



بررسی اثر فعالیتهای کشاورزی بر جمعیت نماتدها و باکتریهای خاکزی مزارع گندم استان خراسان

علیرضا خداشناس^{*}، علیرضا کوچکی، پرویز رضوانی مقدم، امیر لکزیان

گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد

Effect of Agricultural Practices on Soil Nematodes and Bacteria in the Winter Wheat Fields of Khorasan Province, Iran

Alireza Khodashenas^{*}, Alireza Koocheki, Parviz Rezvani Moghadam, Amir Lakzian

Department of Agronomy and Plant Breeding, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad

Abstract

Soil nematodes and bacteria play an important role in soil function. In order to evaluate the effects of agricultural practices on these organisms, a study was conducted in winter wheat fields of Shirvan, Mashhad and Gonabad, three regions of Khorasan Province. In each region, high and low input fields of winter wheat were selected, along with a natural system for comparison. Use of agricultural inputs was the criterion for the selection of low and high input fields in each region. Soil sampling was undertaken on fields and natural systems. Organic matter and the number of nematodes and culturable bacteria in soil samples were measured. The percentage of soil organic matter in all systems was low but, in agro-ecosystems, it was greater than in natural systems. Results showed that organic matter, soil moisture and mean annual temperature has an affect on soil nematodes. The number of nematodes in agro-ecosystems was reater than in natural systems in all three regions. The mean number of soil nematodes in 100g dry weight of soil in the natural systems of Shirvan, Mashhad and Gonabad was 166, 184 and 132, respectively; in the low input systems of Shirvan, Mashhad and Gonabad it was 550, 459 and 1067, respectively and in the high input systems of Shirvan, Mashhad and Gonabad it was 348, 1084 and 485, respectively. Agricultural practices had no negative effects on soil bacterial numbers and the number of soil bacteria increased in some agro-ecosystems. Results showed that agro-ecosystems improved the conditions for nematodes and bacteria and increased the number of these organisms in soil.

Keywords: nematode, soil bacteria, soil organic matter, wheat.

چکیده

نماتدها و باکتریهای خاکزی نقش مهمی در کارکرد خاک ایفا می کنند و به همین جهت اهمیت ویژه‌ای در کشاورزی دارند. برای ارزیابی اثر فعالیتهای کشاورزی در بوم نظام اصلی کشاورزی استان خراسان بر نماتدها و باکتریهای خاکزی، مطالعه‌ای در سه منطقه شیروان، مشهد و گناباد انجام شد. مزارع گندم کم نهاده و پر نهاده به‌عنوان سیستم‌های کشاورزی همراه با سیستم طبیعی هر منطقه جهت مطالعه مد نظر قرار گرفتند. مصرف نهاده‌های کشاورزی ملاک انتخاب مزارع بود، به‌طوری‌که مزارع گندم کم نهاده و پر نهاده در هر منطقه، به ترتیب بر اساس کمترین و بیشترین مقدار مصرف نهاده‌ها انتخاب شدند. نمونه برداری خاک در هر یک از مزارع پر نهاده، کم نهاده و نیز سیستم طبیعی انجام گرفت و درصد مواد آلی، تعداد نماتد و تعداد باکتری قابل کشت خاک تعیین گردید. درصد مواد آلی خاک در همه مناطق و سیستم‌های مورد مطالعه پائین بود ولی تحت اثر فعالیتهای کشاورزی افزایش نشان داد. تعداد نماتدها تحت تأثیر مواد آلی و رطوبت خاک و نیز میانگین حرارتی سالیانه بوده و در سیستم‌های کشاورزی برتری قابل توجهی نسبت به سیستم طبیعی در هر منطقه داشت. میانگین تعداد نماتدها در ۱۰۰ گرم خاک خشک در سیستم‌های طبیعی شیروان، مشهد و گناباد به ترتیب ۱۶۶، ۱۸۴ و ۱۳۲، در سیستم‌های کم نهاده شیروان، مشهد و گناباد به ترتیب ۵۵۰، ۴۵۹ و ۱۰۶۷ و در سیستم‌های پر نهاده شیروان، مشهد و گناباد به ترتیب ۳۴۸، ۱۰۸۴ و ۴۸۵ بود. فعالیتهای کشاورزی در مزارع گندم بر باکتریهای خاکزی تأثیر منفی نداشته و در بعضی از مناطق تعداد باکتریهای قابل کشت خاکزی در سیستم‌های کشاورزی نسبت به سیستم طبیعی برتری معنی داری داشت. نتایج حاصله نشان داد که در حال حاضر فعالیتهای کشاورزی در مناطق مورد مطالعه، باعث بهبود شرایط برای نماتدها و باکتریهای خاکزی شده و تعداد نماتدها و باکتریهای خاکزی را نسبت به سیستم‌های طبیعی این مناطق افزایش داده است.

کلیدواژه‌ها: نماتدها، باکتریهای خاکزی، مواد آلی خاک، گندم.

* Corresponding author. E-mail Address: Khodashenas48@yahoo.com

مقدمه

عدد بود، در حالی که با همین شرایط در خاک رسی کل نماتدهای خاک در کشت آلی و پرنهاده به ترتیب ۸۹۴ و ۸۲۹ عدد بوده است که نشاندهنده اثر قابل توجه بافت خاک بر جمعیت نماتدها است (Diepeningen *et al.*, 2005). یس (۱۹۹۶) نشان داد که تعداد نماتدها در عمق ۱۰-۰ سانتی متری سطح خاک به مراتب بیشتر از عمق ۲۰-۱۰ سانتی متری خاک است. این بی مهرگان خاکری پتانسیل ایجاد نگرش به واکنش های خاکی و شرایط خاک را دارا بوده و بررسی ساختار جمعیت آنها پیشنهاد کارآیی برای ارزیابی بیولوژیکی از کیفیت و کارکرد خاکها است (Neher *et al.*, 2005; Potts *et al.*, 2006).

یکی از متنوع ترین اشکال حیات در زمین متعلق به باکتری ها است. باکتری ها حدود یک میکرومتر قطر داشته و علاوه بر تعداد گونه، فراوانی آنها نیز در خاک زیاد است (De Fede and Sexstone, 2001). میکروارگانیسم های خاک به ویژه باکتری ها، زمینه ساز واکنش های زیادی هستند که برای تولید محصولات کشاورزی ضروری است. چرخه مواد غذایی، حفظ ساختمان خاک، تجزیه مواد آلی و آزاد سازی مواد غذایی، تجزیه مواد شیمیایی کشاورزی، تجزیه سایر آلوده کننده ها، ساخت هوموس و کنترل گیاهان و جانوران آفت از آن جمله هستند (Calbrix and Barray, 2005; Lupwayi *et al.*, 1998). باکتری های خاکری منابع و مخازن پویایی از مواد غذایی در همه اکوسیستم ها بوده و در بهبود سلامت گیاه بطور مستقیم یا غیر مستقیم اهمیت دارند (Kirk, *et al.*, 1999; Kennedy, 2004). علاوه بر تثبیت نیتروژن، تجزیه مواد آلی و چرخه عناصر غذایی، باکتری ها کارکردهای مثبت دیگری نیز دارند، از جمله اینکه به تشکیل ساختمان خاک کمک می کنند. مواد هوموسی ناشی از فعالیت باکتری ها باعث تشکیل کمپلکس های رس- مواد آلی می شود که به دانه بندی خاک کمک می کند. همه چرخه های عناصر غذایی نیز از طریق باکتری ها به سطوح تغذیه ای بالاتر متصل می شوند. بنابراین به علت تنوع

نماتدها به عنوان فراوان ترین بی مهرگان از گروه مزوفون خاک، در منافذ پر آب خاک و نیز لایه های نازک آب اطراف ذرات خاک فعال بوده و در واکنش های خاک از جمله چرخه کربن و مواد غذایی نقش مهمی دارند (Bongers and Bongers, 1998; Yeates, 1996). تعدادی از گونه های نماتد خاک از باکتری ها یا قارچ ها تغذیه می کنند، در حالی که بقیه همه چیز خوار، شکارچی یا انگل گیاهی هستند. نماتدهای شکارچی از میکروارگانیسم های خاک از جمله نماتدهای انگل گیاهی تغذیه می کنند و به علت اینکه نماتدهای شکارچی و نماتدهای انگل گیاهی در محیط ریشه همراهی مستمری دارند، باعث کاهش جمعیت نماتدهای انگل گیاهی می شوند. نماتدهای شکارچی همچنین باعث آزاد سازی مواد غذایی به فرم های مورد نیاز گیاه می شوند که باعث رشد بهتر گیاه در مقابله با نماتدهای انگل گیاهی می شود (Khan & Ho Kim, 2005; 2007). نماتدها و سایر موجودات زنده خاک، نقش مهمی در آزاد سازی مواد غذایی از بیومس باکتریایی برای جذب توسط ریشه ایفا می کنند (Bongers & Bongers, 1998; Murray, *et al.*, 2006). مطالعه لی و همکاران (۲۰۰۶) نشان داد که نماتدهای خاک در زنجیره ریزه خواری نقش مهمی دارند، بویژه نماتدهای باکتری خوار و قارچ خوار بر چرخه میکروبی خاک و قابلیت دسترسی مواد غذایی گیاهی، تأثیر زیادی دارند. بونگرز و بونگرز (۱۹۹۸) معتقدند که تحت شرایط طبیعی متغیر در نواحی معتدل، با کاهش تنوع زیستی نماتدها، نشت مواد غذایی افزایش می یابد. ساراچاندر و همکاران (۲۰۰۱) اظهار داشتند که بین افزایش تولید در علفزار و فراوانی کل نماتدها در خاک ارتباط مثبت وجود دارد. بر اساس نتایج یک بررسی تعداد کل نماتدهای موجود در ۱۰۰ گرم خاک شنی تحت کشت آلی و پرنهاده، به ترتیب ۲۱۳۱ و ۲۱۴۲

باکتری‌های خاکزی مدنظر قرار گرفتند. نمونه‌ها در سیستم‌های کشاورزی پرنهاده و کم نهاده مزارعی بودند که به صورت پرنهاده یا کم نهاده اداره می‌شدند. مزارع در سیستم کم نهاده براساس حداقل مصرف کودهای شیمیایی، حداقل مصرف سموم علف‌کش، قارچ‌کش و آفت‌کش، حداقل انجام عملیات خاکورزی و استفاده از کودهای دامی و رعایت آیش یا تناوب در تولید محصول گندم انتخاب گردیدند. ملاک انتخاب سیستم‌های پرنهاده نیز حداکثر مصرف کودهای شیمیایی، حداکثر مصرف سموم علف‌کش، قارچ‌کش و آفت‌کش، حداکثر عملیات خاک ورزی و کشت همه ساله محصول گندم بوده است. میانگین میزان نهاده‌های استفاده شده در سیستم‌های کم نهاده و پرنهاده مناطق مورد مطالعه در جدول شماره ۱ آمده است. سیستم‌های طبیعی از نظر اقلیمی و محیطی شبیه سیستم‌های کشاورزی بودند.

در سیستم‌های طبیعی نیز واحدهای انتخابی از مناطق طبیعی به‌عنوان نمونه‌های این سیستم مورد ارزیابی قرار گرفتند. برای بررسی هریک از سیستم‌ها در مناطق مختلف، ۱۰ نمونه به‌عنوان تکرارهای مورد مطالعه از هر سیستم انتخاب گردید. در مرحله پرشدن دانه تا رسیدگی کامل گندم، نمونه برداری از خاک صورت گرفت. بدین منظور از هر مزرعه یا واحد طبیعی پنج نمونه خاک برداشت شده و مخلوط گردید، سپس یک نمونه ترکیبی از پنج نمونه درون ظرف حاوی یخ قرار داده شده و به آزمایشگاه منتقل شد و تا زمان انجام آزمایش در یخچال نگهداری گردید. برای سنجش تعداد نماتدهای خاک، مقدار ۱۰۰ گرم از نمونه خاک انتخاب گردیده و با استفاده از سری الکها و سانتریفوژ، نماتدهای خاک جداسازی و شمارش گردیده و بر اساس وزن خشک خاک، تعداد آنها در ۱۰۰ گرم خاک خشک محاسبه شد (Neher, et al., 2005). برای اندازه‌گیری جمعیت باکتری‌های قابل کشت خاکزی از روش کشت در محیط‌های غذایی استفاده شد. محیط کشت مورد استفاده

واکنش‌هایی که باکتریها عامل آن هستند، کارکرد و احتمالاً تنوع باکتری‌ها نقش مهمی در تعیین کارکرد یک اکوسیستم خواهد داشت (Kennedy, 1999). مواد آلی خاک بر تعداد باکتری‌های خاکزی تأثیر دارد. در مطالعه‌ای روی باکتری‌های خاکزی، بالاترین تعداد باکتری‌ها ($10^9 \times 6/3$ عدد در هر گرم خاک خشک) در خاک لوم شنی با حداکثر مقدار کربن آلی دیده شد (Uhlirva and Santruckova, 2003). کندی (۱۹۹۹) تعداد باکتری‌های خاکزی را $10^9 - 10^4$ عدد در هر گرم خاک خشک گزارش کرده است. با توجه به نقش و اهمیت تنوع زیستی موجودات خاکزی در کارکرد اکوسیستم‌ها، به‌ویژه سیستم‌های کشاورزی، مطالعه‌ای جهت شناخت ساختار تنوع زیستی در مناطق خشک انجام شد. ارزیابی نماتدها و باکتری‌های خاکزی قسمتی از این مطالعه بود که با هدف ارزیابی این موجودات، به عنوان بخشی از تنوع زیستی، در سیستم‌های کشاورزی و طبیعی مناطق خشک صورت گرفت.

مواد و روش‌ها

این مطالعه به‌منظور بررسی اثر فعالیت‌های کشاورزی بر جمعیت نماتدها و باکتری‌های خاکزی مزارع گندم در مناطق خشک، در سال ۱۳۸۳ به اجرا درآمد. با توجه به شرایط اقلیمی، سه منطقه از استان خراسان در شهرستان‌های شیروان، مشهد و گناباد انتخاب گردید. میانگین درجه حرارت سالانه در مناطق شیروان، مشهد و گناباد به ترتیب ۱۲/۱، ۱۴/۵ و ۱۷/۱ درجه سلسیوس و میانگین بارندگی سالیانه نیز در مناطق شیروان، مشهد و گناباد به ترتیب ۲۶۷/۴، ۲۶۰/۶ و ۱۴۸ میلی‌متر است (مهندسین مشاور تام-ویسان، ۱۳۸۰).

جهت اجرای مطالعه در هر یک از مناطق انتخاب شده، دو سیستم کم نهاده و پرنهاده تولید گندم، به‌عنوان بوم نظام زراعی اصلی و سیستم طبیعی به‌عنوان شاخصی برای ارزیابی فعالیت‌های کشاورزی بر وضعیت نماتدها و

جدول ۱ - میانگین نهاده‌های استفاده شده در هر هکتار از مزارع سیستم‌های کم نهاده و پرنهاده در مناطق مورد مطالعه

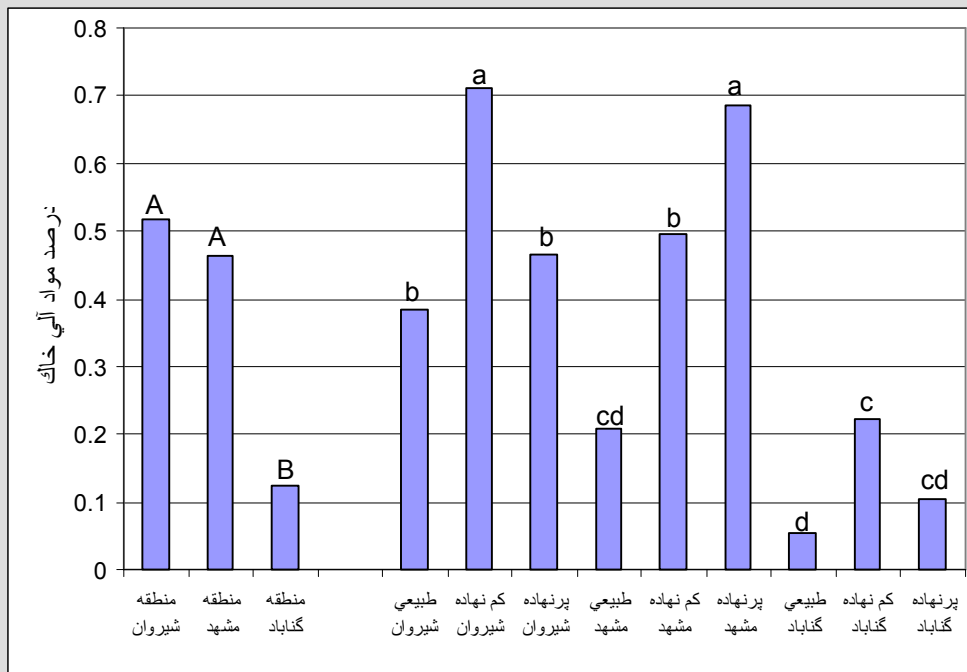
گناباد		مشهد		شیروان		نهاده ها
پر نهاده	کم نهاده	پر نهاده	کم نهاده	پر نهاده	کم نهاده	
۲۵۰ کیلوگرم	کمتر از ۱۰۰ کیلوگرم	۳۱۰ کیلوگرم	۲۴۳ کیلوگرم	۲۶۹ کیلوگرم	۱۴۶	اوره
۱۶۰ کیلوگرم	کمتر از ۵۰ کیلوگرم	۳۲۴ کیلوگرم	۱۹۱ کیلوگرم	۱۰۰ کیلوگرم	کیلوگرم	فسفات آمونیوم یا سوپر فسفات تریپل
					۸۴ کیلوگرم	
۱۰۸ کیلوگرم	۰	۲۵ کیلوگرم	۵ کیلوگرم	۳۰ کیلوگرم	۰	سولفات آمونیوم
۰/۵ کیلوگرم	۰	۰/۷۵ کیلوگرم	۰/۳۱ کیلوگرم	۰	۰	قارچ کنش
۰	۰	۲/۱ لیتر	۰/۲۵ لیتر	۱/۵ لیتر	۰	حشره کش
					۰/۶۸ لیتر	علف کنش:
۰	۰	۲۲/۵ گرم	۰	۲۰ گرم	۰	گیاه استار
۰	۰	۲ لیتر	۰/۱۱ لیتر	۱/۲۵ لیتر	۰	توفوردی و سایر
					۱/۴۲ لیتر	

نتایج و بحث

مواد آلی خاک

تفاوت مناطق از نظر مواد آلی خاک معنی دار بود. مناطق شیروان و مشهد به ترتیب با میانگین ۰/۵۲ و ۰/۴۶ نسبت به گناباد با ۰/۱۲ درصد مواد آلی در خاک، برتری معنی داری نشان دادند (شکل ۱). سیستم‌های مورد مطالعه نیز از نظر مواد آلی خاک تفاوت معنی داری داشتند. سیستم‌های کم نهاده شیروان و پرنهاده مشهد به ترتیب با ۰/۷۱ و ۰/۶۹ درصد مواد آلی خاک در بین سیستم‌های مورد مطالعه، بیشترین مقدار را نشان دادند. سیستم‌های طبیعی مشهد، پرنهاده گناباد و طبیعی گناباد به ترتیب با ۰/۲۱ و ۰/۱۱ و ۰/۰۵ درصد کمترین مقدار مواد آلی را در خاک داشتند (شکل ۱).

نوترینت آگار (nutrient agar) بود که بر اساس دستورالعمل کشت باکتریائی در محیط آگار تهیه شده و استریل گردید. ۱۰ گرم خاک از هر نمونه انتخاب و با استفاده از سری‌های ترقیق غلظت‌های متفاوتی از محلول خاک تهیه شده و کشت باکتری‌ها روی محیط استریل انجام گردید (Toyota and Kuninaga, 2006; Bjørnlund *et al.*, 2000; Chen *et al.*, 2006). پس از ۷۲ ساعت در حرارت اتاق (شرایط تابستان) تعداد باکتری‌های ۸۹ نمونه خاک با استفاده از کلنی کانتر تعیین گردید. درصد مواد آلی نمونه‌های خاک نیز با استفاده از یک گرم خاک، به روش معمول و با استفاده از تیتراسیون بوسیله فرو سولفات آمونیوم ۵ درصد اندازه‌گیری شد (Mc Gonigle *et al.*, 2005). اطلاعات جمع‌آوری شده به‌وسیله نرم افزار SAS مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفت.



شکل ۱- درصد مواد آلی خاک در مناطق و سیستم‌های مورد مطالعه

(میانگین‌هایی که در یک حرف مشترک هستند بر اساس آزمون دانکن در سطح یک درصد اختلاف معنی‌داری ندارند).

میکروبی خاک نیز بر سرعت تجزیه مواد آلی موثر هستند. عملیات شخم باعث افزایش هوادهی خاک و در نتیجه خشک شدن آن و افزایش سرعت تجزیه می‌شود. کود دهی و آبیاری، از طریق تأثیر بر تولید، باعث افزایش بقایای گیاهی شده و مواد آلی خاک را افزایش می‌دهد. آبیاری باعث افزایش رطوبت خاک نیز می‌شود که تجزیه مواد آلی را کندتر می‌کند. مقایسه سیستم‌های مورد بررسی نشان داد که درصد مواد آلی خاک در سیستم طبیعی شیروان بیشتر از مشهد و سیستم طبیعی مشهد بیشتر از گناباد است، این وضعیت با توجه به تفاوت بارندگی و درجه حرارت و اثر آنها قابل انتظار است. سیستم‌های کشاورزی از نظر مواد آلی خاک برتری قابل توجهی نسبت به سیستم‌های طبیعی نشان دادند. آبیاری و مصرف نهاده‌ها در سیستم‌های کشاورزی

طی مطالعه‌ای در دو منطقه مرتعی آذربایجان مشاهده شد که درصد مواد آلی خاک در آن مناطق نیز پائین و حدود ۰/۳۹ درصد است (حاجی بلند و همکاران، ۱۳۸۰). شرایط اقلیمی از جمله درجه حرارت و بارندگی، تأثیر زیادی بر مقدار مواد آلی خاک دارد. به‌طور طبیعی تجمع مواد آلی خاک در شرایط بارندگی بیشتر و درجه حرارت خنک‌تر، بیشتر بوده و در شرایط گرم‌تر و خشک‌تر، تجزیه مواد آلی بیشتر است (Tisdal et al., 1993). گناباد نسبت به سایر مناطق شرایط گرم‌تر و خشک‌تری دارد. بنابراین کمتر بودن مواد آلی خاک در این منطقه قابل انتظار است، زیرا در این منطقه هم تجزیه بیشتر و هم به دلیل شرایط نامساعد اقلیمی میزان تولید مواد آلی پائین‌تر است. طبق نظر تیزدال (۱۹۹۳) علاوه بر حرارت و رطوبت، هوادهی خاک، pH خاک و جمعیت

سانتی متر بوده است. یس (۱۹۹۶) طی یک تحقیق نشان داد که جمعیت نماتدها در هر متر مربع خاک مرتع، بته زار و جنگل به ترتیب $۲/۳۳ \times ۱۰^۳$ ، $۴۲۴۴/۶ \times ۱۰^۳$ ، $۱۰۰۶/۶ \times ۱۰^۳$ ، تعداد نماتد بسته به عمق نمونه برداری تفاوت قابل توجهی دارد، به طوریکه تعداد کل نماتدها در عمق ۱۰-۰ سانتی متری $۱۰^۳ \times ۲۳۰۰/۹$ عدد در متر مربع ولی در عمق ۱۰ تا ۲۰ سانتی متری، $۱۰^۳ \times ۱۶۰/۶$ عدد در متر مربع بوده است. نمونه برداری خاک در این بررسی تا عمق ۳۰ سانتی متری انجام گردید، بنابراین با توجه به اثر قابل توجه عمق نمونه برداری بر تعداد نماتدها، به نظر می رسد چنانچه عمق نمونه برداری کاهش یابد، تعداد کل نماتدهای موجود در ۱۰۰ گرم خاک به مراتب بیش از نتایج بدست آمده خواهد بود. اما همین نتایج نشان می دهد که فراوانی نماتدها در سیستم های کشاورزی مناطق مورد مطالعه با گزارش های سایر محققین همخوانی دارد اما تعداد نماتدها در سیستم های طبیعی کمتر از نتایج ارائه شده در این زمینه است.

رطوبت از عواملی است که تأثیر جدی بر فراوانی نماتدها دارد. بر اساس نتایج یک بررسی فراوانی نماتدها در رطوبت خاک ۱۷ درصد بیشتر از رطوبت خاک ۷ درصد بوده است. شایسته فر نیز همبستگی مثبتی بین فراوانی نماتدها و رطوبت، pH و مواد آلی خاک گزارش کرده است (Neher, et al., 2005). در سیستم های کشاورزی عملیات خاک ورزی، مواد آلی و pH خاک عوامل مهم در شکل دهی جوامع نماتدی خاک به شمار می آیند و در تغییر جوامع نماتدی این سیستم ها، باید pH و مواد آلی خاک مد نظر قرار گیرد. دو ویژگی کلیدی خاک های کشاورزی در زمینه تأثیر نماتدها وجود تخریب منظم و عدم پوشش گیاهی دائمی است (Neher et al., 2005; Vike toft et al., 2005).

علیرغم گزارش های (Li et al., 2006; Bongers and) (Bongers 1998; Vike toft et al., 2005) مبنی بر اثر مثبت

باعث افزایش قابل توجه تولیدات گیاهی شده است. گرچه عموماً بخش قابل توجهی از بقایای گیاهی گندم از مزرعه برداشت می شود، ولی بقایای بجا مانده و نیز مواد آلی ناشی از ریشه گندم در سیستم های زراعی مقدار قابل توجهی بوده و مواد آلی خاک را افزایش داده است. در سیستم های کشاورزی خاک مدت زمان بیشتری مرطوب است این وضعیت نیز باعث کاهش سرعت تجزیه مواد آلی می شود.

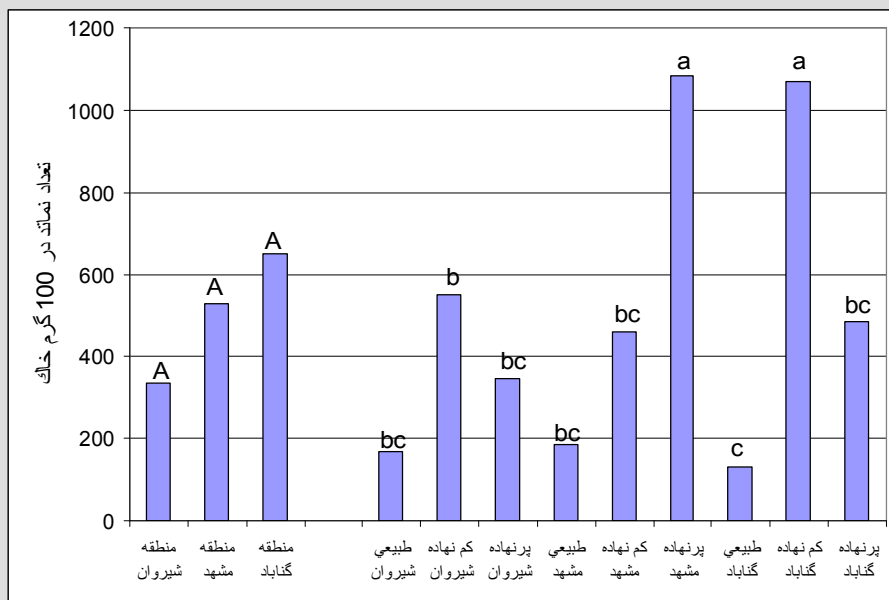
فراوانی نماتدهای خاکزی

تعداد نماتدها در ۱۰۰ گرم خاک خشک در مناطق مورد مطالعه تفاوت معنی داری نشان نداد، اما گناباد با متوسط $۶۴۷/۵$ عدد نماتد در ۱۰۰ گرم خاک بیشترین تراکم نماتد را داشت و مشهد و شیروان به ترتیب با میانگین $۵۲۹/۹$ و $۳۳۴/۵$ عدد نماتد در ۱۰۰ گرم خاک در مرتبه بعدی قرار داشتند. فراوانی نماتدها در سیستم های مورد مطالعه متفاوت بود و این تفاوت معنی دار شد. سیستم پرنهاده مشهد و کم نهاده گناباد به ترتیب با متوسط $۱۰۸۴/۸$ و ۱۰۶۷ عدد نماتد در ۱۰۰ گرم خاک نسبت به سایر سیستم ها برتری معنی داری داشتند. سیستم طبیعی گناباد با متوسط $۱۳۲/۹$ عدد نماتد در ۱۰۰ گرم خاک حداقل تعداد نماتد را نشان داد و سایر سیستم ها علیرغم اختلاف قابل توجه، تفاوت معنی داری نداشتند (شکل ۲).

وایک تافت و همکاران (۲۰۰۵) طی مطالعه ای میانگین فراوانی جمعیت نماتد در هر گرم خاک خشک یک علفزار تا عمق ۱۰ سانتی متر را از ۸۱ تا ۴۱۷ عدد گزارش نموده و بیان داشت که تعداد نماتدها تحت تأثیر گونه های گیاهی قرار داشته است. نتایج بررسی نهر و همکاران (۲۰۰۵) نشان داد که فراوانی کل نماتدها در ۱۰۰ گرم خاک خشک تحت کشت در معرض تخریب ۸۱۴ عدد و در اراضی تحت کشت که در معرض تخریب نبوده ۱۰۸۴ عدد و در خاک جنگل تخریب نشده ۴۹۴ عدد بود، عمق نمونه برداری در این بررسی ۲۰

برتری در مناطق مشهد و گناباد معنی دار است. همین روند برای درصد مواد آلی خاک مناطق مختلف نیز دیده می‌شود. زیرا در همه مناطق مورد مطالعه درصد مواد آلی خاک در سیستم طبیعی کمتر از سیستم‌های کشاورزی بوده و این اختلاف در همه مناطق نیز معنی دار شده است. مقایسه شکل‌های ۱ و ۲ نشان می‌دهد که به‌طور مشخص در هر منطقه تعداد نمادهای خاکری تابع درصد مواد آلی خاک بوده و با افزایش درصد مواد آلی افزایش یافته است. با توجه به انجام آبیاری در سیستم‌های کشاورزی وضعیت رطوبتی خاک در این سیستم‌ها بهتر از سیستم‌های طبیعی بوده و همان‌گونه که شکل ۲ نشان می‌دهد در همه مناطق تعداد نمادهای در سیستم‌های کشاورزی برتری قابل توجهی نسبت به سیستم طبیعی داشته است.

رطوبت و مواد آلی خاک بر تعداد نمادها، چنین اثری در مقایسه مناطق مورد مطالعه دیده نشد. زیرا با وجود اینکه میانگین درصد مواد آلی خاک در گناباد به‌طور معنی‌داری کمتر از مشهد و شیروان است، میانگین تعداد نمادها در خاک بیشتر از شیروان بوده و از مشهد نیز بیشتر بود، اگرچه این تفاوت معنی دار نشد. به‌علت میانگین بارندگی سالانه بیشتر و میانگین درجه حرارت سالانه کمتر در مشهد و شیروان نسبت به گناباد، انتظار بر این بود که در منطقه گناباد متوسط تعداد نمادها با توجه به وضعیت رطوبتی کمتر از سایر مناطق باشد. مقایسه میانگین تعداد نمادها در سیستم‌های مورد مطالعه اثر رطوبت و مواد آلی را بر جمعیت نمادهای خاکری نشان می‌دهد. همان‌گونه که در شکل ۲ ملاحظه می‌شود سیستم‌های کشاورزی در همه مناطق از نظر تعداد نماد خاکری برتری قابل توجهی بر سیستم طبیعی دارند و این



شکل ۲- تعداد نماد در ۱۰۰ گرم خاک مناطق و سیستم‌های مورد مطالعه

(میانگین‌هایی که در یک حرف مشترک هستند بر اساس آزمون دانکن در سطح یک درصد اختلاف معنی‌داری ندارند).

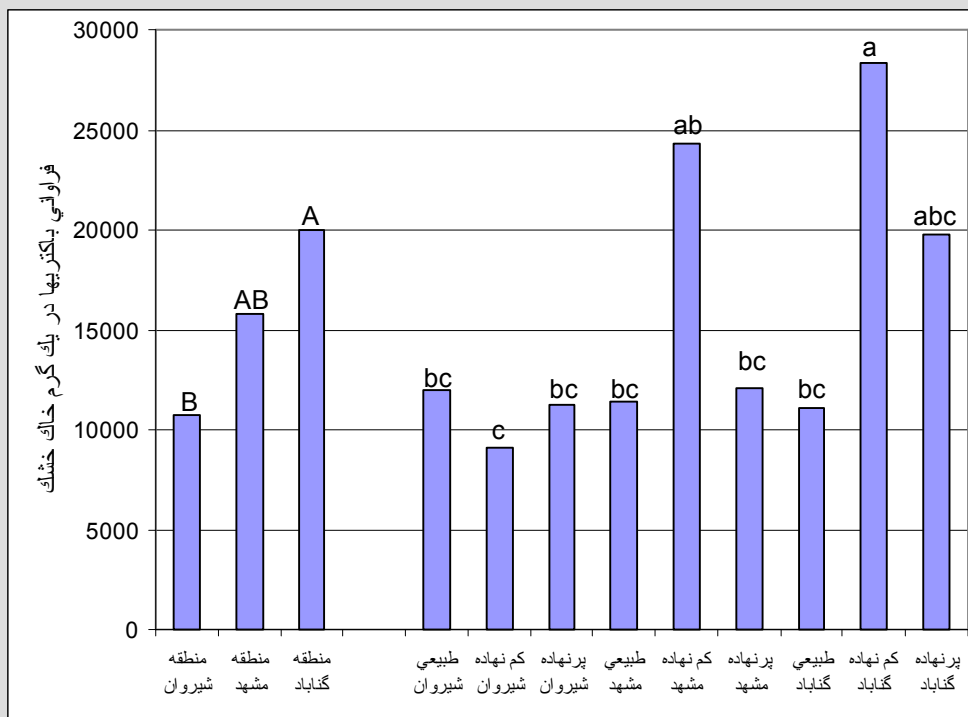
خاک حاصل می‌شود، به عبارت دیگر وجود توأم رطوبت و مواد آلی برای افزایش جمعیت نماتدها ضروری است. زیرا درصد ماده آلی خاک در سیستم طبیعی شیروان برتری معنی‌داری بر درصد ماده آلی خاک در سیستم کم‌نهاده گناباد دارد، ولی تعداد نماتدها در سیستم کم‌نهاده گناباد برتری معنی‌داری بر تعداد نماتدهای سیستم طبیعی شیروان نشان می‌دهد و تفاوت این دو ناشی از ورود آب در سیستم کم‌نهاده گناباد است. شدت مصرف نماتدها اثر قابل توجهی بر تعداد نماتدهای خاکری در سیستم‌های مورد مطالعه نشان نداد. زیرا علی‌رغم استفاده بیشتر از نماتدها در سیستم‌های پرنهاده مشهد نسبت به سایر سیستم‌ها، این سیستم حداکثر جمعیت نماتدها را نشان داد. بنابراین احتمالاً سیستم‌های کشاورزی از طریق افزایش درصد مواد آلی و آب خاک نسبت به سیستم‌های طبیعی شرایط مناسب‌تری برای نماتدها ایجاد کرده و باعث افزایش جمعیت آنها شده‌اند.

فراوانی باکتری‌های خاکری

فراوانی باکتری‌ها در یک گرم خاک خشک در مناطق مورد مطالعه متفاوت بود و این تفاوت معنی‌دار شد. گناباد با میانگین ۲۰۰۴۱ باکتری در رتبه اول قرار داشته و مشهد و شیروان هریک به ترتیب با ۱۵۲۹۲ باکتری و ۱۰۷۲۴ باکتری در هر گرم خاک خشک در رتبه‌های بعدی قرار داشتند و تفاوت بین گناباد و شیروان معنی‌دار بود. تعداد باکتری در هر گرم خاک خشک سیستم‌های مورد مطالعه نیز اختلاف معنی‌داری نشان داد. بیشترین تعداد باکتری در یک گرم خاک خشک، در سیستم‌های کشاورزی کم‌نهاده گناباد، کم‌نهاده مشهد و پرنهاده گناباد به ترتیب با ۲۸۳۴۴، ۲۳۷۳۷ و ۱۹۷۴۰ مشاهده شد و حداقل تعداد باکتری‌ها (۹۰۵۵) متعلق به سیستم کم‌نهاده شیروان بود (شکل ۳).

اما به نظر می‌رسد اثر رطوبت و مواد آلی خاک بر جمعیت نماتدها مطلق نبوده و تحت تأثیر شرایط محیطی تغییر می‌کند. به عبارت دیگر علی‌رغم تأثیر مثبت مواد آلی خاک بر جمعیت نماتدها در هر منطقه، این اثر در مقایسه سیستم‌های مورد مطالعه در مناطق مختلف ملاحظه نمی‌شود. مقایسه شکل‌های ۱ و ۲ نشان می‌دهد که درصد مواد آلی خاک در سیستم‌های مورد مطالعه شیروان برتری معنی‌داری بر سیستم‌های مورد مطالعه در گناباد دارد، در حالی که تفاوت تعداد نماتدها در سیستم‌های طبیعی شیروان و گناباد قابل توجه و معنی‌دار نبوده و سیستم‌های کشاورزی منطقه گناباد از این نظر برتری قابل توجهی بر سیستم‌های کشاورزی شیروان داشتند و این تفاوت در سیستم کم‌نهاده گناباد معنی‌دار شد. میانگین درصد مواد آلی خاک در سیستم طبیعی مشهد از سیستم طبیعی گناباد بیشتر و از سیستم طبیعی شیروان کمتر بود، ولی میانگین تعداد نماتدها در سیستم طبیعی مشهد از دو سیستم دیگر بیشتر بود، گرچه این اختلاف معنی‌دار نشد. درصد مواد آلی خاک در سیستم پرنهاده مشهد و کم‌نهاده شیروان حداکثر بوده و از سیستم‌های کشاورزی گناباد به مقدار قابل توجهی بیشتر بود، ولی میانگین تعداد نماتدها در سیستم کم‌نهاده گناباد و پرنهاده مشهد حداکثر مقدار را نشان داد. بنابراین به نظر می‌رسد اثر درصد ماده آلی خاک بر جمعیت نماتدها تابع شرایط محیطی است و در مناطقی که میانگین حرارت سالیانه بالاتری داشته باشند ماده آلی خاک بر جمعیت نماتدها تأثیر بیشتری دارد. احتمالاً علت عدم تبعیت تعداد نماتدها از درصد ماده آلی خاک در مناطق مورد مطالعه نیز ناشی از تفاوت اثر ماده آلی خاک با توجه به شرایط حرارتی باشد.

نکته دیگری که به نظر می‌رسد این است که اثر مواد آلی بر جمعیت نماتدها در مقدار رطوبت مناسب در



شکل ۳- فراوانی باکتری ها در یک گرم خاک خشک در مناطق و سیستم های مورد مطالعه (میانگین هائی که در یک حرف مشترک هستند بر اساس آزمون دانکن در سطح یک درصد اختلاف معنی داری ندارند).

شده بیشتر است ولی تفاوت زیادی با حداکثر مقدار گزارش شده دارد، به طوری که بنظر می رسد در مجموع تعداد باکتری خاک در مناطق خشک کمتر است. مقایسه شکل های ۱ و ۳ نشان می دهد که تعداد باکتری های خاک در مناطق مورد مطالعه نسبت عکس با درصد ماده آلی در خاک نشان می دهد، زیرا گناباد با حداقل درصد ماده آلی در خاک، حداکثر تعداد باکتری های خاک را نشان داده است. در سیستم های مورد مطالعه نیز روند تغییر تعداد باکتری ها بر روند تغییر درصد ماده آلی خاک منطبق نیست. سیستم های پر نهاده و کم نهاده گناباد، علی رغم درصد مواد آلی کم در خاک، تعداد باکتری بیشتری داشتند. فعالیت های کشاورزی در منطقه گناباد تعداد باکتری ها را افزایش داده است ولی در دو منطقه دیگر تفاوت معنی داری از نظر تعداد باکتری ها

کندی و همکاران (۱۹۹۹) تعداد باکتری ها در هر گرم خاک خشک را 10^4 تا 10^9 عدد گزارش کرده اند. دانفیلد و همکاران (۲۰۰۱) نیز باکتری های محیط ریشه کلزار را $10^7 \times 1/2$ تا $10^7 \times 6/3$ عدد در هر گرم خاک خشک گزارش کردند. نتایج مطالعه اولی روا و سانتروکوف (۲۰۰۳) نشان داد که بالاترین تعداد باکتری ها ($10^9 \times 6/3$ عدد در هر گرم خاک خشک) در خاک جنگل و مرغزار با بافت لوم شنی وجود داشته که همراه با بیشترین مقدار کربن آلی در خاک بوده است. بلک و همکاران (۲۰۰۳) نیز طی مطالعه ای حداقل تعداد باکتری ها در هر گرم خاک خشک را $10^3 \times 1/15$ گزارش کرده اند. همان طور که در شکل ۳ ملاحظه می شود اگر چه تعداد باکتری ها در هر گرم خاک در مناطق و سیستم های مورد مطالعه از حداقل مقدار گزارش

- and plant interactions on the soil microbial community structure. *European Journal of Soil Biology*, 43: 31-38.
- De Fede, K.L. and A.J. Sexstone (2001). Differential response of size-fractionated soil bacteria in BIOLOG[®] microtitre plates. *Soil Biology and Biochemistry*, 33:1547-1554.
- Diepeningen, A.D.V., O.J. de Vos, G.W. Korthals and A.H.C.V. Bruggen (2005). Effects of organic versus conventional management on chemical and biological parameters in agricultural soils. *Applied Soil Ecology*, 31:120-135.
- Dunfield, K.E. and J.J. Germida (2001). Diversity of bacterial communities in the rhizosphere and root interior of field-grown genetically modified *Brassica napus*. *FEMS Microbiology Ecology*, 38:1-9.
- Hajiboland, R., N. Aliasgharzadeh and Z. Mehrfar (2004). Ecological essay of *Azotobacter* in two ranyland area in Azarbaijan and its inoculation effects wheat growth and natrition. *Agricultural Science and technology*, 2:75-90
- Kennedy, A.C. (1999). Bacterial diversity in agroecosystems. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 74:65-76.
- Khan, Z. and K. Y. Ho Kim (2007). A review on the role of predatory soil nematodes in the biological control of plant parasitic nematodes. *Applied Soil Ecology*, 35:370-379.
- Kirk J.L., L.A. Beaudette, M. Hart, P. Moutoglis, J.N. Klironomos, H. Lee and J.T. Trevors (2004). Methods of studying soil microbial diversity. *Journal of Microbiological Methods*, 58: 169-188.
- Li, Q., W. liangy, Y. jiang, Y. shi, J. zhu and D.A.Neher (2006). Effect of elevated CO₂ and N fertilization on soil nematode abundance and diversity in a wheat field. *Applied Soil Ecology*, 36: 63-69.
- بین سیستم‌های مختلف دیده نشد. به نظر می‌رسد فعالیت‌های کشاورزی اثر منفی بر تعداد باکتری‌های خاک نداشته است. به‌طور کلی فعالیت‌های کشاورزی در بوم نظام زراعی اصلی در خراسان، تعداد نماتدها را به نحو چشمگیری افزایش داده است. تعداد باکتری‌های قابل کشت خاکزی نیز تحت تأثیر فعالیت‌های کشاورزی کاهش نشان نداده و در بعضی مناطق برتری معنی داری داشته است. احتمالاً اثر مثبت فعالیت‌های کشاورزی بر نماتدها و باکتری‌های خاکزی، ناشی از کاهش تنش‌ها در اثر ورودی‌هایی از جمله آب و مواد آلی به خاک سیستم‌های کشاورزی است.

منابع

- Bjo mlund, L., F. Ekelund, S. Christensen, C.S. Jacobsen, P.H. Krogh and K. Johnsen (2000). Interactions between saprotrophic fungi, bacteria and protozoa on decomposing wheat roots in soil influenced by fungicide fenpropimorph (corbel®): a field study. *Soil Biology & Biochemistry*, 32:967-975.
- Black, H.I.J., N.R. Parekh, J.S. Chaplow, F. Monson, J. Watkins, R. Creamer, E.D. Potter, J. M. Poskitt, P. Rowland, G. Ainsworth and M. Hornung (2003). Assessing soil biodiversity across Great Britain: national trends in the occurrence of heterotrophic bacteria and invertebrates in soil. *Journal of Environmental Management*, 67:255-266.
- Bongers, T. and M. Bongers (1998). Functional diversity of nematodes. *Applied Soil Ecology*, 10:239-251
- Calbrix, R.K.L. and S. Barray (2005). Analysis of the potential functional diversity of the bacterial community in soil: a reproducible procedure using sole-carbon-source utilization profiles. *European Journal of Soil Biology*, 41: 11-20.
- Chen, M.M., Y.G. Zhu, Y.H. Su, B.D. Chen, B.J. Fu and P. Marschner (2006). Effects of soil moisture

- environment of the Antarctic dry valleys. *Integrative and Comparative Biology*, 45:471-750
- Uhlirova, E. and H. Santruckova (2003). Growth rate of bacteria is affected by soil texture and extraction procedure. *Soil Biology & Biochemistry*, 35: 217-224.
- Vike toft, M., C. Palmborg, B. sohlenius, K. Huss-Danell and J. Bengtsson (2005). Plant species effects on soil nematode communities in experimental grasslands. *Applied Soil Ecology*, 30:90-103
- Yeates, G.W. (1996). Diversity of nematode fauna under three vegetation types on a pallic soil in otago, New Zealand. *New Zealand Journal of Zoology*, 23: 401-407.
- Lupwayi, N.Z., W.A.Rice and G.W. Clayton (1998). Soil microbial diversity and community structure under wheat as influenced by tillage and crop rotation. *Soil Biology & Biochemistry*, 30:1733-1741.
- Mc Gonigle, T. P., M. L. Chambers and G. J. White (2005). Enrichment over time of organic carbon and available phosphorous in semiarid soil. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, 69:1617-1626.
- Murray P.J., R. Cook, A.F. Currie, L.A. Dawson, A.C. Gange, S.J. Grayston and A.M. Treonis (2006). Interactions between fertilizer addition, plants and the soil environment : Implications for soil faunal structure and diversity. *Applied Soil Ecology*, 33:199-207.
- Neher, D.A., j. Wu, M.E. Barbercheck and O. Anas (2005). Ecosystem type affects interpretation of soil nematode community measures. *Applied soil Ecology*, 30:47-64.
- Potts, S.G., T. Petanidou, S. Roberts, C. O'Toole, A. Hulbert and P. Willmer (2006). Plant-pollinator biodiversity and pollination services in a complex Mediterranean landscape. *Biological conservation*, 129:519-529.
- Sarathchandra, S.U., A. Ghana, G.W. Yeates , G. Burch and N.R. Cox (2001). Effect of nitrogen and phosphate fertilizers on microbial and nematode diversity in pasture soils. *Soil Biology & Biochemistry*, 33:953-964.
- Tisdal, S.L., W.L. Nelson, J.D. Beaton and J.L. Havlin (1993). *Soil fertility and fertilizers*. 5th edition, Mac Millan.
- Toyota, K. and S. Kuninaga (2006). Comparison of soil microbial community between soils amended with or without farmyard manure. *Applied Soil Ecology*. 33:39-48.
- Treonis, A.M., and D.H. wall (2005). soil nematodes and desiccation survival in the extreme arid

