resources, University of Tehran



- Ahmed, E.M., Ali, M.A., El-Hady, O.M., Abdelhady, A.L. Quantitative evaluation of soil quality using principal component analysis: The case study of El-Fayoum Depression, Egypt. *Sustainability* 2021, 13(4), 1824. <https://doi.org/10.3390/su13041824>
- Bremner, J.M. Determination of nitrogen in soil by the Kjeldahl method. *J. Agric. Sci.* 1960, 55, 11–33.
- Certini, G. Effects of fire on properties of forest soils: A review. *Oecologia* 2005, 143(1), 1–10. <https://doi.org/10.1007/s00442-004-1788-8>
- El Behairy, R.A., El Arwash, H.M., El Baroudy, A.A., Ibrahim, M.M., Mohamed, E.S., Kucher, D.E., Shokr, M.S. A review. *Agronomy* 2024, 14(8), 1682. <https://doi.org/10.3390/agronomy14081682>
- Hammad, H.M., Al-Saadi, A.A., Al-Ajlani, M.A., Abdelrahman, M.M., Nafea, E.M. Sustainable crop production protects the quality of soil and plant raw materials. *Agronomy* 2021, 11(6), 1178. <https://doi.org/10.3390/agronomy11061178>
- Knudsen, D., Peterson, G.A., Pratt, P.F. Lithium, sodium and potassium. In: Page, A.L. (ed) *Methods of Soil Analysis, Part 2*; American Society of Agronomy: Madison, WI, 1982; pp. 225–246.
- Kusmierz, S., Skowrońska, M., Tkaczyk, P., Lipiński, W., Mielniczuk, J. Soil organic carbon and mineral nitrogen contents in soils as affected by their pH, texture and fertilization. *Agronomy* 2023, 13(1), 267. <https://doi.org/10.3390/agronomy13010267>
- Lindsay, W.L., Norvell, W.A. Development of a DTPA soil test for zinc, iron, manganese and copper. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 1978, 42, 421–428.
- McLean, E.O. Soil pH and lime requirement. In: Page, A.L., Miller, R.H., Keeney, D.R. (eds) *Methods of Soil Analysis, Part 2. Chemical and Microbiological Properties*, 2nd ed.; ASA-SSSA: Madison, WI, 1982; Vol. 9, pp. 199–224.
- Nelson, D.W., Sommers, L.E. Total carbon, organic carbon, and organic matter. In: Page, A.L., Miller, R.H., Keeney, D.R. (eds) *Methods of Soil Analysis, Part 2—Chemical and Microbiological Properties*; ASA-SSSA: Madison, WI, 1982; pp. 539–594.
- Olsen, S.R., Cole, C.V., Watanabe, F.S., Dean, L.A. Estimation of available phosphorus in soils by extraction with sodium bicarbonate. *U.S. Dep. Agric. Circ.* 1954, 939, 19.
- Parhizkar, M. Effects of tree and shrub species on soil quality, sediment detachment capacity caused by rills and surface slope stability in forest lands of Northern Iran. *Int. J. Sediment Res.* 2024, 39(5), 795–803.
- Parhizkar, M., Cerda, A. Modelling effects of human-caused fires on rill detachment capacity based on surface burning of soils in forest lands. *J. Hydrol.* 2023, 624, 129893.
- Parhizkar, M., Lucas-Borja, M.E., Zema, D.A. Effects of repeated low-severity fires on particle detachment capacity and soil properties in rills of semi-arid forests. *Land Degrad. Dev.* 2025, 36, 3698–3714.
- Ryan, K.C. Dynamic interactions between forest structure and fire behavior in boreal ecosystems. *Silva Fenn.* 2002, 36, 13–39.
- Rhoades, J.D. Soluble salts. In: Page, A.L. (ed) *Methods of Soil Analysis, Part II*, 2nd ed.; ASA: Madison, WI, 1982; Monograph No. 9, pp. 167–179.
- Six, J., Conant, R.T., Paul, E.A., Paustian, K. Stabilization mechanisms of soil organic matter: Implications for C-saturation of soils. *Plant Soil* 2002, 241(2), 155–176. <https://doi.org/10.1023/A:1016125726789>



19th Iranian Soil Science Congress
02-04 December, 2025



نوزدهمین کنگره علوم خاک ایران
۱۴ تا ۱۳ آذر ۱۴۰۴



مدیریت جامع نگر و هوشمند خاک و آب
Holistic and Smart Soil and Water Management

دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران
College of Agriculture & Natural Resources, University of Tehran



Assessment of Chemical Soil Quality Based on Organic Carbon and Total Nitrogen under Hashemi Rice Cultivation in Paddy Fields of Gilan Province, Iran

Masoumeh Izadpanah^{1*}, Misagh Parhizkar²

¹ PhD Student of Soil Resources Management – Soil Physics and Conservation, Faculty of Agriculture, University of Guilan, Iran; *Corresponding author email: Izadpanahs@yahoo.com

² Rice Research Institute of Iran, Agricultural Research Education and Extension Organization (AREEO), Rasht, Iran

Abstract

Chemical soil quality is one of the key factors in maintaining fertility and increasing crop yields, especially in paddy fields that are affected by environmental and human-induced factors such as fire. A thorough investigation of critical parameters like organic carbon and total nitrogen in determining soil quality is essential for developing better management strategies. In this study, surface soil samples (0–10 cm) were collected from paddy fields in Gilan Province, Iran, across three low-intensity burn classes. Soil quality was evaluated using the Soil Quality Index (SQI) and Principal Component Analysis (PCA). The results showed that soil organic carbon and total nitrogen, with loading values of 0.79 and 0.80 respectively, played the most significant roles in estimating soil quality. Additionally, soil samples in the low-burn class exhibited higher quality compared to other classes, with statistically significant differences. These findings highlight the importance of precise carbon and nitrogen management in sustaining agricultural soils and mitigating the negative impacts of surface fires. Overall, this study demonstrates that SQI and PCA are effective tools for monitoring and improving soil quality in paddy field systems.

Keywords: Rice, Paddy soil, Soil quality, Hashemi cultivar