پیامد رهاسازی پساب شهری تیمار شده و آب آشامیدنی اراک بر دگرگونی سالانه تنفس پایه خاک شور کویر میقان در دو نمناکی گنجایش زراعی و سیرآب

محبوبه صفری سنجانی، علی اکبر صفری سنجانی
گروه خاکشناسی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بوعلی سینا همدان

چکیده

رهاسازی پساب های شهری تیمار شده و یا نشده در زیستگاه های گوناگون دشواری های گوناگونی در پی دارد. هدف این پژوهش شناخت پیامد کاربرد پساب شهری تیمار شده اراک در برابر آب آشامیدنی در دو نمناکی گنجایش زراعی و سیراب بر تنفس خاک شور کویر میقان در پنج بازه زمانی از یک سال بود. این پژوهش نشان داد که در همه زمان ها پیامد افزایشی رهاسازی پساب شهری بر خاک بر تنفس پایه در برابر آب شهری به گونه چشم‌گیری بیشتر بود. گذشته از بازه زمانی ۱۵۰-۲۰۰ روز در همه بازه های زمانی تنفس پایه خاک های سیراب بیش از خاک های با نم گنجایش زراعی بود. تنفس پایه خاک شور کویر میقان وابسته به دمای آن بود، به گونه ای که در بازه های زمانی سردتر سال تنفس پایه کمتر و در بازه های زمانی گرم‌تر تنفس پایه خاک بیشتر اندازه گیری شد.

واژه های کلیدی: کربن آلی، دریاچه میقان، تنفس هوازی

مقدمه

امروزه با افزایش بهداشت مردم و بالارفتن کاربرد سرانه آب، حجم فراوانی پساب در شهرها پدید می آید که با افزایش خشکی نیاز به بهره گیری دوباره از آنها بیشتر از گذشته نمایان شده است (Murtaza et al., 2010). ایران کشوری خشک و نیمه خشک است که امروزه با بهره گیری نادرست از آبهای روزمینی و زیر زمینی و همچنین کاهش ریزش های آسمانی دشواری های وابسته به خشکسالی روبه فزونی است. از سوی دیگر افزایش روزافزون شهر نشینی و در پی آن کاربرد آبها در شهرها به پیدایش اندازه انبوهی پساب شهری انجامیده است که می توانند با شناخت از پیامدهای آن به شیوه های گوناگونی تیمار شده و دوباره بهره گیری شوند. اگر چه بررسی ها نشان میدهد رها سازی پساب ها در خاک یکی از پرکاربردترین شیوه های پالایش پساب ها است (Kiziloglu et al., 2008)، ولی با تیمار آنها، بهره گیری درست از این پساب ها در بخش کشاورزی بویژه در سرزمین های خشک و نیمه خشک بسیار سودمند می تواند باشد (صفری سنجانی و حاج رسولیها، ۱۳۷۹ و ۱۳۸۰).

از سوی دیگر امروزه با افزایش ریزگردها در سرزمین های خشک و نیمه خشک نیاز به زنده نگهداشتن تالاب ها و دریاچه ها بیشتر نمایان شده است. خاک های سرزمین های خشک و نیمه خشک بسته به کمبود آب، پوشش گیاهی اندک داشته و بنابراین ماده آلی کمی دارند که رها سازی پساب شهری تیمار شده، شاید بخشی از دشواری های کمبود آب این گونه خاک ها را کاهش دهد. در این پژوهش در دو نم گنجایش کشاورزی (نماینده خاک های کشاورزی) و سیراب (نماینده خاک تالاب)، پیامد کاربرد پساب شهری اراک بر تنفس پایه در خاک شور زمین های پیرامون دریاچه میقان اراک بررسی گردید. تنفس پایه فراسنجه ای پاسخ دهنده است که می تواند نشان دهنده کارکرد ریزجانداران و کربن اندوزی در خاک باشد.

مواد و روش ها

نمونه های خاک از رویه خاک شور (۰ تا ۳۰ سانتی متری) زمین های پیرامون دریاچه میقان اراک در استان مرکزی- ایران با آب و هوایی نیمه خشک گرداوری شد که نماینده ای از خاک‌های پست و شور-سدیمی در سرزمین های خشک و نیمه خشک است. نمونه ها هوا خشک و از الک ۲ میلیمتر رد شدند. بافت خاک به روش هیدرومتری (Gee and Bauder, 1986)، کربنات کلسیم معادل (CCE) به روش تیترایون برگشتی (Loeppert and Suarez, 1996) و گنجایش تبادل کاتیونی (CEC) (Bower CA, Reitmeir, 1952) ، نیتروژن کل (TN) به روش کجلدال (Hinds A and Lowe, 1980) و کربن آلی به روش اکسیداسیون تر (Walkley and Black, 1934) اندازه گیری شد. ویژگی های آب های بکاررفته بر پایه روش های استاندارد (Andrew, 2005) اندازه گیری شد. EC و pH به کمک رسانایی سنج و پی اچ متر، آنیون های نیترات و فسفات به روش اسپکترومتری، کلر به روش تیتراسیون با $AgNO_3$ و سولفات به روش تیره‌سنجی و کربن آلی به روش والکی و بلک (Walkley and Black, 1934) اندازه گیری شدند.

نمونه های خاک شور در دوازده گلدان پلاستیکی تا عمق ۱۰ سانتی متری ریخته شدند. شش تای آنها به اندازه ۱±۵ سانتی‌متر از رویه خاک غرقاب و شش تای دیگر به گنجایش زراعی رسانیده شدند. از هر شش گلدان سه تای آنها با آب پساب شهری اراک و سه تای دیگر با آب شهری اراک آبیاری شده و در هوای آزاد (بیرون از گلخانه) یکسال نگهداری شدند. زیرنمونه هایی از خاک دوازده گلدان در زمان های ۱، ۲، ۵، ۱۰، ۲۰، ۳۰، ۵۰، ۷۰، ۱۰۰، ۱۵۰، ۲۰۰، ۲۵۰، ۳۰۰ و ۳۶۵ روز برداشته شدند و تنفس پایه (BR)[1] همانند شناسه ای از کربن آلی کارا و کارکردهای زیستی خاک به روش جاگی (Jaggi, 1976) از نمونه های تازه برداشته شده از خاک ها در دمای محیط اندازه گیری شدند. یادآور شود که اندازه گیری تنفس خاک در دمای محیط بهتر نشان دهنده کارکرد ریزجانداران و برونداد کربن آلی از هر نمونه خاک است و با آنچه که در آزمایشگاه در دمای بهینه اندازه گیری می شود، بسیار ناهمانند است.

با نگاه به نزدیکی دمای خاک در زمان نمونه برداری، این زمان ها به پنج بازه زمانی ۰-۵، ۱۰-۳۰، ۵۰-۱۰۰، ۱۵۰-۲۰۰ و ۲۵۰-۳۶۵ روز به گونه ای دسته بندی شدند که در هر بازه دمای خاک دگرگونی چندانی نداشته باشد. در هر بازه زمانی تنفس خاک در سه تکرار برآورد و جداگانه آزمون شد. این پژوهش پنج آزمایش جداگانه و دو فاکتوره بود که با طرح کاملا تصادفی در سه تکرار انجام شد. فاکتور یکم نمناکی خاک در دو سطح (سیراب و گنجایش کشاورزی) و فاکتور دوم آب آبیاری در دو سطح (پساب شهری و آب شهری) بود. تجزیه واریانس داده ها و آزمون دانکن در پایه ۵ درصد برای مقایسه میانگین ها با نرم افزار SAS انجام شد.

نتایج و بحث

جدول ۱ برخی ویژگی های خاک شور، آب پساب و آب شهری اراک را که در پژوهش به کاررفته اند، نشان می‌دهد. این خاک که از کویر میقان اراک برداشت شده است، بیشتر از کانی تبخیری کلریدی-سولفاتی همراه با کاتیون های سدیم، پتاسیم، کلسیم و منیزیم پدید آمده است (Ghadimi and Ghomi, 2013). فراوانی نسبی کانی‌های تبخیری و رسی در این خاک‌های شور به زمان غرقاب شدن کویر بستگی دارد. بنابراین از انجایی که فراوانی کانی های تبخیری در این خاک بسیار بالاتر از کانی های رسی آن است و اندازه گیری بافت و گنجایش تبادل کاتیونی (CEC) این خاک شور با روش های استاندارد بسیار دشوار بود.

این خاک کربن آلی کم (TOC) به اندازه ۰/۸ درصد و نیتروژن کل کمی (TN) به اندازه ۰/۰۸ درصد داشت. تنفس پایه (BR) و تنفس برانگیخته خاک (SIR) بسیار کم و به ترتیب ۰/۰۵ و ۰/۴۳ (mg CO2/g Soil day) بود. برخی ویژگی های آب شهری و آب پساب نیز در جدول ۱ اورده شده است. آب پساب در برابر آب شهری اراک دارای پی اچ، شوری، نسبت جذب سدیم، کربن آلی، نیترات، فسفات و کلر بیشتری بود. اندازه سولفات آب شهری در برابر آب پساب شهر اراک بیشتر بود.

[1]Basal Respiration (BR)

جدول ۱- برخی ویژگی های فیزیکی و شیمیایی خاک و آب پساب شهری و آب شهری به کار رفته در این پژوهش.

ویژگی	آب شهری اراک	پساب شهری اراک	ویژگی	خاک
pH	۷/۴۵	۷/۷	pH (1:5)	۸/۶۶
EC (dS/m)	۰/۳۷	۲/۹	EC (1:5) (dS/m)	۱۴
SAR (meq/L)1/2	۱/۲	۲/۵۵	SAR (1:5) (meq/L)1/2	۱۷۰
OC (mg/l)	۰/۱۲	۶۰	CCE (%)	۳۲
N-NH4 (mg/l)	0	8	TOC (%)	۰/۸
$N\text{-}NO^{3-}$ (mg/l)	۲۵	۸۰	TN (%)	۰/۰۸
$P\text{-}PO4^{3-}$ (mg/l)	۰/۱۵	۵/۲	TP (mg/kg)	۴۸۰
C^{l-} (mg/l)	۶/۷	۸۲	NO3- (1:5) (mg/kg)	۲۹
$SO4^{2-}$(mg/l)	۴۵	۳۳	BR (mg CO2/kg Soil day)	۵۰
			SIR (mg CO2/kg Soil day)	۴۳۰

CCE-کربنات کلسیم معادل، TOC-کربن آلی کل، BR-تنفس پایه، SIR-تنفس برانگیخته

نتایج تجزیه واریانس تنفس پایه خاک در دو نمناکی (سیراب و گنجایش زراعی) و دو نوع آب آبیاری (آب پساب و آب شهری) در هر یک از بازه های زمانی در جدول ۲ آورده شده اند. نمناکی خاک در همه زمان ها گذشته از بازه زمانی ۲۰۰-۱۵۰ روز از دیدگاه آماری پیامد چشم‌گیری بر تنفس خاک داشت. آب آبیاری بکاررفته نیز در همه بازه‌های زمانی پیامد چشم‌گیری بر تنفس خاک داشت. پیامد بر هم کنش این تیمارها بر تنفس خاک تنها در زمان های پایانی آزمایش (بازه زمانی ۲۵۰-۳۶۵ روز) چشم‌گیر بود.

جدول ۲- تجزیه واریانس پیامد نمناکی، نوع آب و برهم کنش آنها بر تنفس پایه خاک

		میانگین مربعات (mg CO2/kg Soil day)				
منابع تغییرات	درجه آزادی	۱-۵ روز	۱۰-۳۰ روز	۵۰-۱۰۰ روز	۱۵۰-۲۰۰ روز	۲۵۰-۳۶۵ روز
نمناکی خاک	۱	۴۶۶**	۳۶۷*	۲۴۸**	۲۳۴ns	۵۰۷**
گونه آب	۱	۳۹۹**	۵۶۴*	۴۱۱**	۷۰۴*	۲۹۹**
آب × نمناکی	۱	۲ ns	۵ns	۱۵ns	۷ns	۷۱*
خطا	8	۱۲	۵۱	۱۹	۶۳	۶
ضریب تغییرات	-	۵	۱۰	۹	۱۹	۳

** و* به ترتیب معنی‌دار در سطح ۱٪ و ۵٪ بر طبق آزمون F و ns به لحاظ آماری معنی‌دار نمی‌باشد.

پیش‌بینی می شد که با سیراب کردن خاک و پیدایش زیستگاه بی هوازی تنفس پایه کاهش پیدا کند (Wright et al., 2015) و خاک سیراب شده با آب‌های یاد شده تنفس کمتری از خاک با نم گنجایش زراعی باشد، ولی در این پژوهش دیده شد که در هر یک از بازه های زمانی ۱-۵ روز، ۳۰-۱۰ روز و ۵۰-۱۰۰ روز تنفس پایه در خاک های سیراب شده به گونه چشم‌گیری بیش از خاک های با نم گنجایش زراعی بود (جدول ۳). این شاید وابسته به فراوانی بیشتر ریزجانداران تند رشد و بی‌هوازی اختیاری به‌ویژه باکتری‌های کوپیوتروف روده‌ای در این خاک آب‌گرفته باشد. اودت و همکاران نیز گزارش کردند، غرقاب کردن خاک مایه افزایش

رشد ریزجانداران بی هوازی و تنفس خاک شده است (Odette et al., 2016). هماهنگ با یافته این پژوهش گزارش شده است که سیراب کرن خاک به سود ریزجانداران تند رشد و باکتری هایی است که به آسانی از سوبسترهای فراهم بهره گیری می کنند (Wagner et al., 2015). از سوی دیگر در خاک سیراب همراه با رشد جلبک‌ها و سیانوباکترها مواد آلی نوینی پدید می آید که افزایش کارکرد زیستی ریزجانداران در این خاک با مواد آلی کم را پی دارد. بنابراین اگر چه خاک در گنجایش کشاورزی تهویه بهتری دارد ولی کارکرد ریزجانداران آن کمتر و دی اکسید کربن کمتری از آن رها می شود.

جدول ۳- پیامد نمناکی بر اندازه تنفس پایه خاک (mg CO2/kg Soil day)

نمناکی خاک	۱-۵ روز	۱۰-۳۰ روز	۵۰-۱۰۰ روز
سیراب	۶۹a	۷۱a	۵۱a
گنجایش زراعی	۵۶b	۶۰b	۴۲b

از سوی دیگر تنفس پایه خاک هایی که با آب پساب شهری آبیاری شده بودند در بازه های زمانی ۱-۵ روز، ۱۰-۳۰ روز، ۵۰-۱۰۰ روز و ۱۵۰-۲۰۰ روز به اندازه چشم‌گیری بیش از خاک هایی بود که با آب شهری آبیاری شده بودند (جدول ۴). این پدیده وابسته به ماده الی و عناصر غذایی نیتروژن، فسفر و پتاسیم بیشتر (جدول ۱) در آب پساب شهری است. هر چه اندازه مواد آلی ساده و آسان تجزیه شونده در خاک بیشتر باشد، تنفس پایه خاک بیشتر اندازه‌گیری می‌شود (صفری سنجانی، ۱۳۹۲). با افزایش پساب به خاک، اندازه ماده آلی خاک و در پی آن مواد غذایی فراهم برای ریزجانداران افزایش یافته و در پی آن فراوانی و کارکرد ریزجانداران بیشتر می شود (عبداللهی و همکاران، ۱۳۹۱). پژوهش ها بر روی زیتوده ریزجانداران و کارکردهای ریزجانداران در ته نشست ها دریاچه های تیمار شده با پساب های لبنی یک کشتزار نشان میدهد که تندی تنفس ریزجانداران و زیتوده ریزجانداران به گونه چشمگیری به بخش های ماده آلی افزوده شده از پساب ها وابسته است (Long, 2000).

جدول۴-پیامد نوع آب بر اندازه تنفس پایه خاک (mg CO2/kg Soil day)

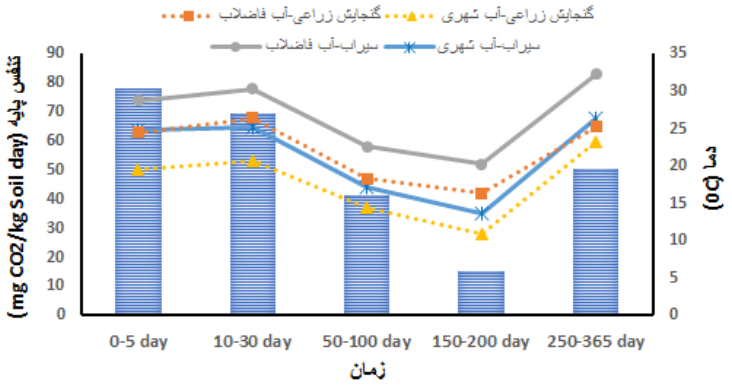
گونه آب	۱-۵ روز	۱۰-۳۰ روز	۵۰-۱۰۰ روز	۱۵۰-۲۰۰ روز
آب پساب	۶۸a	۷3a	۵۲a	۴۷a
آب شهری	۵۷b	59b	۴۱b	۳۲b

آزمون میانگین‌ها در بر همکنش میان تیمارهای نمناکی خاک و گونه آب در زمان ۲۵۰-۳۶۵ روز نشان داد که بیشترین تنفس پایه در خاک های سیراب شده با آب پساب شهری و کمترین اندازه تنفس پایه در خاک های با نمناکی گنجایش زراعی و آبیاری شده با آب آشامیدنی شهری بود (جدول ۵). در این بازه زمانی ناهمانندی تنفس پایه خاک های سیراب شده با آب آشامیدنی و خاک های با نم گنجایش زراعی آبیاری شده با آب پساب شهری از دیدگاه آماری چشم‌گیر نبود.

جدول۵-پیامد برهم کنش نمناکی و گونه آب بر اندازه تنفس پایه خاک (mg CO2/kg Soil day) در بازه زمانی ۲۵۰-۳۶۵ روز

تیمار	تنفس پایه (mg CO2/kg Soil day)
سیراب * آب پساب	۸۳a
سیراب * آب شهری	۶۸b
گنجایش زراعی * آب پساب	۶۵b
گنجایش زراعی * آب شهری	۶۰c

نمودار ۱ روند دگرگونی تنفس پایه خاک در تیمارهای بررسی شده در بازه های زمانی نمونه برداری را نشان میدهد. در هر تیمار بیشترین تنفس پایه در بازه های زمانی۱-۵ روز، ۱۰-۳۰ و ۲۵۰-۳۶۵ روز و کمترین اندازه تنفس پایه در بازه های زمانی۵۰-۱۰۰ روز و ۱۵۰-۲۰۰ روز اندازه گیری شدند. روند دگرگونی سالانه تنفس وابسته به دما است. بیشترین اندازه تنفس پایه در هر چهار تیمار در بازه زمانی ۲۵۰-۳۶۵ و کمترین اندازه آن در بازه زمانی ۱۵۰-۲۰۰ روز بود که کمترین دما را داشت. هرچه دما خاک افزایش یابد زندگی و کارکرد ریزجانداران و فراوانی آنها در خاک بیشتر می شود. به هر گونه نباید از پیامد سودمند آبیاری این خاک شور در افزایش تنفس خاک چشم پوشید زیرا با اینکه دمای هوا در بازه نخست بالا است و تنفس آن بیشتر از بازه زمانی پایانی آزمایش نیست که نشان از پیامد افزایشی پساب شهری بر تنفس خاک و کارکرد ریزجانداران این خاک شور کویر میقان در دوره های دراز زمانی و سال‌های آینده دارد.



شکل ۱- دگرگونی میانگین دمای خاک (نمودار ستونی) و تنفس پایه در چهار تیمار بررسی شده در هریک از بازه های زمانی آزمایش

منابع

صفری سنجانی، ع.ا. ۱۳۹۲. بیولوژی و بیو شیمی خاک. انتشارات دانشگاه بوعلی سینا.

صفری سنجانی، ع ا و حاج رسولیها ش، ۱۳۷۹. ارزیابی کیفیت پساب تصفیه خانه فاضلاب شمال اصفهان برای کشاورزی. مجله آب و فاضلاب ۳۳: ۲۰-۲۶.

صفری سنجانی، ع ا و حاج رسولیها ش، ۱۳۸۰. پیامد آبیاری با پساب پلایشگاهٔ فاضلاب شمال اصفهان بر برخی از ویژگیهای شیمیایی خاکهای ناحیه برخوار. مجله علوم کشاورزی ایران، ۳۲: ۷۹-۸۸.

عبداللهی، ف.، اصغری ش. و علی اصغر زاده ن.، ۱۳۹۱. تغییرات زمانی خصوصیات بیوشیمیایی و شیمیایی در یک خاک آهکی اصلاح شده با لجن پتروشیمی تبریز. نشریه دانش آب و خاک، جلد ۲۲، شماره ۴، صفحه های ۱۸۶ تا ۱۹۸.

Andrew D., Lenore S., Eugene W. and Arnolr E. 2005. Standard methods for the examination of water and wastewater. Vol. 1 (21st Edition). American Public Health Association.

Bower C.A., Reitmeir R.F. and Fireman M. 1952. Exchangeable cation analysis of saline and alkali soils. Soil Science, 73: 251-261.

Gee G.W. and Bauder J.W. 1986. Particle-size analysis, In: Klute A (ed) Methods of soil analysis. part 1: Physical and mineralogical methods. Soil Science Society of America Journal. Madison Wisconsin USA, 383-411.

Ghadimi F., Ghomi M. 2013. Assessment of the effects of municipal wastewater on the heavy metal pollution of water and sediment in Arak Mighan Lake, Iran.pdf. Journal of Tethys 1: 205-214.

Hinds A. and Lowe L.E. 1980. Ammonium-N determination. Soil nitrogen Berthelot reaction. Soil Science and Plant Analysis, 11: 469–475.

Jaggi W. 1976. Die Bestimmung der CO2-Bildung ALS MaB der bodenatmung uud der Carbonate im Boden. Zplanzenernaehr Bodenkd, 56: 26-38.

Kiziloglu F.M., Turan M., Sahin U., Kuslu Y. and Dursun A. 2008. Effects of untreated and treated wastewater irrigation on some chemical properties of cauliflower (Brassica olerecea L.var. botrytis) and red cabbage (Brassica olerecea L. var. rubra) grown on calcareous soil in Turkey. Agricultural Water Management, 95:716-724.

Loeppert R.H. and Suarez G.L. 1996. Carbonates and Gypsum. In: Sparks, D.L. (Ed.),Methods of soil analysis. Part 3, Chemical methods. Madison, Wisconsin, USA.

Long M. 2000. Organic matter composition, microbial biomass and microbial activity in gravel-bed constructed wetlands treating farm dairy wastewaters. Ecological Engineering, 16: 199–221.

Murtaza G., Ghafoor A., Qadir M., Owens G., Aziz M.A., and Zia M.H. 2010. Disposal and use of sewage on agricultural lands in Pakistan: a review. Pedosphere, 20(1): 23–34.

Odette G., Katja S., Alexandre j., Nico E. and Stefan S. 2016. Flood-Induced Changes in Soil Microbial Functions As Modified By Plant Diversity. PLOS ONE, DOI:10.1371/journal.pone.0166349.

Wagner D., Eisenhauer N.and Cesarz S. 2015. Plant species richness does not attenuate responses of soil microbial and nematode communities to a flood event. Soil Biol Biochem. Elsevier, 89: 135–149.

Walkley A. and Black I.A. 1934. An examination of the Degtareff method for determining soil organic matter, and a proposed modification of the chromic acid titration method. Soil Science, 37: 29–38.

Wright A.J., Ebeling A., Kroon H.R., Oscher C., Weigelt A. and Buchmann N. 2015. Flooding disturbances increase resource availability and productivity but reduce stability in diverse plant communities. Nat Commun. Nature Publishing Group, 6: 6092. doi:10.1038/ncomms 7092 PMID: 25600177.

The effect of Arak tap water and treated municipal wastewater in annual change of basal respiration of Arak Meyghan saline soil in field capacity and flooded condition

M. Safari Sinegani, A. A. Safari Sinegani

Department of Soil Science, Faculty of Agriculture, Bu-Ali Sina University, Hamedan , Iran

Abstract

The release of the untreated and treated municipal wastewater in different environments may has many problems. The objective of this study was comparing of the effect of Arak treated wastewater with tap water on the basal respiration of saline soil of Meyghan playa at two moisture treatment (flooding and field capacity) in 5 time intervals. This study showed that the positive effect of the application of wastewater on soil basal respiration was significantly higher than that of tap water. In all time intervals (except 150-200 days} the basal respiration in flooded soils was significantly higher than that in soil with field capacity moisture content. Soil respiration was strongly depended on temperature. It was markedly higher in warm time intervals compared to that in cold time intervals.

Keywords: Aerobic respiration, Organic carbon, Meyghan lake,