Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources

*Journal of Soil Management and Sustainable Production*

**Print ISSN: 2322-1267**
**Online ISSN: 2322-1275**

Soil Science Society of Iran

# The effect of burning pastures on the abundance of nematodes around the roots of goon and fescue plants

**Masoumeh Ghanbari[*1], Mohammad Jafari[2]**

1. Corresponding Author, Assistant Prof., Dept. of Soil Science and Engineering, Faculty of Agriculture, Malayer University, Malayer, Iran. E-mail: m.ghanbari@malayeru.ac.ir
2. M.Sc. Student, Dept. of Soil Science and Engineering, Faculty of Agriculture, Malayer University, Malayer, Iran. E-mail: mohandes.jafari.1351@gmail.com

**Article Info**

**Article type:**
Full Length Research Paper

**Article history:**
Received: 01.18.2024
Revised: 10.24.2024
Accepted: 10.27.2024

**Keywords:**
Astragalus,
Burning,
Fescue,
Nematode,
Soil organic matter

**ABSTRACT**

**Background and Objectives:** Nematodes are microorganisms that play a significant role in soil function, nutrient cycling, and agriculture. They are also reliable bioindicators of environmental conditions. Fire is recognized as a major soil disturbance factor on a global scale, with greater consequences on soil properties compared to other natural disturbances. The most apparent effects of fire in natural ecosystems, especially pastures, include changes in the physical, chemical, and biological characteristics of the soil. This study aimed to investigate the impact of vegetation cover and burning on the abundance of soil nematodes.

**Materials and Methods:** To examine the effects of vegetation cover and burning on nematode abundance, a pasture in the Haidara region of Hamedan was selected, where part of the vegetation cover had been burned. Soil samples were collected two days after a spring rainfall in May 2021 from three areas: beneath the shade of the goon plant, the fescue plant, and bare soil. The latitude and longitude of each sample site were recorded, and the samples were placed in plastic containers to retain moisture before being transported to the laboratory. Soil characteristics, including texture, moisture content, organic matter, and nematode abundance, were measured using standard methods. A factorial experiment was conducted in a completely randomized design (CRD) with three replications. The first factor was burning at two levels (burned and unburned), and the second factor was vegetation cover at three levels (goon plant, fescue plant, and bare soil), with three replications.

**Results:** The analysis of variance (ANOVA) indicated that the effects of vegetation cover, burning, and their interaction on nematode abundance and soil organic matter percentage were highly significant ($P<0.01$). However, vegetation cover and burning alone had no significant effect on soil moisture content, whereas their interaction had a statistically significant impact. The mean abundance test of nematodes revealed that the highest nematode abundance was found in unburned samples from the shaded area, while the lowest was observed in bare soil. The organic matter test showed that the presence of vegetation significantly increased the percentage of soil organic matter in unburned samples, whereas the lowest percentage was recorded in bare soil. No statistically significant differences were observed in soil moisture percentage between burned and unburned samples, nor among different vegetation treatments.

Uncorrected Proof

**Conclusion:** The findings demonstrated that burning pastures reduces nematode abundance and soil organic matter content. The effect of vegetation cover on nematode populations was significant, with notable statistical differences observed between vegetation types and bare soil. The percentage of organic matter also varied significantly depending on vegetation cover and was lowest in bare soil. However, soil moisture content remained unaffected by burning or vegetation cover. Among all the parameters examined, only a significant positive correlation was found between soil organic matter and nematode abundance.

Cite this article: Ghanbari, Masoumeh, Jafari, Mohammad. 2025. The effect of burning pastures on the abundance of nematodes around the roots of goon and fescue plants. *Journal of Soil Management and Sustainable Production*, 14 (4), 115-129.

© The Author(s).
DOI: ----------
Publisher: Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources

Uncorrected Proof

نشریه مدیریت خاک و تولید پایدار
شاپا چاپی: ۱۲۶۷-۲۳۲۲
شاپا آنلاین: ۱۲۷۵-۲۳۲۲
انجمن علوم خاک ایران

# پیامد سوختن چراگاه‌ها بر فراوانی نماتدهای پیرامون ریشه گیاه گون و فستوکا

معصومه قنبری*[۱]، محمد جعفری[۲]

۱. نویسنده مسئول، استادیار گروه علوم و مهندسی خاک، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ملایر، ملایر، ایران. رایانامه: m.ghanbari@malayeru.ac.ir
۲. دانشجوی کارشناسی‌ارشد گروه علوم و مهندسی خاک، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ملایر، ملایر، ایران. رایانامه: mohandes.jafari.1351@gmail.com

**اطلاعات مقاله**

**نوع مقاله:**
مقاله کامل علمی- پژوهشی

**تاریخ دریافت:** ۱۴۰۲/۱۰/۲۸
**تاریخ ویرایش:** ۱۴۰۳/۰۸/۰۳
**تاریخ پذیرش:** ۱۴۰۳/۰۸/۰۶

**واژه‌های کلیدی:**
سوختن،
فستوکا،
گون،
ماده آلی خاک،
نماتد

**چکیده**

**سابقه و هدف:** نماتدها ریزجاندارانی هستند که نقش به‌سزایی در کارکرد خاک، چرخه عناصر غذایی و کشاورزی دارند. نماتدها هم‌چنین نشانگرهای خوبی برای بررسی شرایط محیطی هستند. از طرفی آتش‌سوزی به عنوان یک عامل آشفتگی خاک در مقیاس جهانی شناخته می‌شود که در برابر دیگر آشفتگی‌های طبیعی پیامدهای بیش‌تری بر خاک دارد. تغییر ویژگی‌های فیزیکی، شیمیایی و زیستی خاک، از مشهودترین پیامدهای آتش‌سوزی در زیست‌بوم‌های طبیعی به‌ویژه مراتع است. هدف از انجام این پژوهش بررسی اثر پوشش گیاهی و سوختن آن بر فراوانی نماتدها بود.

**مواد و روش‌ها:** برای بررسی اثر پوشش گیاهی و سوختن بر فراوانی نماتدهای خاک، یک چراگاه در منطقه حیدره همدان انتخاب گردید که در بخشی از آن پوشش گیاهی سوزانده شده بود نمونه‌های خاک از دو بخش سوخته شده و نسوخته (از سایه‌انداز گیاه گون و گیاه فستوکا) و خاک بدون پوشش گیاهی، دو روز پس از یک بارندگی بهاره در اردیبهشت‌ماه ۱۴۰۰ تهیه و پس از تعیین طول و عرض جغرافیایی، نمونه‌ها درون پلاستیک و ظروف دردار پلاستیکی (جهت حفظ رطوبت) به آزمایشگاه منتقل شدند. ویژگی‌هایی از خاک مانند بافت، رطوبت وزنی، ماده آلی و فراوانی نماتدها با روش‌های استاندارد تعیین گردید. آزمایش به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی در سه تکرار انجام شد. فاکتور اول عامل سوختن در دو سطح (سوخته و نسوخته) و فاکتور دوم پوشش گیاهی در سه سطح (گیاه گون، گیاه فستوکا و خاک بدون پوشش گیاهی) با سه تکرار در نظر گرفته شد.

**یافته‌ها:** جدول تجزیه واریانس نشان داد که اثر تیمار پوشش گیاهی و تیمار سوختن و برهم‌کنش آن‌ها بر فراوانی نماتدها و درصد ماده آلی خاک بسیار معنی‌دار بود (سطح ۱ درصد). تیمار پوشش گیاهی و تیمار سوختن اثرشان بر درصد رطوبت خاک معنی‌دار نبود، اما برهمکنش پوشش گیاهی و سوختن بر درصد رطوبت خاک معنی‌دار بود. مقایسه میانگین

Uncorrected Proof

فراوانی نماتدها نشان داد که بیش‌ترین فراوانی نماتدها در نمونه‌های نسوخته در سایه‌انداز گون و کم‌ترین آن در خاک بدون پوشش گیاهی مشاهده شد. نتایج (آزمون میانگین درصد ماده آلی) نشان داد که تأثیر پوشش گیاهی در نمونه‌های نسوخته بر درصد ماده آلی خاک معنی‌دار بود و کم‌ترین درصد ماده آلی در خاک بدون پوشش گیاهی مشاهده شد. میانگین درصد رطوبت خاک در نمونه خاک‌های نسوخته و سوخته اختلاف آماری معنی‌دار نداشت و میانگین درصد رطوبت خاک در تیمارهای مختلف پوشش گیاهی نیز بدون اختلاف معنی‌دار بود.

**نتیجه‌گیری**: نتایج نشان داد که سوختن مرتع باعث کاهش فراوانی نماتدها و هم‌چنین کاهش ماده آلی خاک می‌گردد. اثر پوشش گیاهی بر فراوانی نماتدها معنی‌دار بود و جمعیت نماتدها در پوشش گیاهی مختلف و خاک بدون پوشش گیاهی تفاوت چشمگیر آماری با هم داشتند. درصد ماده آلی هم تحت‌تأثیر پوشش گیاهی بود و مقدار آن در پوشش گیاهی مختلف و هم‌چنین خاک بدون پوشش باهم تفاوت آماری معنی‌دار نشان داد. درصد رطوبت در خاک نسوخته و سوخته و پوشش‌های گیاهی مختلف تفاوت معنی‌دار نداشت. در بین پارامترهای مورد مطالعه آزمایش فقط بین موادآلی خاک و فراوانی نماتدها همبستگی مثبت و معنی‌دار مشاهده گردید.

**استناد**: قنبری، معصومه، جعفری، محمد (۱۴۰۳). پیامد سوختن چراگاه‌ها بر فراوانی نماتدهای پیرامون ریشه گیاه گون و فستوکا. *نشریه مدیریت خاک و تولید پایدار*، ۱۴ (۴)، ۱۲۹-۱۱۵.

DOI: ----------

ناشر: دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

© نویسندگان.

Uncorrected Proof

## مقدمه

آتش‌سوزی بر پوشش گیاهی، خاک، حیات وحش و منابع آب تأثیرگذار است و می‌تواند ترکیب جوامع گیاهی، جانوری و ریزجانداران را در بسیاری از زیست‌بوم‌های طبیعی تحت‌تأثیر قرار دهد. نماتدها، کنه‌ها، روتیفرها، کرم‌های خاکی و لارو برخی از حشرات مهم‌ترین گروه‌های جانوری موجود در خاک می‌باشند (۱). نماتدها ریز جانورانی کرمی شکل و میکروسکوپی به طول ۱ تا ۱۰ میلی‌متر و قطر ۱۵ تا ۳۵ میکرون می‌باشند. اثرات متناقض آتش بر جامعه نماتدها به صورت کاهشی و افزایشی در پژوهش‌های مختلف گزارش شده است (۲ و ۳).

گون (*Astragalus*) یکی از بزرگ‌ترین جنس‌های گیاهان گلدار (با حدود ۲۵۰۰ گونه) است که به خانواده بقولات (Fabaceae) تعلق دارد. کشور ایران خاستگاه اصلی و یکی از مراکز مهم تنوع گونه گون در جهان است (٤). ایران با ۸۵۰ گونه، به تنهایی یکی از مراکز اصلی تنوع این جنس است (۵).

علف‌ها تقریباً ۲۰ درصد از کل مساحت زمین را در برمی‌گیرند. فستوکا یکی از گراس‌های چند ساله و سردسیری است که به دلیل خصوصیاتی هم‌چون توان سازگاری با شرایط مختلف محیطی و تولید و پتانسیل بالای تولید علوفه به‌صورت زراعی و مرتعی، در سال‌های اخیر مورد توجه بیش‌تری قرار گرفته است (٦). گونه *Festuca ovina* با نام انگلیسی *Sheep Fescue* (علف‌بره)، گیاهی چندساله، فاقد ساقه زیرزمینی است. این گیاه به‌علت داشتن ریشه‌های فیبری، محکم، عمیق و گسترده باعث کاهش فرسایش خاک می‌شود. این ریشه‌ها ساختمان خاک را اصلاح کرده و از فرسایش آن جلوگیری می‌کنند (۷).

نماتدها به‌عنوان فراوان‌ترین بی‌مهرگان از گروه مزوفون خاک، در منافذ پرآب خاک و نیز لایه‌های نازک آب اطراف ذرات خاک، فعال هستند (۸). آن‌ها نقش مهمی در معدنی شدن نیتروژن و توزیع بیومس درون گیاه دارند. در شبکه غذایی خاک، نماتدها باعث تبدیل مواد آلی به مواد معدنی قابل‌جذب توسط گیاهان شده و در رشد گیاهان و تولید محصول مؤثر می‌باشند. نماتدها به عنوان یکی از بهترین موجودات، جهت تعیین وضعیت خاک و به عنوان نشانگر زیستی خاک مطرح می‌باشند (۹). نماتدها و سایر موجودات زنده خاک، نقش مهمی در آزادسازی عناصر غذایی از بیومس باکتریایی ایفا می‌کنند. یک مطالعه (۱۰) نشان داد که نماتدهای خاک در زنجیره ریزه‌خواری نقش مهمی دارند، به‌ویژه نماتدهای باکتری‌خوار و قارچ‌خوار که بر چرخه میکروبی خاک و قابلیت دسترسی مواد غذایی گیاهی تأثیر زیادی دارند. چاندرا و انسپا (۱۱) گزارش کردند که بین افزایش تولید در علفزار و فراوانی کل نماتدها در خاک ارتباط مثبت وجود دارد. نیو و همکاران گزارش کردند که گیاهان نیز به‌طور مستقیم و غیرمستقیم بر نماتدهای خاک تأثیر می‌گذارند (۱۲).

ضرورت شناخت روابط بین گیاهان، موجودات زنده و عوامل محیطی به‌منظور حفظ گیاهان و تثبیت بستر رویش آن‌ها امری اجتناب‌ناپذیر است (۱۳). رابطه بین گیاهان و موجودات زنده خاک برای کنترل بهره‌وری گیاه، تجزیه و چرخه عناصر غذایی مهم است (١٤). در هر پوشش گیاهی، ترکیب میکروبی تحت‌تأثیر طیف وسیعی از عوامل زیستی و غیرزیستی قرار می‌گیرد (۱۵). ریشه گیاهان زیستگاه مناسبی برای بسیاری از موجودات خاکزی می‌باشد و در اغلب موارد، گیاهان میزبان جامعه میکروبی و جانوران مشخصی هستند (١٦). در چندین آزمایش تنوع زیستی، از نماتدها جهت تعیین اثر از بین رفتن گونه‌های گیاهی بر تعامل گیاه- خاک، شبکه‌های غذایی خاک و فرایندهای اکوسیستم خاک استفاده کرده‌اند (۱۷ و ۱۸).

Uncorrected Proof

انسان، خواسته یا ناخواسته با روش‌های مختلف مانند سیستم‌های کشاورزی، روش‌های آبیاری، سوزاندن بقایای کشاورزی، شخم در جهت شیب، استفاده روزافزون و غیراصولی از کودهای شیمیایی، تبدیل چراگاه‌ها به کشتزار و بسیاری مسائل دیگر می‌تواند اثرات نامطلوب بر اکوسیستم و اجزای آن شامل گیاهان، جانوران و ریزجانداران گردد. اکثر مطالعاتی که اثرات آتش را بر روی اکوسیستم‌های مختلف مورد بررسی قرار داده‌اند، عمدتاً بر بیوژئوشیمی خاک و میکروب‌ها (به عنوان مثال، باکتری‌ها، قارچ‌ها) متمرکز شده‌اند. بسته به شدت آتش‌سوزی، تغییر در اجزای خاک می‌تواند مخرب یا مفید باشد. سوختن با شدت پایین باعث توسعه فلور علفی و افزایش قابلیت دسترسی عناصر غذایی می‌شود (۱۹). آتش‌سوزی شدید باعث بروز تغییرات عمده در شدت تولید گونه‌های سطحی و زیرسطحی می‌شود، از طرفی منجر به کاهش شدت معدنی شدن (کربن و نیتروژن)، تغییر نسبت کربن به نیتروژن و اتلاف عناصر غذایی از طریق فرسایش و آبشویی یا نیتریفیکاسیون می‌شود (۲۰). آتش‌سوزی منجر به تغییرات کوتاه، متوسط و بلندمدت در جامعه میکروبی می‌شود (۲۱). واکنش جامعه میکروبی به آتش‌سوزی بسته به شدت و تداوم آتش‌سوزی‌ها متفاوت می‌باشد (۲۲). تغییر در جامعه و گونه‌های گیاهی بعد از آتش‌سوزی هم‌چنین می‌تواند بر پویایی و عملکرد اکوسیستم تأثیرگذار باشد که به دنبال آن جوامع میکروبی به‌ویژه آن‌هایی که با ریشه گیاهان در ارتباط می‌باشند نیز تحت‌تأثیر قرار خواهند گرفت (۲۳). نتایج متفاوتی از اثر آتش بر جامعه نماتدها گزارش شده است. در بسیاری از مطالعات بیان نموده است که آتش منجر به کاهش فراوانی نماتدها به میزان ۸۸ تا ۹٦ درصد شده است (۲٤). آتش و به‌طور خاص گرمایش خاک می‌تواند منجر به تغییرات در خواص فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی خاک شود (۲۵). از اثرات منفی آتش‌سوزی بر خاک می‌توان به کاهش مقاومت خاک در برابر تخریب و بهم‌خوردگی اشاره کرد (۲٦). اثرات درجه حرارت بالا بر ماده آلی خاک منجر به نتایج پیچیده‌ای می‌شود و میزان این تغییرات وابسته به زمان می‌باشد (۲۷).

پژوهش‌هایی که در ایران در زمینه نماتدها انجام شده، اکثراً از دید گیاه‌پزشکی و با توجه به نماتدهای آفت و شکارچی انجام پذیرفته و پیرامون نماتدهای خاکزی و آزادزی که از اجزای سودمند خاک هستند و ارتباط آن‌ها با مواد آلی خاک که از مشخصه‌های مهم خاک است و هم‌چنین اثرات پوشش گیاهی و یا عوامل طبیعی و انسانی بر فراوانی نماتدهای خاکزی پژوهشی تا زمان انجام این پژوهش دیده نشد.

## مواد و روش‌ها

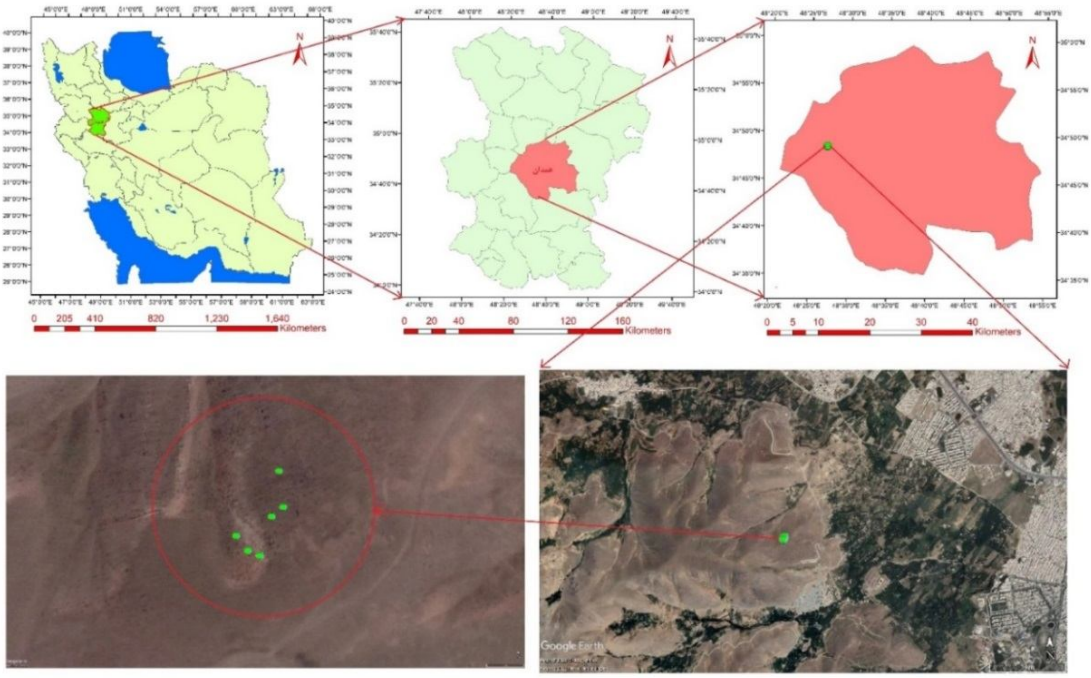
**موقعیت و خصوصیات محل‌های نمونه‌برداری:** جهت بررسی اثر پوشش گیاهی و سوختن بر فراوانی نماتدهای خاک، یک چراگاه در منطقه حیدره همدان انتخاب گردید (شکل ۱). اراضی محدوده طرح، معروف به مراتع حیدره (هزار دره) شامل ۲۰۰ هکتار از منابع ملی و در دامنه‌های الوند در استان همدان قرار دارد. مختصات جغرافیایی منطقه ٤۸ درجه و ۲۸ دقیقه طول شرقی و ۳٤ درجه و ٤۸ دقیقه عرض شمالی می‌باشد. منطقه موردنظر کوهستانی بوده و دامنه تغییرات شیب ۵ تا ٦۰ درصد می‌باشد. حداکثر ارتفاع منطقه حدود ۲۰۵۰ متر و حداقل ارتفاع ۱۸۵۰ متراز سطح دریا است و جهت شیب غالب منطقه شمالی- شرقی و جنوبی- غربی است.

**نمونه‌برداری خاک:** جهت بررسی اثر پوشش گیاهی و سوختن بر فراوانی نماتدهای خاک، نمونه‌های خاک از دو بخش سوخته شده و نشده و از قسمت سایه‌انداز دو گونه علفی گون و فستوکا و هم‌چنین

Uncorrected Proof

خاک بدون پوشش گیاهی از عمق ۱۰ سانتی‌متری دو روز پس از بارندگی بهاره در اردیبهشت‌ماه ۱۴۰۰ جمع‌آوری گردید. نمونه‌ها به‌منظور حفظ رطوبت اولیه خاک درون پلاستیک جهت آنالیزهای بعدی به آزمایشگاه انتقال داده شد.

**اندازه‌گیری خصوصیات شیمیایی و فیزیکی خاک:** نمونه‌های خاک به دو قسمت تقسیم شدند (یک قسمت جهت بررسی نماتدها و بخش دیگر برای اندازه‌گیری سایر پارامترهای غیرزنده) و نمونه‌ها جهت اندازه‌گیری خصوصیات شیمیایی و فیزیکی هوا خشک و از الک ۲ میلی‌متری عبور داده شدند. به‌منظور تعیین بافت خاک از روش هیدرومتر بایوکاس (۲۸)، تعیین ماده آلی از طریق تیتراسیون (والکی و بلک) (۲۹) و درصد رطوبت وزنی توسط روش‌های معمول آزمایشگاهی استفاده شد.



**شکل ۱- موقعیت محل مورد مطالعه و نقاط نمونه‌برداری.**

**Figure 1. Location of the study site and sampling points.**

**تعیین فراوانی نماتدهای خاک:** به‌منظور تعیین فراوانی نماتدهای خاک از روش الک- سانتریفوژ به شرح زیر استفاده شد. در این روش مقدار ۲۵۰ میلی‌لیتر خاک از روی یک الک با اندازه سوراخ‌های حدود ۸۴۰ میکرون (۲۰ مش) داخل یک تشتک یا سطل با حجم تقریباً ۶ لیتر شستشو داده شد. بعد از گذشت حدود ۳۰-۴۰ ثانیه، شن و ماسه و ذرات درشت خاک ته‌نشین شدند. سپس محلول رویی، روی دو الک ۲۱۰ میکرون (۷۲ مش- جهت جدا کردن ریشه و سایر مواد سبک همراه محلول) و ۳۸ میکرون (۴۰۰ مش) خالی شد. سطل را دوباره پر از آب کرده و عمل فوق تکرار گردید. محتوی الک ۳۸ میکرون را با مورب نگهداشتن الک و پاشیدن آرام آب به پشت آن در کنار الک جمع کرده و سپس، داخل یک بشر ۲۵۰ میلی‌لیتری ریخته شد. محتوی بشر در یک یا دو لوله ۵۰ میلی‌لیتری سانتریفوژ به مدت ۱۰-۵ دقیقه با

سرعت ۳۰۰۰ دور در دقیقه سانتریفوژ شد. بعد از سانتریفوژ، محلول رویی سانتریفوژ دور ریخته شده و محلول شکر (با وزن مخصوص ٤٥۳ گرم در یک لیتر آب) داخل لوله‌های سانتریفوژ ریخته و مخلوط به‌مدت ۱-۰/۵ دقیقه با دور ۳۰۰۰ سانتریفوژ شد. پس از این مرحله مایع روی قسمت ته‌نشین شده که حاوی نماتدها می‌باشد، روی الک ۳۸ میکرون یا ریزتر ریخته شد. برای جداسازی بهتر نماتدها، الک داخل یک ظرف آب قرار داده شد که بلافاصله نماتدها شسته شدند و از پلاسمولیزه شدن آن‌ها جلوگیری گردید. نماتدهای جمع‌آوری‌شده روی الک، درون یک بشر شسته شدند. در این محلول جمعیت نماتدها بررسی شد (۳). تعداد نماتدها در ۱۰۰ میلی‌لیتر خاک و ۱۰۰ گرم خاک مرطوب و خشک تعیین شد.

## نتایج و بحث

**اثر آتش و پوشش گیاهی بر ماده آلی خاک:** برخی از ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک‌های مورد مطالعه در جدول ۱ ارائه شده است.

**جدول ۱- ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک‌ها.**

**Table 1. Physical and chemical properties of soils.**

| نوع بافت Soil texture | درصد رطوبت Moisture | درصد ماده آلی Organic matter | درصد شن Sand | درصد سلیت Silt | درصد رس Clay | محل |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Clay Loam | 24.6 | 0.3 | 25.5 | 40.5 | 34 | بدون گیاه (No Plant) |
| Loam | 23.3 | 1.5 | 37.5 | 38.5 | 24 | گون (Astragalus) |
| Clay | 20.3 | 1.16 | 41.5 | 14 | 44.5 | فستوکا (Fescue) |
| Loam | 19.6 | 0.14 | 41.5 | 40.5 | 18 | بدون گیاه- سوخته (No Plant Burned) |
| Clay Loam | 26.9 | 0.97 | 31.5 | 40.5 | 28 | گون- سوخته (Astragalus-Burned) |
| Loam | 25.3 | 0.96 | 37.5 | 40 | 22.5 | فستوکا- سوخته (Fescue-Burned) |

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که پوشش گیاهی و سوختن و برهمکنش آن‌ها اثر معنی‌داری در سطح یک درصد بر مقدار ماده آلی خاک دارند (جدول ۲). مقایسه داده‌های ماده آلی در دو اراضی سوخته و نسوخته بیانگر کاهش درصد ماده آلی در اثر آتش‌سوزی می‌باشد. مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که بین درصد ماده آلی خاک‌های اراضی نسوخته و سوخته اختلاف معنی‌داری وجود دارد و کم‌ترین مقدار ماده آلی در اراضی بدون پوشش گیاهی خاک‌های سوخته اندازه‌گیری شد کم‌ترین مقدار درصد ماده آلی (۰/۱٤ درصد) در بخش سوخته و بدون پوشش گیاهی و بیش‌ترین مقدار درصد ماده آلی خاک در اراضی نسوخته با پوشش گیاهی گون مشاهده گردید (۱/٤۹ درصد). مقایسه درصد ماده آلی در اراضی سوخته نشان داد که اختلاف معنی‌داری بین داده‌های درصد ماده آلی خاک در اراضی با پوشش گیاهی فستوکا و گون مشاهده نشد (جدول ۳).

Uncorrected Proof

همان‌طورکه مورد انتظار است، یکی از اثرات آتش‌سوزی در مراتع کاهش درصد ماده آلی خاک‌ها می‌باشد. در اثر آتش‌سوزی بخشی از بقایای آلی تجزیه و عناصر غذایی وارد چرخه غذایی شده و همین امر منجر به کاهش درصد ماده آلی خاک می‌شود. در طی احتراق، ماده آلی خاک تحت تغییرات فیزیکی و شیمیایی قرار می‌گیرد (۳۱). در ابتدا، به محض این‌که دما به ۱۰۰ درجه سانتی‌گراد نزدیک شد، رطوبت آزاد تبخیر می‌شود. لیگنین و همی‌سلولز در دمای بین ۱۳۰ تا ۱۹۰ درجه سانتی‌گراد شروع به تجزیه می‌کنند. واکنش‌هایی که در دمای کم‌تر از ۲۰۰ درجه سانتی‌گراد رخ می‌دهند، گرماگیر هستند. تجزیه لیگنین و همی‌سلولز در دمای ۲۰۰ درجه سانتی‌گراد سریع می‌شود و سلولز در دمای ۲۸۰ درجه سانتی‌گراد دچار آبگیری شیمیایی می‌شود. حدود ۳۵ درصد از وزن کل ماده آلی قبل از رسیدن خاک به ۲۸۰ درجه سانتیگراد کاهش می‌یابد. هنگامی که دمای خاک از ۲۸۰ درجه سانتی‌گراد فراتر رفت، واکنش‌های گرمازا غالب و ماده آلی مشتعل می‌شود. هنگامی که دمای سطح ماده آلی خاک به ۵۰۰ تا ٦۰۰ درجه سانتی‌گراد می‌رسد، اگر اکسیژن از سطح زغال حذف نشود، احتراق درخشان رخ می‌دهد. سپس، شعله‌ور شدن صورت می‌گیرد و دما را از ۸۰۰ به ۱۵۰۰ درجه سانتی‌گراد افزایش می‌دهد. بهم‌خوردگی ناشی از آتش‌سوزی منجر به اتلاف کربن آلی خاک به دلیل آتش‌سوزی زیست‌توده گیاهی و بقایای آلی موجود در خاک می‌شود. در اقلیم مدیترانه‌ای کاهش کربن میکروبی خاک به میزان ۲۹ تا ٤۲ درصد بعد از ۷ تا ۸٤ روز بعد از آتش‌سوزی گزارش شد. تلفات مواد آلی پس از آتش‌سوزی عمدتاً از طریق تبخیر، دود، خاکستر، رواناب سطحی و فرسایش رخ می‌دهد (۳۲). حیدری و همکاران کاهش ۲۲ درصدی اندوخته ماده آلی خاک را یک سال پس از آتش‌سوزی در مراتع چهارمحال و بختیاری گزارش کردند (۳۳). تأثیر آتش بر مواد آلی خاک بسیار متغیر است و بستگی به چند عامل دارد که شامل نوع آتش، شاخه‌ها یا قسمت‌های زیرزمینی پوشش گیاهی موجود، شدت آتش و حتی شیب می‌باشد. این اثرات ممکن است از تخریب کامل ماده آلی تا افزایش حدود ۳۰ درصد نسبت به مقدار اولیه ماده آلی تغییر کند (۳٤). افزایش ماده آلی در لایه‌های سطحی در نتیجه ورود از منابع خارجی، اساساً از برگ‌های خشک شده و قسمتی از مواد سوخته گیاهی می‌باشد. حقیقت‌خواه و همکاران افزایش محتوای کربن آلی خاک را پس از سوزاندن بقایای گیاهی گزارش نمودند (۳۵). لازم به توضیح است که افزایش میزان کربن آلی خاک پس از سوزاندن بقایای گیاهی را می‌توان به احتراق ناقص بقایا و باقی ماندن خاکستر حاصل از سوختن بقایا نسبت داد که باعث افزایش میزان کربن آلی کل خاک شده است. بانج شفیعی و همکاران (۲۰۱۰) افزایش مواد آلی را پس از سوزاندن کاه و کلش تنها در عمق یک تا پنج سانتی‌متری سطح خاک گزارش نمودند (۳٦). مولوی و همکاران (۲۰۰۹) تغییری را در کربن آلی خاک در اثر آتش‌سوزی مشاهده نکردند (۳۷). در تیمار سوزاندن بقایا، تبدیل سریع ماده آلی به دی‌اکسیدکربن از یک طرف و از بین رفتن ماده آلی موجود در خاک در اثر سوزاندن از طرف دیگر، از دلایل کاهش معنی‌دار کربن آلی خاک است (۳۸).

Uncorrected Proof

**جدول ۲- تجزیه واریانس جمعیت نماتدها، ماده آلی خاک و درصد رطوبت خاک ۱۰۰ گرم خاک خشک.**

**Table 2. Variance analysis of nematode population, soil organic matter and soil moisture percentage of 100 grams of dry soil.**

| منابع پراکنش S.O.V | درجه آزادی df | فراوانی نماتدها Nematodes Population | درصد ماده آلی خاک OM% | درصد رطوبت خاک Soil Moisture% |
|---|---|---|---|---|
| پوشش گیاهی (Plant) | 2 | 85600.22** | 1.7705** | 14.3605 |
| سوختن (Burn) | 1 | 76570.80** | 0.3796** | 6.3605 |
| برهمکنش (Interaction) | 2 | 34576.88** | 0.0614** | 43.8605* |
| اشتباه آزمایشی (Ee) | 12 | 2587.72 | 0.0011 | 9.11 |

بدون ستاره: نبود اثر معنی‌دار؛ * و ** به ترتیب نشان‌دهنده اثر معنی‌دار در سطوح ۵ و ۱ درصد

**جدول ۳- مقایسه میانگین درصد ماده آلی در تیمارهای پوشش گیاهی و سوختن.**

**Table 3. Comparison test of the average percentage of organic matter in vegetation and burning treatments.**

| تیمار پوشش (Plant) | تیمار سوختن (Burn) | | |
|---|---|---|---|
| | نسوخته (Not Burnt) | سوخته (Burned) | میانگین (Mean) |
| بدون پوشش (No Plant) | $0.296 \pm 0.035^{d}$ | $0.14 \pm 0.346^{e}$ | $0.218 \pm 0.091^{C}$ |
| گون (Astragalus) | $1.49 \pm 0.05^{a}$ | $0.97 \pm 0.00^{c}$ | $1.23 \pm 0.288^{A}$ |
| فستوکا (Fescue) | $1.16 \pm 0.0173^{b}$ | $0.968 \pm 0.038^{c}$ | $1.06 \pm 0.108^{B}$ |
| میانگین (Mean) | $0.98 \pm 0.0535^{A}$ | $0.693 \pm 0.415^{B}$ | - |

حروف مشابه در هر ستون نشان‌دهنده نبود اختلاف معنی‌دار در سطح خطای ۵ درصد است

**اثر آتش و پوشش گیاهی بر مقدار رطوبت خاک:**

نتایج تجزیه واریانس داده‌های درصد رطوبت خاک نشان داد که پوشش گیاهی و سوختن اثر معنی‌داری بر رطوبت خاک ندارد با این حال، برهمکنش پوشش گیاهی و سوختن بر مقدار رطوبت خاک در سطح ۵ درصد معنی‌دار شد (جدول ۲). بالاترین مقدار رطوبت در اراضی سوخته با پوشش گیاهی گون به میزان ۲٦/۹ درصد مشاهده شد و کم‌ترین مقدار رطوبت نیز در اراضی سوخته بدون پوشش گیاهی ثبت شده است (جدول ٤). مقایسه میانگین داده‌های درصد رطوبت نشان‌دهنده عدم اختلاف معنی‌دار در بین تیمارهای سوخته و نسوخته (هم‌چنین، در بین تیمارهای پوشش گیاهی) می‌باشد. رابطه منفی و معنی‌دار بین درصد شن و رطوبت خاک توسط آنالیز همبستگی به دست آمد که نشان‌دهنده اثر قابل توجه مقدار شن خاک در میزان نگهداری رطوبت خاک می‌باشد (شکل ۲).

مقدار مواد آلی، رطوبت ماده سوختنی و شرایط اقلیمی، شدت آتش‌سوزی را تحت‌تأثیر قرار می‌دهند. در غالب موارد گرمای ناشی از آتش‌سوزی حرکت صعودی داشته، با این حال انتقال رو به پایین گرما نیز باعث تغییر در ترکیبات معدنی و بقایای گیاهی می‌شود. در صورت خیس بودن بقایای سطحی شدت گرمای تولیدی نسبت به حالت خشک کمتر می‌باشد. در شرایطی که بقایای گیاهی خشک باشند، انتقال گرما به قسمت‌های زیرسطحی صورت می‌گیرد.

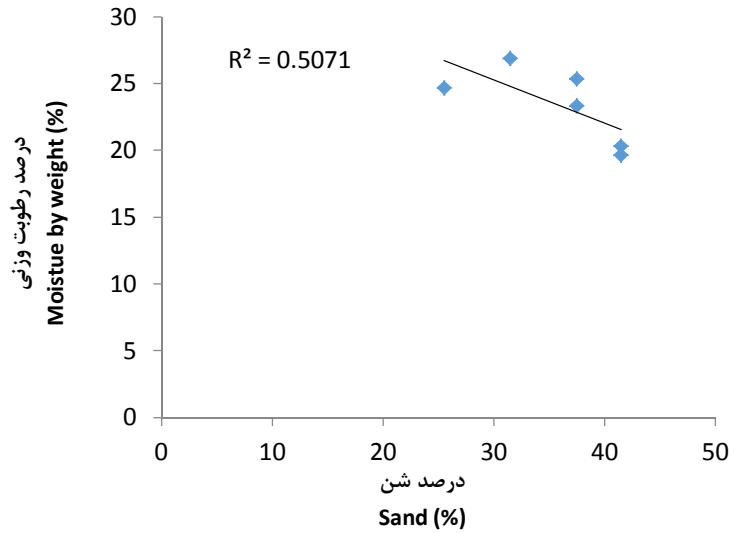
Uncorrected Proof

جدول ٤- آزمون میانگین درصد رطوبت خاک در تیمارهای پوشش گیاهی و سوختن.

**Table 4. Average soil moisture percentage test in vegetation and burning treatments.**

| تیمار پوشش (Plant) | تیمار سوختن (Burn) | | |
|---|---|---|---|
| | نسوخته (Not Burnt) | سوخته (Burned) | میانگین (Mean) |
| بدون پوشش (Not Plant) | $24.66 \pm 1.547^{ab}$ | $19.66 \pm 2.52^{b}$ | $22.16 \pm 3.25^{A}$ |
| گون (Astragalus) | $23.33 \pm 0.57^{ab}$ | $26.9 \pm 0.00^{a}$ | $25.12 \pm 1.98^{A}$ |
| فستوکا (Fescue) | $20.33 \pm 5.03^{b}$ | $25.33 \pm 4.62^{ab}$ | $22.83 \pm 5.11^{A}$ |
| میانگین (Mean) | $22.77 \pm 3.23^{A}$ | $23.96 \pm 4.22^{A}$ | $23.36 \pm 5.11^{A}$ |

حروف مشابه در هر ستون نشان‌دهنده عدم وجود اختلاف معنی‌دار در سطح خطای ۵ درصد است




شکل ۲- نمودار همبستگی بین درصد رطوبت و درصد شن خاک.

**Figure 2. Correlation diagram of moisture percentage and soil sand percentage.**

**اثر آتش و پوشش گیاهی بر فراوانی نماتدها:** نتایج تجزیه واریانس داده‌های حاصل از بررسی فراوانی نماتدها در ۱۰۰ گرم خاک خشک در خاک‌های سوخته و نسوخته در جدول ۲ ارائه شده است. مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که تعداد نماتدها به‌طور معنی‌داری ($P<0/01$) در اراضی سوخته کاهش یافته است (جدول ۵). بیش‌ترین کاهش جمعیت در خاک سوخته با پوشش گیاهی گون مشاهده شد. این کاهش جمعیت در پوشش گیاهی گون در مقایسه با فستوکا و اراضی بدون پوشش گیاهی به ترتیب تقریباً ۱/۵ و ۲ برابر به‌دست آمد. وقتی سوختن اتفاق می‌افتد، ساده‌ترین علت کاهش جمعیت فرار نماتدها و هم‌چنین سوختن آن‌هاست و چون گون ریشه‌های بیش‌تری نسبت به فستوکا دارد، پس نماتدهای بیش‌تری در ریزوسفر پیرامونش داشته که با سوختن گون، تعداد بیشتری گون از بین رفته‌اند. عبدوس و سعیدی‌زاده (۲۰۱٦) کاهش جمعیت نماتدها را در عمق ۱۰ تا ٤۰ سانتی‌متری ۱ ماه پس از آتش‌سوزی گزارش نمودند (۳۹). بر اساس نتایج تجزیه واریانس اثر متقابل پوشش گیاهی و سوختن بر فراوانی نماتدها

در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد. این کاهش در مقدار نماتدها در اراضی سوخته را می‌توان به کاهش مقدار ماده آلی خاک و کاهش رطوبت نسبت داد. به‌نظر می‌رسد که وجود گرما در لایه‌های سطحی و متعاقباً کاهش رطوبت خاک علاوه‌بر کشتن نماتدها، موجب حرکت آن‌ها به لایه‌های پایین‌تر خاک می‌شود. پژوهش‌گران معتقدند که فراوانی بیش‌تر نماتدها در بلوک‌های منطقه نسوخته در مقایسه با بلوک‌های منطقه سوخته منعکس‌کننده تفاوت‌های بزرگ در میزان رطوبت خاک بین مناطق نسوخته و سوخته جنگل می‌باشد (٤۰). نتایج حاصل از ضریب تبیین نشان داد که بین مقدار ماده آلی خاک و تعداد نماتدها در ۱۰۰ گرم خاک همبستگی مثبت و معنی‌داری ($R^2$=۰/۸۱) وجود دارد (شکل ۳).

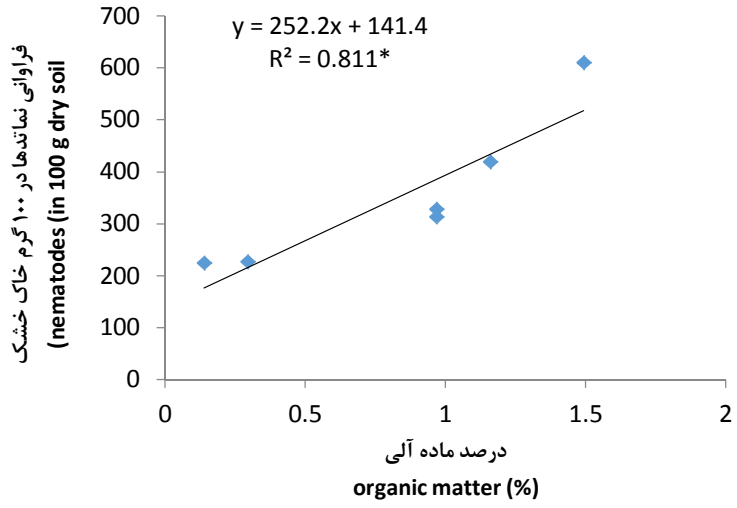
ویکرس و شمیل (٤۱) مرگ و میر بی‌مهرگان در اثر آتش را بسته به مقدار ماده آلی سوخته شده بین ۵۹ تا ۱۰۰ درصد گزارش کردند. مطالعات متعدد در زمینه اثر آتش‌سوزی بر بی‌مهرگان خاک نشان می‌دهد که آتش‌سوزی با مکانیسم‌های مختلفی از جمله مرگ و میر و مهاجرت اجباری این موجودات، بر جمعیت بی‌مهرگان تأثیر می‌گذارد (٤۲).

**جدول ۵- آزمون میانگین فراوانی نماتدها در تیمارهای پوشش گیاهی و سوختن.**

**Table 5. Test of the average abundance of nematodes in vegetation and burning treatments.**

| تیمار پوشش (Plant) | تیمار سوختن (Burn) | | |
|---|---|---|---|
| | نسوخته (Not Burnt) | سوخته (Burned) | میانگین (Mean) |
| بدون پوشش (Not Plant) | $225.66 \pm 22.67^{d}$ | $223.67 \pm 26.83^{d}$ | $224.67 \pm 22.25^{C}$ |
| گون (Astragalus) | $610.00 \pm 57.97^{a}$ | $312.00 \pm 36.00^{cd}$ | $461.00 \pm 168.88^{A}$ |
| فستوکا (Fescue) | $418.66 \pm 96.92^{b}$ | $327.33 \pm 13.86^{c}$ | $373.00 \pm 79.608^{B}$ |
| میانگین (Mean) | $418.11 \pm 176.10^{A}$ | $287.67 \pm 53.96^{B}$ | - |

حروف مشابه در هر ستون نشان دهنده عدم وجود اختلاف معنی‌دار در سطح خطای ۵ درصد است.




**شکل ۳- نمودار همبستگی فراوانی نماتد و درصد ماده آلی خاک.**

**Figure 3. Correlation diagram of nematode abundance and soil organic matter percentage.**

Uncorrected Proof

## نتیجه‌گیری و پیشنهادها

از پژوهش حاضر نتایج زیر به دست آمد:

۱- سوختن منجر به کاهش درصد ماده آلی خاک می‌شود.

۲- اختلاف معنی‌دار از نظر درصد رطوبت خاک در مناطق سوخته و نسوخته مشاهده نشد.

۳- فراوانی نماتدهای خاک در خاک‌های سوخته کم‌تر از خاک‌های نسوخته بود.

٤- همبستگی مثبت و معنی‌داری بین درصد ماده آلی و فراوانی نماتدها به دست آمد.

## پیشنهادها

۱- اثرات بلندمدت سوختن در چراگاه‌ها و جنگل‌ها و کشتزارها بررسی و مقایسه شود.

۲- پژوهش‌هایی پیرامون اثرات سوختن و سایر ویژگی‌های خاک مانند شوری، اسیدتیه، تغییر کاتیون‌های تبادلی و ارتباط این پارامترها با جمعیت نماتدها انجام شود.

۳- به‌منظور افزایش دقت اطلاعات در شرایط آزمایشگاهی، شرایط آتش‌سوزی را به‌طور مصنوعی بازسازی نموده و به بررسی تغییر جمعیت نماتدها پرداخته شود.

## منابع


1. Yeates, G. W. (1987). How plants affect nematodes. In: Macfadyen, A., & Ford, E. D. (ed.). *Advances in Ecological Research. Academic Press*. pp. 61-113.
2. Bastow, J. (2020). The impacts of a wildfire in a semiarid grassland on soil nematode abundances over 4 years. *Biology and Fertility of Soils*, 56, 675-685. **doi:10.1007/s00374-020-01441-4**.
3. Pen-Mouratov, S., Ginzburg, O., Whitford, W. G., & Steinberger, Y. (2012). Forest fire modifies soil free-living nematode communities in the Biriya Woodland of Northern Israel. *Zoological Studies*, 51, 1018-1026. **doi:10215506-201212-201306060030-201306060030-1018-1026.**
4. Maassoumi, A. A. (1998). Astragalus in the Old World: Check-list. *Research Institute of Forests and Rangelands.* 617p.
5. Ghahremaninejad, F. (2015). Notes about Astragalus (Leguminosae) in Iran. *Annalen des Naturhistorischen Museums in Wien Serie B für Botanik and Zoologie*, 117, 279-281.
6. Majidi, M. M., Mirlohi, A., & Amini, F. (2009). Genetic variation, heritability and correlations of agro-morphological traits in tall fescue (*Festuca arundinacea* Schreb.). *Euphytica* 167, 323-331. **doi:10.1007/s10681-009-9887-6.**
7. Jafari, A., Setavarz, H., & Alizadeh, M. (2006). Genetic variation for and correlations among seed yield and seed components in tall fescue. *Journal of New Seeds,* 8, 47-65. **doi:10.1300/J153v08n04_04.**
8. Williamson, V. M., & Gleason, C. A., (2003). Plant–nematode interactions. *Current Opinion in Plant Biology*, 6, 327-333. **doi:10.1016/s1369-5266(03)00059-1.**
9. Neher, D. A. (2001). Role of nematodes in soil health and their use as indicators. *Journal of Nematology*, 33, 161.
10. Li, H. Y., Yang, G. D., Shu. H. R., Yang, Y. T., Ye, B. X., Nishida, I., & Zheng, C. C. (2006). Colonization by the arbuscular mycorrhizal fungus Glomus versiforme induces a defense response against the root-knot nematode. *Plant Cell Physiology*, 47 (1), 154-63. **doi:10.1093/pcp/pci231.**
11. Chandra, P., & Enespa, A. (2019). Soil–microbes–plants: Interactions and ecological diversity. Plant Microbe Interface. In: Varma, A., Tripathi, S., & Prasad, R. (ed.). Plant Microbe Interface. Springer, Cham. pp. 145-176. **doi:10.1007/978-3-030-19831-2_6.**
12. Niu, X., Zhai, P., Zhang, W., & Gu, Y. (2019). Effects of earthworms and agricultural plant species on the soil


Uncorrected Proof

nematode community in a microcosm experiment. *Scientific Reports*, 9, 11660. **doi:10.1038/s41598-019-48230-0.**

13. Raynaud, T., Pivato, B., Siol, M., Spor, A., & Blouin, M. (2021). Soil microbes drive the effect of plant species and genotypic diversity interaction on productivity. *Plant and Soil,* 467, 165-180. **doi:10.1007/s11104-021-05071-z.**
14. Winding, A., Singh, B. K., Bach, E., Brown, G., Zhang, J., Cooper, M., Dion, P., Mele, P., Eisenhauer, N., & Pena-Neira, S. (2020). State of knowledge of soil biodiversity: Status, challenges, and potentialities. FAO Report, Rome, Italy, 618p. **doi:10.4060/cb1928en.**
16. Bennett, J. A., & Klironomos, J. (2019). Mechanisms of plant–soil feedback: interactions among biotic and abiotic drivers. *New Phytologist,* 222, 91-96. **doi: 10.1111/nph.15603.**
17. Cortois, R., Veen, G. F., Duyts, H., Abbas, M., Strecker, T., Kostenko, O., Eisenhauer, N., Scheu, S., Gleixner, G., De Deyn, G. B., & van der Putten, W. H. (2017). Possible mechanisms underlying abundance and diversity responses of nematode communities to plant diversity. *Ecosphere*, 8, e01719. **doi:10.1002/ecs2.1719.**
18. Cesarz, S., Schulz, A. E., Beugnon, R., & Eisenhauer, N. (2019). Testing soil nematode extraction efficiency using different variations of the Baermann-funnel method. *Soil Organisms*, 91 (2), 61-72. **doi:10.25674/so91201.**
19. Pourreza, M., Hosseini, S. M., Sinegani, A. A. S., Matinizadeh, M., & Dick, W. A. (2014). Soil microbial activity in response to fire severity in Zagros oak (*Quercus brantii* Lindl.) forests, Iran, after one year. *Geoderma*, 213, 95-102. **doi:10.1016/j.geoderma.2013.07.024**.
20. Knelman, J. E., Graham, E. B., Trahan, N. A., Schmidt, S. K., & Nemergut, D. R. (2015). Fire severity shapes plant colonization effects on bacterial community structure, microbial biomass, and soil enzyme activity in secondary succession of a burned forest. *Soil Biology and Biochemistry*, 90, 161-168. **doi:10.1016/j.soilbio.2015.08.004.**
21. Smith, M. D., van Wilgen, B. W., Burns, C. E., Govender, N., Potgieter, A. L. F., Andelman, S., Biggs, H. C., Botha, J., & Trollope, W. S. W. (2012). Long-term effects of fire frequency and season on herbaceous vegetation in savannas of the Kruger National Park, South Africa. *Journal of Plant Ecology,* 6, 71-83. **doi:10.1093/jpe/rts014.**
22. Treseder, K. K., Mack, M. C., & Cross, A. (2004). Relationships among fires, fungi, and soil dynamics in Alaskan boreal forests. *Ecological Applications*, 14, 1826-1838. **doi:10.1890/03-5133.**
23. Comer, J. A. (2019). Effects of grazing and fire on soil microbial communities and hydrological processes in the northern great plains grassland. Electronic Theses and Dissertations. 3520, South Dakota State University, South Dakota, USA.
24. Bastow, J. (2020). The impacts of a wildfire in a semiarid grassland on soil nematode abundances over 4 years. *Biology and Fertility of Soils*, 56, 675-685. **doi:10.1007/s00374-020-01441-4.**
25. Culpepper, L. S. (2020). Soil physicochemical and microbial responses to high-energy fires in a semi-arid savanna. MSc Thesis, Texas A&M University, Texas, USA.
26. Pyne, S. J. (2019). Fire: a brief history. University of Washington Press, 204p.
27. Tuininga, A. R., & Dighton, J. (2004). Changes in ectomycorrhizal communities and nutrient availability following prescribed burns in two upland pine oak forests in the New Jersey pine barrens. *Canadian Journal of Forest Research*, 34 (8), 1755-1765. **doi:10.1139/x04-037.**
28. Bouyoucos, G. J. (1962). Hydrometer method improved for making particie size analyses of soils. *Agronomy Journal*, 54 (5), 464-465.
29. Rowell, D. L. (1994). Soil science: methods and applications. *Department of Soil Science, University of Reading.* 368p. **doi:10.4324/9781315844855.**

Uncorrected Proof

30. Jenkins, W. (1964). A rapid centrifugal-flotation technique for separating nematodes from soil. *Plant Disease Reporter*, 48 (9), 692.
31. Chandler, C., Cheney, P., Thomas, P., Trabaud, L., & Williams, D. (1983). Fire in forestry. Volume 1. Forest fire behavior and effects. Volume 2. Forest fire management and organization. John Wiley & Sons, Inc.
32. Scurlock, J. M. O., & Hall, D. O. (1998). The global carbon sink: a grassland perspective. *Global Change Biology*, 4, 229-233. **doi: 10.1046/j.1365-2486. 1998.00151.x.**
33. Heydari, J., Ghorbani, S. H., Raeesi, F., & Tahmasebi, P. (2013). Soil carbon accumulation and dynamics after fire in Chaharmahal and Bakhtiari semi-steppe pastures. *Water and Soil Science Journal*, 23, 249-264. [In Persian]
34. Gonzalez-Perez, J. A., Gonzalez-Vila, F. J., Almendros, G., & Knicker, H. (2004). The effect of fire on soil organic matter-A review. *Environment International*, 30, 855-870. **doi:10.1016/ j.envint.2004.02.003.**
35. Haghighatkhah, N., Hojati, C., Landi, A., & Motamedi, H. (2015). The effect of burning plant residues of sugarcane and corn on different forms Carbon in some soils of Khuzestan province. *Water and Soil Science Journal*, 4 (1), 129-142. [In Persian]
36. Banej Shafiei, A., Akbarinia, M., Azizi, P., & Eshaghirad, J. (2010). Impacts of fire on some chemical properties of forest soil in north of Iran (Case study: Kheyroudkenar forest). *Iranian Journal of Forest and Poplar Research,* 18 (3), 365-379. [In Persian]
37. Molavi, R., Baghernejad, M., & Adhami, E. (2009). Effects of forest burning and slash burn on physicochemical properties and clay minerals of top soil. *JWSS-Isfahan University of Technology*. 49, 99-110. [In Persian]
38. Heydari, F., Rasoolzadeh, A., Sepaskhah, A., & Asghari, A. (2010). The effect of returning plant residues and burning them on the physical and hydraulic properties of the soil. The second national conference on comprehensive management of water resources. The Second National Conference on Comprehensive Management of Water Resources Exploitation, 1-7. [In Persian]
39. Abdoos, H., & Saeedizadeh, A. (2016). The effect of fire on the population of nematodes in the surface soil layers of Abar forest, Shahrood city. *Iran's Forests and Pastures Protection and Research journal,* 14 (2), 136-146. **doi:10.22092/ ijfrpr.2017.109528.** [In Persian]
40. Whitford, W. G., Pen-Mouratov, S., & Steinberger, Y. (2014). The effects of prescribed fire on soil nematodes in an arid juniper savanna. *Open Journal of Ecology*, 4 (2), 66-75. **doi:10.4236/oje. 2014.42009.**
41. Wikars, L. O., & Schimmel, J. (2001). Immediate effects of fire-severity on soil invertebrates in cut and uncut pine forests. *Forest Ecology and Management*, 141 (3), 189-200. **doi:10.1016/S0378-1127(00)00328-5.**
42. Sohlenius, B., Bostrom, S., & Sandor, A. (1987). Long-term dynamics of nematode communities in arable soil under four cropping systems. *Journal of Applied Ecology*, 24 (1), 131-144.

Uncorrected Proof

Uncorrected Proof