علـوم محـیـطی سال چهارم، شماره دوم ، زمستـان ۱۳۸۵
ENVIRONMENTAL SCIENCES Vol.4, No.2 , Winter 2007
۱-۱۲

تأثیر نمک‌های مختلف بر گندزدایی و برخی خصوصیات شیمیایی شیرابهٔ حاصل از تولید کمپوست

علیرضا آستارایی*، مهرنوش اسکندری
گروه خاک‌شناسی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد

چکیده

یکی از مشکلات جانبی تولید کود کمپوست در کشور وجود مقادیر زیاد رطوبت (بیش از ۷۰ درصد) در زباله است که منجر به تولید شیرابه کمپوست می شود که اگر به نحو مطلوب جمع آوری و کنترل نشود، مشکلات زیست محیطی مانند آلودگی خاک و آب‌های زیرزمینی را به وجود خواهد آورد. به طور کلی تصفیهٔ به منظور پاک سازی از آلودگی‌های باکتریائی یا شیمیایی انجام می‌شود. از فرایندهای متداول در تصفیه خانه‌های آب عمل انعقاد است که به عنوان پیش فرایندی فیلتراسیون را کامل خواهد کرد. برای این منظور از مواد منعقد کننده‌ای چون کلرید آهن، آلوم و غیره استفاده می‌شود . به منظور بررسی اثر سه منعقد کنندهٔ مختلف سولفات مس ، کلرید آهن و بنزوات سدیم بر گندزدایی و برخی خصوصیات شیمیایی شیرابه ، آزمایشی با ۴ تیمار اصلی : ۱- شاهد (شیرابهٔ خالص ،L) ، ۲- شیرابه + سولفات مس (Lcs) ، ۳- شیرابه +کلرید آهن (Lcf) ، ۴- شیرابه+ بنزوات سدیم (Lsb) هر کدام در دو سطح ۴۰ و ۸۰ میلی گرم بر لیتربه عنوان تیمارهای فرعی در قالب طرح کاملاً تصادفی به صورت فاکتوریل با سه تکرار در شرایط آزمایشگاه انجام گرفت . نتایج آزمایش نشان داد استفاده از هر سه ترکیب شیمیایی هدایت الکتریکی و مقدار کربن آلی محلول تیمارهای آزمایشی نسبت به تیمار شاهد (شیرابهٔ خالص) کاهش داشت. در حالی که مقدار PH در تیمارهای آزمایشی تفاوت معنی‌داری نداشت. مقایسهٔ دو سطح نمک مصرفی با یکدیگر نشان دادکه مقدار ۴۰ میلی گرم بر لیتر نمک نسبت به ۸۰ میلی گرم بر لیتردر کاهش تعداد میکرواورگانیسم‌ها کارائی بهتری داشت . تیمارهای آزمایشی کلرید آهن ۴۰ میلی‌گرم بر لیترو بنزوات سدیم ۴۰ و۸۰ میلی‌گرم بر لیتر بیشترین تأثیر را بر کاهش تعداد کل میکروارگانیسم‌ها و تعداد باکتری‌ها نشان دادند. تیمار سولفات مس ۴۰ میلی‌گرم بر لیتر کارایی زیادی در کاهش تعداد کلی فرم‌های مدفوعی و غیر مدفوعی داشت. در حالی که تیمار بنزوات سدیم ۴۰ میلی‌گرم بر لیترحداکثر کاهش را در تعداد قارچ‌ها نشان داد.

کلیدواژه‌ها: سولفات مس، کلرید آهن ، بنزوات سدیم، گندزدایی ، شوری، PH ،کربن آلی و شیرابهٔ کمپوست.

Effect of Different Amounts of Salts on Detoxification and Some Chemical Properties of Municipal Solid Waste Leachate

Alireza Astaraei, Mehrnosh Eskandari**
Department of Soil Sciences, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad

Abstract
One of the secondary problems in compost production in our country is the high humidity (over 70%) in waste which produces municipal solid waste leachate. If it is not collected and controlled, this will produce environmental problems such as soil and groundwater pollution. Water treatment with chemicals is used to decrease microbial contamination of water. Coagulants, such as ferric chloride and alum, are usually used in a common process in water treatments, namely coagulation . A laboratory experiment was performed to study the effect of three different coagulants - copper sulfate, ferric chloride and sodium benzoate - at the two levels of 40 and 80 mg/l and a control (pure leachate) on the microbial detoxification and chemical properties of municipal solid waste leachate in a completely randomized design experiment (factorial) , with three replications. The results showed that electrical conductivity and total soluble organic carbon decreased in all treatments compared to the control (pure leachate), while changes in the pH of treatments was not significant. Data revealed that in different amounts of salts, 40 mg/l salt decreased the total number of microorganisms more efficiently than 80 mg/l while 40 mg/l ferric chloride, and both 40 and 80 mg/l sodium benzoate were more efficient in reducing the total number of microorganisms. Copper sulfate at 40 mg/l had a greater effect in reducing the number of fecal and non fecal coli forms, while sodium benzoate at 40 mg/l had maximum reduction in number of fungi.

Keywords: copper sulfate, ferric chloride, sodium benzoate, detoxification, salinity, PH, organic carbon, municipal solid waste leachate.

* Corresponding author. *E-mail Address:* Astaraei@Ferdowsi.un.ac.ir

مقدمه

تولید زباله شهری به علت افزایش روزافزون جمعیت و گسترش شهرها افزایش یافته است. یکی از مناسب‌ترین روش‌های مدیریت دفن زباله، بازیافت و تبدیل آن به کودآلی کمپوست است. اما یکی از مشکلات جانبی تولید کود کمپوست در کشور وجود مقادیر زیاد رطوبت (بیش از ۷۰ درصد) در زباله است که منجر به تولید شیرابه کمپوست می‌شود که اگر به نحو مطلوب جمع آوری و کنترل نشود، مشکلات زیست محیطی مانند آلودگی خاک و آب‌های زیرزمینی را به وجود خواهد آورد. به‌طور کلی عمل تصفیهٔ به منظور پاک‌سازی آب و پساب‌ها از آلودگی‌های باکتریایی یا شیمیایی انجام می‌شود. فرایندهای متداول در تصفیه آب و پساب تر عبارتند از : انعقاد ، لخته سازی ، ته نشینی ، صاف سازی و گندزدایی . در واقع ته نشین ساختن مواد معلق کلوییدی به طریقهٔ انعقاد تنها روش مشترک تصفیهٔ آب و فاضلاب است. مواد منعقد کننده شامل موادی است که برای ناپایدارسازی ذرات و چسباندن آنها به یکدیگر مورد استفاده قرار می‌گیرد . معمولاً نمک‌های فلزی مثل سولفات آلومینیوم یا آلوم ، سولفات فریک ، سولفات فرو ، کلرید فریک ، پلی مرهای آلی آنیونی ، کاتیونی و غیریونی از جمله مواد منعقدکننده می‌باشند (Kent, 1992). قدبنان و امیری(۱۳۸۱) نتیجه‌گیری کردند که کلرید آهن در مقایسه با آلوم در حذف رنگ، کدورت وCOD موثرتر بود. تحقیقات انجام شده اخیر در خصوص مواد منعقد کننده از قبیل آلوم و کلرید آهن بیشتر برای حذف عوامل مولد کدورت در آب با منشأ شیمیایی ،یا بیولوژیکی و یا فیزیکی در کشورهای امریکا ،کانادا ، چین ، ایتالیا وفرانسه استفاده می‌شوند (Montogomery, 1995). پساب فاضلاب شهری و کمپوست زباله‌های شهری از جمله منابع غیر متعارف آب و کود می‌باشند که حجم قابل توجهی را در مناطق پر جمعیت شهری شامل می‌شوند . بهره برداری از این منابع ، نیازمند مدیریت خاصی است که در آن توجه به استانداردهای زیست محیطی و بهداشتی ملحوظ شده باشد. شاه منصوری و نشاط(۱۳۸۲) نتیجه‌گیری کردند که کلرید آهن وپلی آلومینیوم کلرید در حذف کدورت، کلی فرم‌های کل وTOC کارایی بهتری نسبت به آلوم داشته وکلرید آهن در حذف TOC بهتر از پلی آلومینیوم کلرید در نمونه‌های آب خام عمل نمود. Steven و همکاران (2003) نشان دادند مواد آلی که در آب غیر قابل حل ولی دارای کمپلکس‌های شناخته شده با آهن و آلومینیوم‌اند قادر به انعقاد با مواد شیمیایی (آلوم و کلرید آهن) هستند و در این بین اسیدهای امینه ، پروتئین‌ها و اسیدهای چرب بلند زنجیره بسیار سریع منعقد می‌شوند ولی گلوکز و اسید بوتیریک منعقد نشده و سلولز در بین این دو حالت قرار دارد. Marthakutty و همکاران(2004) در مطالعه فعالیت ضد میکروبی کمپلکس‌های مس با لیگاندهای CL^- ، Br^- ، $NO3^-$ ، NCS^- ، N_3^- ، SO_4^{-2} دریافتند که تشکیل این کمپلکس‌ها باعث کاهش جمعیت جنس‌های باسیلوس[۱] ، ویبریو کلرا[۲] ، استافیلوکوکوس[۳] و سالمونلا[۴] شد . تحقیقات Ogiehor و همکاران(2005) در بررسی اثرات ضد میکروبی غلظت‌های مختلف بنزوات سدیم بر رشد و بقا قارچ‌های آسپرجیلوس نیگر[۵] ، آسپرجیلوس فلاووس[۷] و آسپرجیلوس فومیگاتوس[۸] و نیز پتانسیل تولید آفلاتوکسین[۹] نشان داد که با افزایش غلظت بنزوات سدیم از ۰/۲ به ۰/۶ درصد ، تعداد قارچ‌های زندهٔ هر سه جنس نسبت به شاهد کاهش یافت. Lopez-Malo و همکاران (2005) نتیجه‌گیری کردند که جوانه زنی اسپور و رشد شعاعی قارچ آسپرجیلوس فلاووس در محیط کشت P.D.A با حضور مواد ضد میکروبی همچون بنزوات سدیم کاهش معنی‌داری داشت به طوری که افزایش غلظت این مواد باعث تأخیر در زمان جوانه زنی قارچ و کاهش بیشتر در رشد آن گردید. به این جهت استفاده از منعقدکننده‌های شیمیایی برای کاهش آلودگی‌های بیولوژیکی و شیمیایی شیرابهٔ حاصل از

تولید کمپوست از زباله‌های شهری ضرورتی بر انجام چنین مطالعه‌ای می‌باشد . هدف از این مطالعه « مقایسهٔ سه نمک سولفات مس ، کلرید آهن و بنزوات سدیم بر گندزدایی و برخی خصوصیات شیمیایی شیرابهٔ حاصل ازتولید کمپوست زباله‌های شهری » می‌باشد.

مواد و روش‌ها

به منظور بررسی تأثیر نمک‌های سولفات مس ، کلرید آهن ، بنزوات سدیم بر گند زدایی میکروبی شیرابهٔ حاصل از تولید کمپوست از زباله‌های شهر مشهد ، ۴ تیمار آزمایشی اصلی : ۱- شاهد (شیرابهٔ خالص ، L) ، ۲- شیرابه + سولفات مس (Lcs) ، ۳- شیرابه +کلرید آهن (Lfc) ، ۴- شیرابه + بنزوات سدیم(Lsb) هر کدام با دو سطح ۴۰ و ۸۰ میلی‌گرم بر لیتر به عنوان تیمارهای فرعی منظور شد (Mills *et al.*, 2004; Kent, 1992 ; Ogiehor *et al.*, 1998) و مقایسهٔ تیمارهای آزمایش با تیمار شاهد (شیرابهٔ خالص - جدول۱) در قالب طرح کاملاً تصادفی و مقایسهٔ تأثیر مقدار و نوع نمک بر تعداد میکروارگانیسم ها ، باکتری ها ، کلی فرم های مدفوعی و غیر مدفوعی و قارچ ها در قالب طرح کاملاً تصادفی به صورت فاکتوریل با سه تکرار در شرایط آزمایشگاه انجام شد .

ابتدا ظروف پلاستیکی دربدار۴ لیتری تهیه وبه هر کدام ۳ لیتر شیرابهٔ خالص اضافه شد . بر اساس دو سطح فرعی نمک برای هر تیمار اصلی ، مقادیر نمک مورد نیاز برای ۳ لیتر شیرابهٔ خالص محاسبه و سپس به ظروف حاوی شیرابه خالص اضافه شدند . ظروف حاوی شیرابه به همراه نمک به مدت ۱ ساعت با سرعت ۶۰ دور در دقیقه در مخلوط‌کن مکانیکی مخلوط گردید و سپس ظرف ها در مکانی جهت رسوب و ته‌نشینی مواد معلق به مدت ۴۸ ساعت قرار داده شدند . جهت کشت میکروبی و تعیین هدایت الکتریکی ، PH و کربن آلی محلول از بالای هر ظرف نمونه برداری شد . هدایت الکتریکی و PH نمونه‌ها به ترتیب توسط دستگاه هدایت سنج و PH متر و مقدار کربن آلی محلول با روش تیتراسیون توسط فرو سولفات آمونیوم (Walkley and Black, 1934) اندازه‌گیری شد.

جدول۱- خصوصیات شیمیایی شیرابه حاصل از کمپوست زباله شهری

متغیر	واحد	مقدار
pH	-	۵/۹۷
EC	($dS\ m^{-1}$)	۲۹/۴۳
TOC	($mg\ kg^{-1}$)	۱۲۹۴۸
ماده خشک	(%)	۲/۵
ازت کل	(%)	۰/۱۷۵
فسفر قابل دسترس	(%)	۱۲/۹۴
پتاسیم	(%)	۰/۲۷
کلر	(%)	۰/۴۵
سولفات	(%)	۰/۳۳
آهن	($mg\ kg^{-1}$)	۱۵۵/۴۸
منگنز	($mg\ kg^{-1}$)	۱۵/۱
روی	($mg\ kg^{-1}$)	۳۰/۴۳
مس	($mg\ kg^{-1}$)	۱/۸۹

جهت کشت میکروبی نمونه‌ها ، ابتدا ۳ محیط کشت (Plate Count Agar)(P.C.A.)، (Eosine Demethylene Blue Agar) (E.M.B.) ، (Domme Terre Agar) (P.D.A.) به ترتیب جهت تعیین تعداد باکتری ها (Frazier, 1967) ، کلی فرم‌های مدفوعی و غیر مدفوعی(Mannion and Haskins, 1982)و قارچ‌ها (Frazier, 1967)تهیه شدند . کشت به دو روش سطحی Surface) Inoculant) و زیر سطحی(Pour Plate)از نمونه‌ها انجام شد (Mannion and Haskins, 1982) . پتری دیش‌های کشت شده برای رشد میکروارگانیسم‌ها و سپس تشخیص و شمارش آن‌ها به مدت ۴۸ ساعت در انکوباتور(دمای ^{oc} ۲۵) قرار گرفتند. شمارش کلنی میکروارگانیسم‌ها برای تعیین تعداد کل میکروارگانیسم‌ها به تفکیک باکتری‌ها ، کلی فرم‌ها و قارچ‌ها ، توسط دستگاه کلنی شمار انجام شد . تعداد کل میکروارگانیسم‌ها، پس از تعیین ، شناسایی(Tershak, 1992) و جمع آوری داده‌های مربوط به تعداد باکتری‌ها ، کلی فرم‌های مدفوعی و غیر مدفوعی و قارچ‌ها محاسبه گردید (Mannion and Haskins, 1982). آنالیزآماری داده‌های آزمایشی توسط نرم افزار MSTAT-C انجام و میانگین داده‌ها با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح ۵ درصد مقایسه شدند .

نتایج

نتایج حاصل از تأثیر مقدار و نوع نمک‌های شیمیایی (سولفات مس ، کلرید آهن و بنزوات سدیم) بر PH شیرابه نشان داد که تیمارهای سولفات مس ۴۰ ،۸۰ میلی‌گرم بر لیتر و بنزوات سدیم ۸۰ میلی‌گرم بر لیتر نسبت به سایر تیمارهای آزمایشی تفاوت معنی داری داشتند . اسیدیته این تیمارها به ترتیب با ۱۱/۹ ،۱۲/۲و ۱۱/۴ درصد کاهش نسبت به شاهد (شیرابهٔ خالص) در سطح ۵ درصد دارای اختلاف معنی‌داری بودند (جدول۲).

هدایت الکتریکی تیمارهای کلرید آهن ۴۰ و ۸۰ میلی‌گرم بر لیتربه ترتیب ۶۰/۳ و ۵۹/۵ درصد نسبت به شاهد که دارای هدایت الکتریکی بالایی است ، کاهش داشت. این دو تیمار نسبت به سایر تیمارهای آزمایشی کاهش معنی‌داری نشان دادند (جدول ۲). هدایت الکتریکی تیمارهای سولفات مس ۴۰ و ۸۰ میلی‌گرم بر لیتر و بنزوات سدیم ۸۰ میلی‌گرم بر لیتر نیز نسبت به شاهد کاهش داشتند. از آنجایی‌که هدایت الکتریکی محیط ریشه نقش بسزایی در گیاهان کشت شده در خاک دارد لذا عامل کاهش دهنده هدایت الکتریکی در این خصوص بسیار اهمیت دارد.

جدول ۲ – تأثیر تیمارهای آزمایشی بر PH ، هدایت الکتریکی و کربن آلی محلول

تیمارهای آزمایش	pH	EC (dSm^{-1})	کربن آلی محلول ($gr/100^{cc}$)
Lcs_{40}	b۵/۵۶	b۲۵/۹	ab۱/۶۰
Lcs_{80}	b۵/۵۴	b۲۵/۸۷	bc۱/۴۷
Lfc_{40}	a۶/۲۶	c۱۱/۰۸	d۱/۲۹
Lfc_{80}	a۶/۳۵	c۱۱/۳	c۱/۴۴
Lsb_{40}	a۶/۲۴	ab۲۶/۷	cd۱/۳۵
Lsb_{80}	b۵/۵۹	b۲۵/۹	ab۱/۵۹
L	a۶/۳۱	a۲۷/۹	a۱/۶۵

اعداد موجود درستون‌ها در صورت داشتن حروف غیر متشابه در سطح ۵ درصد معنی‌دار می‌باشند.

(Lcs = شیرابه +سولفات مس ،Lfc = شیرابه +کلرید آهن، Lsb= شیرابه +بنزوات سدیم ، L =شاهد(شیرابه خالص))

مقایسهٔ تیمارهای آزمایش نشان داد که نمک‌های شیمیایی سولفات مس، کلرید آهن و بنزوات سدیم باعث کاهش مقدار کربن آلی تیمارهای آزمایشی نسبت به شاهد گردید، به طوری که حداکثر کاهش در تیمار کلرید آهن ۴۰ و سپس در تیمار بنزوات سدیم ۴۰ میلی‌گرم بر لیتر مشاهده شد که نسبت به شیرابهٔ خالص (شاهد) به ترتیب ۲۲ درصد و ۱۸ درصد کاهش داشتند . تیمارهای سولفات مس ۴۰ و بنزوات سدیم ۸۰ میلی‌گرم بر لیتر نسبت به شاهد فاقد اختلاف معنی‌داری بودند (جدول ۲).

مقایسهٔ تأثیرتیمارهای نوع نمک برتعداد کل میکروارگانیسم‌ها ، باکتری‌ها ، کلی فرم‌ها و قارچ‌ها در جدول ۳ نشان داد که به طور کلی کلیه نمک‌های شیمیایی باعث کاهش تعداد کل میکروارگانیسم‌ها ، باکتری‌ها ، کلی فرم‌ها و قارچ‌ها نسبت به شیرابهٔ خالص گردید . تعداد کل میکروارگانیسم‌های دو تیمار کلرید آهن و بنزوات سدیم نسبت به تیمار سولفات مس به ترتیب معادل ۴۰ و ۴۳/۸ درصد کاهش معنی‌داری داشتند . در حالی که تعداد باکتری‌های هر دو تیمار فوق نسبت به تیمار سولفات مس به ترتیب ۴۳/۵ و ۴۱/۸ درصد کاهش نشان دادند (جدول ۳).

تعداد کلی فرم‌ها (مدفوعی و غیر مدفوعی) در دو تیمار سولفات مس و بنزوات سدیم نسبت به تیمار کلرید آهن به ترتیب معادل ۴۴ و ۴۱/۸ درصد کاهش معنی‌داری داشتند (جدول ۳).

تعداد قارچ‌های تیمارهای بنزوات سدیم و سولفات مس نسبت به تیمار کلرید آهن معادل ۷۲ و ۲۰ درصد کاهش معنی‌داری داشتند (جدول ۳).

تعداد کل میکروارگانیسم تحت تأثیر مقادیر نمک ۴۰ و ۸۰ میلی‌گرم بر لیتر در جدول ۴ نشان داد که تعداد کل جمعیت میکروارگانیسم‌ها، تعداد باکتری‌ها وتعداد قارچ‌هادر تیمار ۴۰ میلی‌گرم بر لیتر نمک نسبت به شیرابهٔ خالص به ترتیب ۹۲/۸ ، ۹۱/۲ و ۷۵/۰۶ کاهش داشتند .مقایسهٔ دو مقدار نمک با یکدیگر بیانگر کارایی بهتر مقدار ۴۰ میلی‌گرم بر لیتر تعداد کل میکروارگانیسم‌ها، تعداد باکتری‌ها و تعداد و قارچ‌ها در مقایسه با مقدار ۸۰ میلی‌گرم بر لیتر به ترتیب معادل ۴۰ ، ۴۰/۴ و ۴۱/۶ درصد به طور معنی‌داری کاهش داده است. مقدار نمک مصرفی ۸۰ میلی‌گرم بر لیتر در مقایسه با شیرابهٔ خالص بیشترین کاهش رادر تعداد کلی فرم‌ها (مدفوعی و غیر مدفوعی) با ۹۹/۹۳ درصد داشت.

بررسی اثر متقابل نوع و مقدار نمک‌ها در تیمارهای آزمایش بر تعداد کل میکروارگانیسم‌ها (شکل ۱) نشان داد حداکثر کاهش تعداد کل میکروارگانیسم‌ها در تیمار کلرید آهن ۴۰ میلی‌گرم بر لیتر و سپس در تیمارهای بنزوات سدیم ۴۰ و ۸۰ میلی‌گرم بر لیتر مشاهده شد که نسبت به سایر تیمارها کاهش معنی‌داری نشان دادند .

تیمار کلرید آهن ۴۰ میلی‌گرم بر لیتر و بعد از آن دوتیمار بنزوات سدیم ۴۰ و ۸۰ میلی‌گرم بر لیتر رتبه‌های بعدی را در بیشترین کاهش تعداد باکتری‌های شیرابه نشان دادند که نسبت به سایر تیمارها اختلافشان معنی‌دار بود (شکل ۲).

تیمار بنزوات سدیم ۸۰ میلی‌گرم بر لیتر و پس از آن تیمارهای سولفات مس ۴۰ میلی‌گرم بر لیتر و کلرید آهن ۸۰ میلی‌گرم بر لیتر نسبت به سایر تیمارها آزمایشی بیشترین کاهش معنی‌دار را در تعداد کلی فرم‌های شیرابه نشان دادند (شکل ۳) . مقایسهٔ تعداد قارچ‌ها در شکل ۴ بیانگر آن است که تمامی تیمارها با یکدیگر دارای اختلاف معنی‌دار بودند حداکثر کاهش تعداد قارچی در تیمار بنزوات سدیم ۴۰ میلی‌گرم بر لیتر و پس از آن در تیمار سولفات مس ۴۰ میلی‌گرم بر لیتر و تیمار بنزوات سدیم ۴۰ میلی‌گرم بر لیتر در مقام سوم کاهش بود.

جدول ۳- تأثیرنوع نمک شیمیایی بر تعداد کل میکروارگانیسم‌ها ، باکتری‌ها ، کلی فرم و قارچ‌ها

تیمارها ی آزمایشی	تعداد کل میکروارگانیسم ها (۱× ۱۰^{۵}) /ml	تعداد باکتری ها (۱× ۱۰^{۵}) /ml	تعداد کلی فرم(مدفوعی و غیر مدفوعی) (۱× ۱۰^{۲}) /ml	تعداد قارچ ها (۱× ۱۰^{۳}) /ml
Lcs	۱/۸۹۵b	۱/۷۷۸b	۲/۴۲۵c	۱۱/۴۳c
Lfc	۱/۱۳۸c	۱/۰۰۵c	۴/۳۵۰b	۱۴/۳۲b
Lsb	۱/۰۶۵c	۱/۰۳۵c	۲/۵۷۵c	۳/۹۷۵d
L	۱۴/۲۰۴a	۱۰/۸۷۸a	۳۰/۳۳a	۲۹/۳a

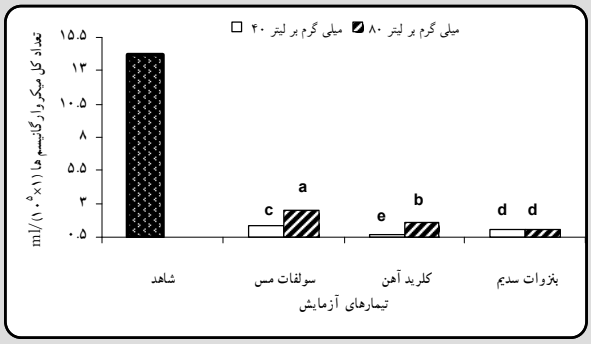
اعداد موجود درستونها در صورت داشتن حروف غیر متشابه در سطح ۵ درصد معنی دار می باشند.

(Lcs = شیرابه +سولفات مس ، Lfc = شیرابه +کلرید آهن ،Lsb = شیرابه +بنزوات سدیم ، L =شاهد(شیرابه خالص))

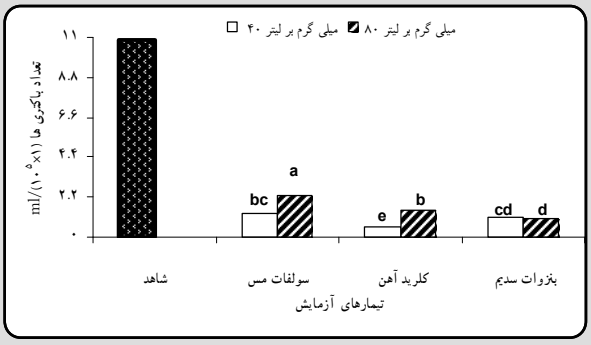
جدول ۴ –تأثیر مقدار نمک‌های شیمیایی بر تعداد کل میکروارگانیسم‌ها ، تعداد باکتری‌ها ، تعداد کلی فرم‌ها وتعداد قارچ‌ها

تیمارها ی آزمایشی (mg/l)	تعداد کل میکروارگانیسم ها (۱* ۱۰^{۵}) /ml	تعداد باکتری ها (۱* ۱۰^{۵}) /ml	تعداد کلی فرم مدفوعی و غیر مدفوعی (۱* ۱۰^{۲}) /ml	تعداد قارچ ها (۱* ۱۰^{۳}) /ml
۴۰	۱/۰۲۱b	۰/۹۵۱b	۴/۳۸۳a	۷/۳۰۵b
۸۰	۱/۷۱۱a	۱/۵۹۵a	۱/۸۵b	۱۲/۵۱۱a

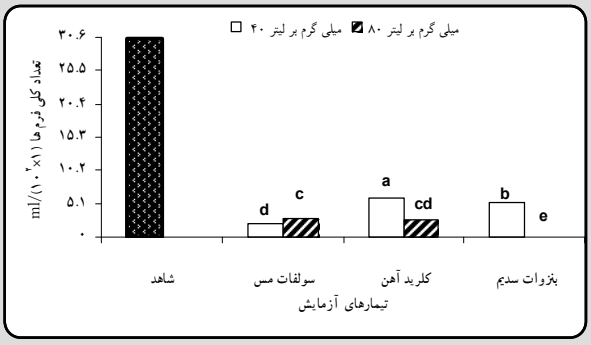
اعداد موجود درستونها در صورت داشتن حروف غیر متشابه در سطح ۵ درصد معنی دار می باشند.



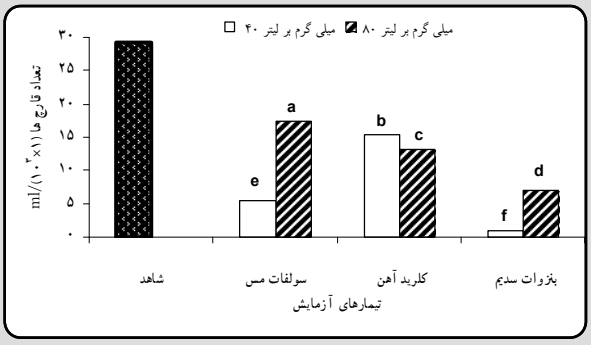
شکل۱- تاثیر نوع ومقدار نمک‌های شیمیایی بر تعداد کل میکروارگانیسم‌های شیرابه



شکل۲-تاثیر نوع ومقدار نمک‌های شیمیایی بر تعداد باکتری‌های شیرابه



شکل۳- تاثیر نوع و مقدار نمک‌های شیمیایی بر تعداد کلی فرم‌های (مدفوعی و غیرمدفوعی) شیرابه



شکل۴-تاثیر نوع ومقدار نمک‌های شیمیایی بر تعداد قارچ‌های شیرابه

مقایسهٔ نتایج شناسایی میکروارگانیسم‌ها به تفکیک باکتری ، قارچ و کلی فرم‌ها (مدفوعی و غیر مدفوعی) در تیمارها نسبت به تیمار شاهد نیز نشان داد که به کارگیری هر سه منعقد کننده در هر دو مقدار ،تعداد باکتری‌های استافیلوکوک ، استرپتوکوک[10] ، باسیلوس و استرپتومایست[11] و مخمرها و قارچ های آسپرجیلوس نیگر، آسپرجیلوس فومیگاتوس ، ژئوتریکوم[12] ، پنی سیلیوم[13] و فوزاریوم[14] کاهش داشت . همچنین درتعداد کلی فرم‌های مدفوعی و غیر مدفوعی شمارش شده نیز نسبت به شاهد (شیرابهٔ خالص) کاهش مشاهده گردید .

بحث و نتیجه گیری

استفاده از نمک های شیمیایی سولفات مس ، کلرید آهن، بنزوات سدیم در مقادیر مختلف بر pH شیرابهٔ زباله تنها در سه مورد سولفات مس ۴۰ و ۸۰ و بنزوات سدیم ۸۰ میلی‌گرم بر لیتر به طور معنی‌داری باعث کاهش pHشیرابه گردید که احتمالاً به دلیل خاصیت اسیدی بالاتر نمک سولفات در مقایسه با خاصیت خنثی نمک کلریدی می باشد .

هدایت الکتریکی شیرابهٔ زباله تحت تاثیر نمک‌های شیمیایی (به جز بنزوات سدیم۴۰ میلی گرم بر لیتر) نسبت به شیرابهٔ خالص کاهش معنی‌داری داشت (جدول ۲) . از آن‌جایی‌که مقدار کل نمک محلول (شوری) از طریق فرایند اسمز بر موجودات زنده (گیاهان و جانداران) و نیز بر حلالیت اکسیژن موثر است (کشاورز شکری و همکاران ، ۱۳۷۷) ، استفاده از این ترکیبات ونمک بدلیل فرایند انعقاد منجر به کاهش هدایت الکتریکی شیرابهٔ زباله گردیده است . در مقایسهٔ عملکرد منعقد کننده های آلوم و کلرید آهن با یکدیگر کلرید آهن بهترین کارایی را در عمل انعقاد داشت (قدبنان و امیری ، ۱۳۸۱).

نتایج آزمایش در خصوص کربن آلی نشان داد که مقدار کربن آلی کلیه تیمارهای آزمایش تحت تأثیر نمک های شیمیایی نسبت به تیمار شاهد (شیرابهٔ خالص) کاهش داشتند (جدول ۲) . بیشترین کاهش معنی دار کربن آلی در تیمارهای کلرید آهن ۴۰ و بنزوات سدیم ۴۰میلی گرم بر لیتر مشاهده شد که به ترتیب نسبت به شیرابهٔ خالص (شاهد)۲۳٪ و ۱۸٪ کاهش معنی‌داری نشان دادند که مشابه نتایجSteven و همکاران (۲۰۰۳) است.

در مجموع کاهش تعداد کل میکروارگانیسم‌ها در تیمارهای حاوی نمک ، نسبت به تیمار شاهد (شیرابهٔ خالص) بیانگر تسریع فرایند انعقاد و در نتیجه کاهش تعداد کل آنها (جدول ۳) می باشد(قدبنان و امیری ۱۳۸۱ ؛ و شاهمنصوری و نشاط۱۳۸۲) .

Marthakutty و همکاران(۲۰۰۴) و Ramadan (1997) اثرات ضد باکتریایی و ضد قارچی کمپلکس‌های مس با لیگاندهای Cl^- ، Br^- ، NO_3^- ، NCS^- ، ClO_4^- ، SO_4^{-2} را تأیید نموده و اظهار داشتند این اثرات در کمپلکس‌های مس با این یون‌ها به مراتب قوی تر از این لیگاندها به صورت آزاد می‌باشد.

نتایج آزمایش همچنین نشان داد به کارگیری نمک شیمیایی بنزوات سدیم در مقایسه با سایر نمک‌ها در کاهش تعداد کل میکروارگانیسم‌ها بهتر عمل نمود (جدول ۳). Ogiehor و همکاران (2004) اظهار داشتندکه در تیمارهای حاوی بنزوات سدیم هیچگونه آفلاتوکسین[15] مشاهده نشد. Lopez – Malo و همکاران (2005) نیز نتایج مشابهی را با نمک بنزوات سدیم بر روی قارچ‌ها گزارش کردند. نتایج به دست آمده در این تحقیق کارایی بهتر و موثر حداقل مقدار نمک۴۰ میلی‌گرم را بر کاهش جمعیت میکروبی نشان داد (جدول ۴) . غلظت زیاد سولفات در شیرابه ، بر فرایند انعقاد تأثیر داشته به‌طوری‌که در غلظت زیاد سولفات ، PH مناسب برای انعقاد کاهش می‌یابد، که احتمالاً بیانگر عدم کارایی غلظت بالای مقادیر نمک مصرفی در این تحقیق و انجام حداکثر فرایند انعقاد در یک محدوده

معین است. ۱۲۵ میلی‌گرم در لیتر یون سولفات باعث تغییر PH از محدوده ۵/۵ – ۷/۸ به ۴/۸ – ۷/۲ شد .

در مجموع استفاده از نمک‌های شیمیایی بر گندزدایی میکروبی شیرابه نشان داد که نمک کلرید آهن در غلظت ۴۰ میلی‌گرم بر لیتر و نمک بنزوات سدیم در هر دوغلظت و خصوصاً غلظت ۴۰ میلی‌گرم بر لیتر بیشترین کارایی و تأثیر را بر کاهش تعداد کل میکروارگانیسم‌ها ، تعداد باکتری‌ها و تعداد قارچ‌ها داشت (شکل های ۱ ، ۲ و ۴). Millis و همکاران (2004) در بررسی تأثیر نمک‌های شیمیایی مختلف بر رشد میسیلیومی، تولید اسپور و جوانه زنی اسپور پاتوژن‌های مختلف سیب زمینی اظهار داشتند که نمک‌های سدیمی بیش از سایر نمک‌ها بر رشد میسیلیومی و جوانه زنی اسپورها موثراست. همچنین به کارگیری نمک‌های آلومینیومی (کلرید آلومینیوم ، استات آلومینیوم و آلوم) و قارچ کش‌های مانکوزه و سولفات مس کاهش محسوسی در جوانه زنی اسپور در همگی پاتوژن‌های بیماری‌زای سیب زمینی شامل آلترناریا[16]، بوتریس[17]، فوزاریوم نشان دادند.

نمک سولفات مس نیز در غلظت ۴۰ میلی‌گرم بر لیتر پس از کلرید آهن و بنزوات سدیم در کاهش تعداد کل میکروارگانیسم‌ها ، تعداد باکتری‌ها وتعداد قارچ‌ها موثر واقع گردید. Frank and Hasman (2004) در حساسیت گونه‌های باکتریایی شامل سالمونلا ، اشریشیا کلی[18] و ... به نمک‌های شیمیایی سولفات مس ، کلرید روی و مواد ضد میکروبی دیگر نتیجه‌گیری کردند که گونه‌های مختلف باکتری به مواد شیمیایی مختلف واکنش‌های متفاوتی دارند . جنس استافیلوکوک به تمامی ترکیبات ضد میکروبی حساسیت زیادی نشان داد در حالی که سویه‌های سالمونلا، اشریشیا کلی و گونه‌های گرم مثبت حساسیت کمتری به سولفات مس و سایر مواد نشان دادند . مقاوم‌ترین جنس نسبت به مواد ضد میکروبی سالمونلا بود. در حالی که این گونه شاید بیشترین تأثیر را بر سلامت انسان دارا ست و همچنین در مطالعهٔ Frank and Hasman (۲۰۰۴)تنها گونهٔ مقاوم به نمک سولفات مس انتروکوکوس[19] تشخیص داده شد. نتایج آزمایش نشان داد نمک سولفات مس نسبت به سایر نمک‌های آزمایشی بر کل تعداد کلی فرم‌ها (مدفوعی و غیر مدفوعی) موثرتر بود . محققان بر استفاده از ترکیب یون‌های مس و نقره به همراه کلر در سیستم‌های خنک کننده به جای کلر زنی تنها تا ۹۹ درصد جمعیت میکروبی،کل تعداد کلی فرم‌ها و باکتری‌های کاهندهٔ سولفات و خوردگی در سیستم‌ها را کاهش داد در حالی که کلر زنی به تنهایی جمعیت میکروبی را تا ۹۰ درصد کاهش داد (Martinez *et al.*, 2004). همچنین Zacheus و همکاران (2003) نشان داده‌اند که بین دو عنصر مس و منگنز در رسوبات و تعداد باکتری‌های هتروتروف همبستگی منفی وجود دارد .

به طور کلی حداکثر کاهش در تعداد کل میکروارگانیسم‌ها و تعداد باکتری‌ها در تیمار شیرابه + بنزوات سدیم و شیرابه + کلرید آهن نسبت به شیرابه خالص مشاهده گردید. درحالی که در خصوص تعداد قارچ‌ها حداکثر کاهش در تیمار شیرابه + بنزوات سدیم در مقایسه با شیرابه خالص مشاهده گردید. تعداد کلی فرم‌های مدفوعی و غیر مدفوعی به ترتیب در تیمار شیرابه + سولفات مس و شیرابه + بنزوات سدیم نسبت به شیرابه خالص کاهش معنی‌داری داشت. از آن‌جایی‌که بیشترین اثرات سوء در خصوص سلامت انسان و دام در رابطه با کلی فرم‌ها خصوصا کلی فرم‌های مدفوعی است و در رابطه با بیماری‌های گیاهی تعداد قارچ‌ها نقش به سزایی در این رابطه دارد بنابراین استفاده از نمک‌های بنزوات سدیم و سولفات مس توصیه می‌گردد. در خصوص غلظت نمک مورد استفاده مقدار ۴۰ میلی‌گرم حداکثر کاهش معنی‌دار را در تعدادکل میکروارگانیسم‌ها ، تعداد باکتری‌ها و تعداد قارچ‌ها ایجاد نموده. در حالی که در خصوص تعدادکلی فرم‌های مدفوعی و غیر مدفوعی

مقدار ۸۰ میلی‌گرم حداکثر کاهش معنی‌دار را ایجاد نموده است.

Notes

1- Staphylococcus
2- Bacillus
3-Vibriocholera
4- Staphylococcus
5- Salmonella
6- Aspergillus niger
7- Aspergillus flavus
8- Aspergillus fumigatus
9-Aflatoxin
10- Streptococcus
11- Streptomycete
12- Geotrrikum
13- Penicillium
14- Fusarium
15- Aflatoxin
16- Alternaria
17- Butyric
18- E-coli
19- Antherococcous

منابع

شاه‌منصوری، م. ر. و ع. ا. نشاط (۱۳۸۲). مقایسهٔ پلی آلومینیوم کلراید ، سولفات آلومینیوم و کلراید فریک در حذف کلی فرم و TOC. *مجله آب و فاضلاب* . شماره ۴۸: ۴۴-۳۹.

قدبنان ، ش. و م. امیری (۱۳۸۱) . مقایسهٔ عملکرد منعقد کننده‌های آلوم و کلرور فریک در کاهش آلاینده‌های پساب کاغذ سازی سولفیت . *مجله آب و فاضلاب* . شماره۴۴: ۶۰-۵۵.

کشاورز شکری، ع.، م. شیدانی و ش. محمدرضایی عمران (۱۳۷۷). آلودگی آب. «مطالعهٔ آزمایشگاهی عوامل شیمیایی، فیزیکی و زیستی». تهران: چاپ سیاوش.

نجفی ، پ.، ف. مرتضایی نژاد، و م. فقیهی (۱۳۸۴) . بیوفیلتراسیون فاضلاب تصفیه شده شهری در خاک آغشته به کمپوست در آبیاری گیاه برگ بو . *مجموعه مقالات نهمین کنگرهٔ علوم خاک ایران* . ۲: ۹۹-۹۸.

Frank, M. A. and H. Hasman (2004). Susceptibility of different bacterial species isolated from food animals to copper sulphate , zinc chloride and antimicrobial substances used for disinfection. *Veterinary Microbiology*. 100:83 – 89.

Frazzier, W. C. (1967). *Food Microbiology*.McGraw-Hill, Inc.Second edition.Printed in the United States of America.

Kent, D. K. (1992). *Water Treatment Plant Operation* .Vol.1.Chapter 4.Coagulation and Flocculation .California State University. Sacramento. School of Engineering.

Lopez-Malo, A., S. M. Alzamora and E. Palou (2005). Aspergillus flavus growth in the presence of chemical preservatives and naturally occurring antimicrobial compounds. *International Journal of Food of Microbiology*. 99:119 – 128.

Mannion, J. B. and B. D. Haskins (1982). *Introduction to Water Quality Analyses* .American Water Works Association.4:273-282.

Marthakutty, J., V. Suni, R. Maliyeckal, P. Kurup, M. Nethaji, A. Kishore and S.G. Bhat (2004). Structural, spectral and antimicrobial studies of copper (II) complexes of 2-benzoylpyridine N(4)-cyclohexyle *thiosemicarbazone*. *Polyhedron*. 23:3069 - 3080.

Martinez, S.S., A. A. Gallegos and E. Martinez (2004). Electrolytically generated silver and copper ions to treat cooling water: an environmentally friendly novel alternative .*International Journal of Hydrogen Energy*. 29:921-932.

Millis, A. A. S., H. W. Platt and R. A. R. Hurta (2004). Effect of salt compounds on mycelia growth, sporulation and spore germination of various potato pathogens. *Poasharvest Biology and Technology*. 34:341-350.

Montogomery, J. M. (1995). *Water Treatment Principles and Design*. John Wiley and Sons Inc. USA.

Ogiehor,I. S. and M. J. Ikenebomeh (2004). Antimicrobial effects of sodium benzoate on the growth, survival and aflatoxin production of some species of Aspergillus in garri during storage. *Pakistan Journal of Nutrition*3:300-303.

Ramadan, A. M. (1997). Structural and biological aspects of copper (II) complexes with2-methyl-3-amino- (3H)- quinazolin- 4- one. *Journal of Inorganic Biochemistry* 65:183-189.

Steven, K., D. M. Gossett and J. M. Gossett (2003). Effect of chemical coagulation on anaerobic digestibility of organic materials. *Water Research*. 16:707-718.

Tershak, M. J. (1992). Microbilogy 202.Supplementary Information. Coordinator, Microbiology 202.119S Frear 863-2638.

Zacheus, O. M., M. J. Lehtola, L. K. Korhonen and P. J. Martikainen (2001).*Soft deposits, the key site for microbial growth in drinking water distribution networks. Water Research*. 35:1757 – 1765.