

پیامد آبیاری با پساب شهری پالایش نشده همدان بر فراوانی کلیفرم‌های روده‌ای در خاک و بافت سبزی‌ها

علی اکبر صفری سنجانی^{۱*}، نسرین حسنعلی‌زاده^۲، قاسم رحیمی^۳

تاریخ دریافت: تاریخ پذیرش:

۱-استاد گروه علوم خاک، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بوعلی سینا

۲-دانش‌آموخته کارشناسی ارشد گروه علوم خاک، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بوعلی سینا

۳-دانشیار گروه علوم خاک، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بوعلی سینا

* مسئول مکاتبات، پست الکترونیکی: aa-safari@basu.ac.ir

چکیده

بررسی فراوانی و زنده‌مانی باکتری‌های روده‌ای در بافت سبزی‌ها برای پیشگیری از همه‌گیری بیماری‌ها بسیار مهم است. هدف این پژوهش بررسی آلودگی خاک و سبزی‌های آبیاری شده با پساب‌های شهری پالایش نشده، به کلیفرم‌های روده‌ای در شهر همدان بود. برای این کار نمونه‌هایی از اندام‌های هوایی سبزی‌ها و خاک پیرامون ریشه آنها ماهانه از خرداد تا شهریور سال ۱۳۹۰ برداشت شد. میانگین لگاریتم فراوانی *ایشیریشیا کلای*، کلیفرم‌های لاکتوز مثبت و منفی به ترتیب برابر ۵/۳۲، ۵/۸۱ و ۵/۳۹ بود. در ماه‌های خرداد و تیر از دیدگاه آماری ناهمانندی چشم‌گیری ($p < 0.05$) میان فراوانی کلیفرم‌های لاکتوز مثبت و منفی در خاک شاهد (حیدره) با آنها در دو جایگاه دیگر که با پساب شهری پالایش نشده آبیاری شده بودند، دیده نشد، ولی در شهریور ماه فراوانی آنها در خاک حیدره به اندازه چشم‌گیری ($p < 0.05$) کمتر بود. میانگین لگاریتم فراوانی *ایشیریشیا کلای*، کلیفرم‌های لاکتوز مثبت و منفی در بافت سبزی‌ها به ترتیب برابر ۰/۳۰، ۳/۹۷ و ۳/۷۲ بود. فراوانی *ایشیریشیا کلای* در بافت بسیاری از سبزی‌ها در اندازه شمارش شدنی نبود. آبیاری با پساب پالایش نشده پیامد بسیار چشم‌گیری ($p < 0.001$) بر فراوانی کلیفرم‌های لاکتوز منفی در بافت سبزی‌ها داشت. لگاریتم فراوانی این باکتری‌ها در هر گرم از وزن خشک گیاه شویدر در جایگاه فرهنگیان بیشترین (۴/۵۸) و در جعفری در جایگاه حیدره کمترین (۱/۰۸) بود. فراوانی کلیفرم‌های لاکتوز مثبت و منفی درون سبزی‌ها با فراوانی آنها در خاک همبستگی نداشت ولی با هر یک از آنها در آب آبیاری همبستگی بسیار چشم‌گیری داشت ($p < 0.001$).

واژه‌های کلیدی: آبیاری، پساب شهری پالایش نشده، سبزی‌ها، درون‌زی، کلیفرم‌ها

Effect of Irrigation with Untreated Municipal Wastewater of Hamadan on the Abundance of Enteric Coliforms in Soil and Vegetables' Tissue

AA Safari Sinegani^{*1}, Nasrin Hasanalizadeh², Gassem Rahimi³

Received:

Accepted:

¹ Prof., Dept. of Soil Sci., Univ. of Bu-Ali Sina, Hamadan, Iran

² Former M.Sc. Student, Dept. of Soil Sci., Univ. of Bu-Ali Sina, Hamadan, Iran

³ Assoc. Prof., Dept. of Soil Sci., Univ. of Bu-Ali Sina, Hamadan, Iran

*Corresponding Author, Email: aa-safari@basu.ac.ir

Abstract

The study of population and survival of enteric bacteria in vegetables is very important in order to keep health and to inhibit epidemic diseases. The aims of this study were assessment of coliforms in soil and in tissues of the vegetables irrigated with untreated municipal wastewater in Hamadan, Iran. Samples of aerial parts of the vegetables and the soil around the roots were taken monthly from May to September, 2011. The abundance of *E. coli*, the lactose positive and negative coliforms in soil were 5.32, 5.81 and 5.39 log CFU g⁻¹ respectively. The difference between the numbers of the lactose positive and negative coliforms in the soils irrigated with the untreated wastewater and their numbers in the control (Hydare) soil was not significant ($p>0.05$) in June and July. But their numbers were significantly ($p<0.05$) lower in the control soil in September. The means of *E. coli*, and the lactose positive and negative coliforms in the tissues of vegetables were 0.3, 3.97, 3.72 log CFU g⁻¹ respectively. The *E. coli* was not detected in the vegetables in most cases. Irrigation with the untreated municipal wastewater had a significant effect ($p<0.001$) on the abundance of the lactose negative coliforms in the tissues of vegetables. The highest abundance of lactose negative coliforms was found in the Farhangian vegetables (4.58 log CFU g⁻¹) and the lowest abundance of the lactose negative coliforms was found in the Hydare vegetables (1.08 log CFU g⁻¹). The numbers of the lactose positive and negative coliforms in the vegetables did not have significant correlations with their numbers in the soils but they had high significant correlations with their abundances in the irrigation waters ($p<0.001$).

Key Words: Coliforms, endophytes, irrigation, untreated municipal wastewater, vegetables.

مقدمه

خانگی آلودگی چندانی به فلزها نداشته و بیشتر آلودگی میکروبی دارند (صفری سنجانی و حاجرسولیانها ۲۰۰۱). جانداران بیماریزا بیشترین زیان را در کیفیت (چگونگی) بهداشتی آب آبیاری دارند. پژوهش‌های گوناگون نشان داده‌اند که خوردن سبزی‌ها و فراورده‌های تازه که با پساب آبیاری شده‌اند، مایه همه‌گیری بیماری‌های انگلی (شوروال و همکاران ۱۹۸۵) و بیماری‌های تیفوئید و وبا (گربا و اسمیت ۲۰۰۵) می‌گردد. هم‌چنین نشان داده شده

بر پایه گزارش سازمان خوار و بار جهانی (FAO)، بهره‌گیری از پساب در کشاورزی بهترین گزینه برای بهره‌گیری از این سرچشمه ارزان آب می‌باشد. تنها نگرانی بهره‌گیری از پساب، آلودگی‌های زیست محیطی است که در زمان‌های دراز می‌تواند رخ دهد. از زیان‌های بهداشتی بهره‌گیری از پساب می‌توان از ریزجانداران بیماریزا، انگل‌ها و زهری‌های شیمیایی یاد کرد. پساب‌های شهری و

سالمونلا دیده شد (وسترل و همکاران ۲۰۰۹). در آمریکا سهم همه بیماری‌های وابسته به گیاهان تازه، از ۰/۷ درصد در دهه ۱۹۷۰ به ۶ درصد در دهه ۱۹۹۰ افزایش یافت (سیواپالاسینگام و همکاران ۲۰۰۴).

چنانچه این باکتری‌ها به درون اندام‌های گیاهی برسند، با شستن گیاه هم از آن جدا نمی‌شوند. *ایشیریشیا کلای* و دیگر کلیفرم‌های لاکتوز مثبت و هم‌چنین کلیفرم‌های لاکتوز منفی روی کشتگاه جامد بکار رفته (اؤزین متیلن بلو^۲ EMB) پررنگ یا کلنی‌های ناهمانندی پدید می‌آورند که شمارش هر یک از آنها را آسان می‌کند (نوروزی ۲۰۰۳). پررنگه *ایشیریشیا کلای* در این کشتگاه به رنگ سبز با جلای فلزی، پررنگه لاکتوز مثبت‌ها (مانند *کلبسیلا* و *انتروباکتر*) بنفش رنگ و پررنگه باکتری‌های بیماری‌زای لاکتوز منفی (مانند *سالمونلا* و *شیگلا*) که نمی‌توانند قند لاکتوز را تخمیر کنند، بی‌رنگ و یا گواشی آشکار می‌شوند (صفری سنجانی و همکاران ۲۰۱۰).

از آنجایی که در ایران از پساب‌های پالایش شده و نشده برای آبیاری گیاهان کشاورزی بهره‌گیری می‌شود، بررسی آلودگی پساب، خاک و گیاه بسیار مهم می‌باشد. در ایران گزارش‌های گوناگونی از آلوده شدن آب‌های زیرزمینی به باکتری‌های بیماری‌زای کودهای دامی شده است. در گزارش زند سلیمی (۲۰۰۶) آمده است که در تیر ماه سال ۱۳۸۳ آلوده شدن آب‌های زیرزمینی به کلیفرم-های روده‌ای در روستایی در استان چهار محال و بختیاری مایه بیماری مردم آن روستا شده است. بدیعی و همکاران (۲۰۱۶) گزارش کردند که اگر چه آبیاری گیاه گندم با پساب‌ها مایه افزایش توان باردهی خاک و رشد گیاه می‌شود، ولی افزایش چشم‌گیر فراوانی کلیفرم‌ها را در خاک در پی دارد. به هر گونه گزارشی از آلودگی گیاه و چنود چون کلیفرم‌ها در درون و بیرون سبزی‌های برگی یافت نشد. بنابراین در این پژوهش کوشش شد آلودگی کلیفرم‌های روده‌ای در خاک‌ها و بخش درونی یا بافت سبزی‌های آبیاری شده با پساب پالایش نشده در شهر همدان بررسی شود. هدف این پژوهش ارزیابی درجه آلودگی خاک و بافت درونی سبزی‌های آبیاری شده با

که چرای دام‌ها در زمین‌هایی که با پساب آبیاری شده است، مایه گسترش بیماری‌های گوناگون در میان دام‌ها شده است، خوردن گوشت این دام‌ها مایه رسیدن انگل و بیماری‌زاهای به مردم می‌شود (شوروال و همکاران ۱۹۸۵). از گروه بیماری‌زاهایی که به کمک آب جابجا می‌شوند، می‌توان از (۱) باکتری‌های وبا، اسهال خونی باسیلی، تیفوئید و تب پاراتیفوئیدی، (۲) ویروس‌های عفونت‌های هپاتیتی، فلج اطفال، (۳) پروتوزوئیدهای اسهال خونی آمیبی و ژیاودی، (۴) بیماری‌زاهای دیگر همانند تخم انگل‌های روده-ای را یاد کرد (ناصری ۱۹۹۹).

کلیفرم‌های روده‌ای، شناساگر^۱ آلودگی آب به پسماندهای جانوری می‌باشند (جامیسون، ۲۰۰۲). چون شمارش و شناسایی تک تک گونه‌های ریزجانداران آب یا پساب شدنی نیست، با گزینش کلیفرم‌ها، همانند شناساگر آلودگی، تنها به شناسایی و شمارش آن‌ها پرداخته می‌شود. از میان این کلیفرم‌ها، فراوانی باکتری *ایشیریشیا کلای* در خاک، آب و گیاه نشانه خوبی برای ارزیابی آلودگی آنها به پسماندهای جانوری است. جانستون و همکاران در سال ۲۰۰۵ میانگین کلیفرم‌های بافت سبزی‌ها را در زمان‌های گوناگونی از برداشت و گام‌های فرآوری (برداشت، شستشو، بسته‌بندی) میان $2/4 \log \text{CFU g}^{-1}$ - ۱ بدست آوردند. کوردلی و همکاران نیز در سال ۲۰۰۳ در بررسی آلودگی سبزی‌های آبیاری شده با نهرهای آلوده، شمار کلیفرم‌ها را در سبزی‌ها $2/40 \log \text{CFU l}^{-1}$ تا $6/38$ گزارش کردند.

پژوهش‌های بسیاری در باره پیشگیری از فراوان شدن باکتری‌های بیماری‌زا در میوه‌ها و سبزی‌ها، در انگلستان، آلمان، و هلند در سال ۲۰۰۷ انجام شده است. در اروپا، در ۰/۳ درصد از نمونه گیاهان تازه و آزمون شده، *سالمونلا* یافت شد. فراورده‌های گیاهی که هنگام برداشت بریده شده بودند، آلودگی بیشتری داشتند. افزون بر این، در هلند ۱/۵ درصد و در آلمان ۲/۲ درصد از نمونه بذرهای جوانه زده *سالمونلا* را داشتند. ولی در نمونه‌های ادویه و چاشنی‌های بلغارستان، هلند و انگلیس آلودگی سالمونلایی کمتر بود و در ۰/۴-۰/۵ درصد از آنها

^۲- Eozin Methylene Blue

^۱- Indicator

یادآور شود که میانگین فراوانی *ایشیریشیا کلای*، کلیفرم-های لاکتوز مثبت و منفی در آب آبیاری زمین‌های حیدره (شاهد) به ترتیب $\log \text{CFU } 100\text{ml}^{-1}$ ۱/۰۱، ۲/۸۲ و ۳/۱۲ بود که به اندازه چشم‌گیری کمتر از فراوانی آنها در آب آبیاری دیگر جایگاه‌ها (حصار امام خمینی، فرهنگیان) بود. فراوانی کلیفرم‌ها در این آب‌ها در اردیبهشت ماه کمترین بود و با گرم شدن هوا فراوانی کلیفرم‌ها در آب آبیاری افزایش یافت و در مرداد به بیشترین اندازه خود می‌رسید. ارزیابی آلودگی میکروبی آب آبیاری این زمین‌ها در جای دیگری گزارش شده و در این نوشتار آورده نشده است. نمونه‌برداری از خاک پیرامون ریشه و اندام‌های هوایی سبزی‌های یاد شده به ریخت ماهانه از خرداد تا شهریور سال ۱۳۹۰ انجام شد. تلاش شد تا شمارش‌ها در کمتر از ۲۴ ساعت پس از نمونه‌برداری انجام شود و در این مدت نیز نمونه‌ها در یخچال در دمای ۴ درجه سلسیوس نگه‌داری می‌شد.

فراوانی کلیفرم‌های خاک و سبزی‌های هر جایگاه به روش پرگنه‌شماری^۳ در کشتگاه ائوزین متیلن بلو (EMB)، که یک کشتگاه جداکننده می‌باشد، شمارش شد (نوروزی ۲۰۰۳، صفری سنجان و همکاران ۲۰۱۰). رقت شایسته از سوسپانسیون خاک ساخته و به کشتگاه ائوزین متیلن بلو مایه‌زنی شد. پس از مایه زنی کشتگاه آن را برای ۲۴ ساعت در دمای ۳۷ درجه سانتی‌گراد در انکوباتور نگه‌داری و سپس کلونی‌ها در روی آن شمارش و یگان‌های سازنده کلنی در هر گرم از خاک (CFU g^{-1}) برآورد شد (صفری سنجان و همکاران ۲۰۱۰).

برای شمارش کلیفرم‌های بخش درونی گیاه، در آغاز ۱ گرم (وزن تر گیاه) از سبزی برداشته شد. پس از سترون‌سازی رویه بیرونی آن با اتانول ۷۰ درصد و خشک کردن با دستمال سترون، آن را با بافر فسفات سترون له کرده و آمیخته شد (کیراتییببول و همکاران ۲۰۱۱). سپس از این سوسپانسیون رقت‌های شایسته‌ای ساخته و روی کشتگاه ائوزین متیلن بلو (EMB) به روش پخش در پلیت کشت شد. کشتگاه‌های مایه زنی شده برای ۲۴ ساعت در دمای ۳۷ درجه در انکوباتور نگه‌داری و

پساب‌های پالایش نشده و آلوده شهر همدان به هر یک از کلیفرم‌های یاد شده در بالا بود. آلودگی بخش درونی و بافت‌های گیاه به گونه‌ای است که پس از شستشو با آب هم از میان نمی‌روند. بنابراین بخت آلودگی با کلیفرم‌های روده‌ای بویژه لاکتوز منفی‌ها مانند *سالمونلا* و *شیگلا* که بیماری‌های تیفوئید، عفونت‌های گوارشی و اسهال را پدید می‌آورند، از این راه بسیار بالا است. از اینرو انجام چنین بررسی‌هایی برای آگاهی از بخت همه‌گیر شدن (اپیدمی) این بیماری‌ها بسیار مهم است.

مواد و روش‌ها

این پژوهش با نمونه‌برداری از اندام‌های هوایی شش گونه سبزی: تره، جعفری، گشنیز، شوید، برگ چغندر و ریحان و خاک پیرامون ریشه آنها از زمین‌های سه جایگاه حصار امام خمینی، فرهنگیان و حیدره به ترتیب با طول و عرض جغرافیایی ($33^{\circ} 30' 48''$ و $48^{\circ} 49' 42''$)، ($33^{\circ} 49' 42''$ و $48^{\circ} 31' 40''$)، ($33^{\circ} 49' 40''$ و $48^{\circ} 28' 34''$) و ($34^{\circ} 49' 40''$ و $48^{\circ} 31' 40''$)، اقلیم این سرزمین نیمه خشک، با بارندگی سالانه ۳۰۰ میلی‌متر و میانگین دمای سالانه ۱۳ درجه سلسیوس است. کشاورزان در دو جایگاه حصار امام خمینی و فرهنگیان بر پایه آمار جهاد کشاورزی همدان از پساب شهری برای ۸ تا ۱۵ سال برای آبیاری سبزی‌ها بهره می‌گرفتند. کشاورزان جایگاه حیدره از آب‌های روزمینی و قنات برای آبیاری بهره می‌گرفتند که این زمین‌ها همانند کنترل و شاهد پژوهش برگزیده شد. در اینجا یادآور می‌شود که میانگین فراوانی *ایشیریشیا کلای* در آب‌هایی که برای آبیاری سه جایگاه نمونه‌برداری حیدره، حصار امام و فرهنگیان به کار برده می‌شد، $\log \text{CFU } 100\text{ml}^{-1}$ ۵/۷۸ بود. میانگین کلیفرم‌های لاکتوز مثبت و منفی به ترتیب $\log \text{CFU } 100\text{ml}^{-1}$ ۵/۹۸ و ۵/۸۵ با مجموع $\log \text{CFU } 100\text{ml}^{-1}$ ۱۱/۸۳ بود که در برابر استانداردهای گزارش شده، این پساب‌ها برای آبیاری سبزی‌ها بسیار آلوده ارزیابی شده‌اند و این اندازه آلودگی نیاز به انجام چنین بررسی را بار دیگر نمایان می‌سازد.

3- Colony counting

چشم‌گیر بود. پیامد دما و رطوبت زیستگاه بر ماندگاری و رشد بیماری‌ها در سیستم‌های گوناگون در پژوهش‌های بسیاری بررسی و گزارش شده است (نوبل و همکاران ۲۰۰۹).

جدول تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که پیامد بر هم-کنش جایگاه و زمان نمونه‌برداری بر فراوانی ایشریشیا کلای در پایه آماری پنج درصد چشم‌گیر بود (جدول ۲). آزمون میانگین فراوانی ایشریشیا کلای در خاک پیرامون ریشه سبزی‌ها نشان داد که ناهمانندی چشم‌گیری میان لگاریتم فراوانی در هر گرم خاک خشک نمونه‌برداری شده از جایگاه حصار در مرداد ماه (۵/۹۲) با آن در جایگاه فرهنگیان در مرداد (۴/۲۵) و شهریور ماه (۴/۴۵) و هم-چنین با آن در حیدره در مرداد ماه (۴/۹۲) دیده می‌شود (جدول ۳). ولی روی هم رفته در هر یک از جایگاه‌های نمونه‌برداری بیشترین فراوانی ایشریشیا کلای در ماه‌های خرداد و تیر و کمترین آنها در ماه‌های خشک‌تر سال (مرداد و شهریور) شمارش شد. زنده‌مانی کلیفرم‌ها، به نمناکی خاک بسیار وابسته است که هر چه بیشتر باشد زمان زنده‌مانی ایشریشیا کلای در خاک بیشتر می‌شود (صفری سنجانی و مقصودی ۲۰۱۱). پیش‌بینی می‌شد که فراوانی ایشریشیا کلای در خاک‌های حیدره (آبیاری شده با آب‌های روزمینی و قنات) بسیار کمتر از آن در خاک‌های حصار امام و فرهنگیان (آبیاری شده با پساب شهری پالایش نشده) باشد. ولی در هر یک از ماه‌های نمونه‌برداری ناهمانندی چشم‌گیری میان فراوانی این باکتری‌ها در جایگاه‌های گوناگون دیده نشد و بویژه در ماه‌های نخست نمونه‌برداری (خرداد و تیر) در خاک حیدره هم فراوانی این باکتری بالا بود. این شاید وابسته به کاربرد کودهای جانوری در خاک‌های حیدره باشد که در خاک‌های آبیاری شده با پساب شهری پالایش نشده کمتر به کار می‌روند.

کلیفرم‌های لاکتوز مثبت در خاک پیرامون ریشه

میانگین فراوانی کلیفرم‌های لاکتوز مثبت در خاک پیرامون ریشه سبزی‌ها 1 log CFU g^{-1} ۵/۸۱ است و ۵۰ درصد از نمونه‌ها فراوانی بیشتر از 1 log CFU g^{-1} ۵/۹۲ داشتند (جدول ۱).

سپس کلونی باکتری‌ها شمارش و یگان‌های سازنده کلنی در هر گرم از وزن خشک گیاه (1 CFU g^{-1}) برآورد شد. این پژوهش با طرح کرت‌های دوبار خرد شده در سه تکرار برای بررسی آلودگی‌های میکروبی خاک و بافت درونی سبزی‌های سه جایگاه نمونه‌برداری انجام شد. کرت اصلی این پژوهش جایگاه نمونه‌برداری در سه سطح (حصار امام خمینی، فرهنگیان و حیدره)، و کرت‌های فرعی به ترتیب گونه‌ی سبزی در شش سطح (تره، جعفری، گشنیز، شوید، برگ چغندر و ریحان) و زمان نمونه‌برداری در چهار سطح (خرداد، تیر، مرداد و شهریور) بود که سرهم ۲۱۶ نمونه خاک پیرامون ریشه و ۲۱۶ نمونه گیاه در کیسه‌های پلاستیکی سترون برداشت شد. پردازش داده‌ها و رسم نمودارها به کمک نرم‌افزار Excel و تجزیه و تحلیل آن‌ها به کمک نرم‌افزار SAS انجام شد. پیامد کاربرد هر یک از تیمارها و برهم‌کنش آنها با انجام تجزیه واریانس ارزیابی شد. آزمون میانگین هر یک از ویژگی‌های یادشده در تیمارهای آزمایش نیز به روش دانکن در پایه آماری ۵ درصد انجام شد.

نتایج و بحث

ایشریشیا کلای در خاک پیرامون ریشه

میانگین فراوانی ایشریشیا کلای در خاک log CFU g^{-1} ۵/۳۲ بود و ۵۰ درصد از نمونه‌ها فراوانی بیش از log CFU g^{-1} ۵/۶۰ داشتند (جدول ۱). یافته‌های بدست آمده از تجزیه واریانس فراوانی باکتری ایشریشیا کلای در خاک پیرامون ریشه سبزی‌های آبیاری شده با پساب نشان داد که پیامد جایگاه بر فراوانی ایشریشیا کلای در خاک در پایه آماری پنج درصد چشم‌گیر بود (جدول ۲). در برابر آن پیامد گونه سبزی بر فراوانی ایشریشیا کلای در خاک چشم‌گیر نبود.

گاگلی‌آردی و کارنس (۲۰۰۲) در بررسی ماندگاری ایشریشیا کلای O157 در خاک و ریشه گیاهان گزارش کردند که ایشریشیا کلای O157 برای ۲۵ تا ۴۱ روز در خاک کشت نشده و برای ۴۷ تا ۹۶ روز در ریزوسفر یونجه می‌ماند. پیامد زمان نمونه‌برداری بر فراوانی باکتری ایشریشیا کلای در خاک پیرامون ریشه سبزی-های آبیاری شده با پساب در پایه آماری یک درصد

جدول ۱- برخی از ویژگی‌های آماری کلیفرم‌های روده‌ای شمارش شده ($\log \text{CFU g}^{-1}$) در بافت درونی سبزی‌ها و خاک.

باکتری	زیستگاه	میانگین	انحراف معیار	چارک نخست	میان	چارک سوم
ایشیریشیا کلای	درون سبزی	۰/۳۰	۰/۹۷	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰
لاکتوز مثبت	خاک	۵/۳۲	۱/۳۵	۵/۱۸	۵/۶۰	۵/۸۸
لاکتوز منفی	درون سبزی	۲/۹۷	۱/۴	۳/۴۸	۴/۱۹	۴/۴۷
	خاک	۵/۸۱	۰/۸۹	۵/۴۳	۵/۹۲	۶/۳۶
	درون سبزی	۲/۷۲	۱/۳۶	۳/۵۲	۴/۰۴	۴/۴۷
	خاک	۵/۳۹	۱/۷۵	۵/۳	۵/۸۲	۶/۳۴

جدول ۲- پیامد جایگاه، گونه‌ی سبزی و زمان نمونه‌برداری بر فراوانی کلیفرم‌های روده‌ای در خاک پیرامون ریشه سبزی‌ها.

منبع تغییر	درجه آزادی	ایشیریشیاکولی	لاکتوز مثبت	لاکتوز منفی
تکرار	۲	۰/۴۲ ^{ns}	۰/۳۵ ^{ns}	۱/۵۷ ^{ns}
جایگاه نمونه‌برداری	۲	۵/۰۳*	۰/۰۸ ^{ns}	۱۳/۸۸**
تکرار*جایگاه	۴	۰/۹۶ ^{ns}	۰/۴۴ ^{ns}	۱/۱۹ ^{ns}
گونه سبزی	۵	۰/۹۷ ^{ns}	۰/۴۶ ^{ns}	۴/۵۹ ^{ns}
جایگاه*سبزی	۱۰	۲/۹۶	۰/۴۹	۳/۰۰ ^{ns}
(تکرار(جایگاه*سبزی))	۳۶	۱/۴۵ ^{ns}	۱/۲۲ ^{ns}	۱/۶۱ ^{ns}
زمان نمونه‌برداری	۲	۷/۳۹**	۱۶/۴۱***	۳۷/۵۵***
جایگاه*زمان	۶	۴/۴۸*	۱/۵۲*	۸/۸۷**
سبزی*زمان	۱۵	۱/۲۲ ^{ns}	۰/۵۰ ^{ns}	۱/۲۳ ^{ns}
جایگاه*سبزی*زمان	۳۰	۱/۵۶ ^{ns}	۰/۴۸ ^{ns}	۱/۲۸ ^{ns}
خطای آزمایش	۱۰۶	۱/۹۵	۱/۶۶	۱/۱۲
کل	۲۱۳	۱/۸۲	۰/۸	۳/۰۷

***, **, * نشان دهنده چشم‌گیر بودن پیامدها در پایه آماری ۰/۰۵, ۰/۰۱ و ۰/۰۰۱ است. ns: چشم‌گیر نبودن را نشان می‌دهد.

(۶/۳۹) در خرداد ماه، دیده شد. فراوانی کلیفرم‌های لاکتوز مثبت در خاک نمونه‌برداری شده از جایگاه حیدره در ماه‌های نمناک‌تر و آغازین رشد گیاه (خرداد و تیر) بیشترین بود و ناهمانندی چشم‌گیری با آنها در خاک‌های حصار و فرهنگیان داشت. کلیفرم‌های لاکتوز مثبت در ماه‌های خشک‌تر (مرداد و شهریور) در خاک‌های حصار و فرهنگیان به اندازه چشم‌گیری بیشتر از آنها در خاک حیدره شد (جدول ۳).

کلیفرم‌های لاکتوز منفی در خاک پیرامون ریشه

میانگین فراوانی کلیفرم‌های لاکتوز منفی در خاک سبزی‌ها $\log \text{CFU g}^{-1}$ ۵/۳۹ است و ۵۰ درصد از نمونه‌ها فراوانی بیشتر از $\log \text{CFU g}^{-1}$ ۵/۸۲ دارند (جدول ۱).

تجزیه واریانس نشان داد که پیامد جایگاه نمونه‌برداری بر فراوانی کلیفرم‌های لاکتوز مثبت خاک چشم‌گیر نبود. همانند ایشیریشیا کلای پیامد گونه سبزی بر فراوانی کلیفرم‌های لاکتوز مثبت هم چشم‌گیر نبود (جدول ۲). پیامد زمان نمونه‌برداری بر فراوانی کلیفرم‌های لاکتوز مثبت در خاک پیرامون ریشه سبزی‌های آبیاری شده با پساب، در پایه آماری یک درصد بسیار چشم‌گیر بود. بر هم‌کنش جایگاه و زمان نمونه‌برداری نیز بر فراوانی این باکتری‌ها در پایه آماری پنج درصد چشم‌گیر بود. آزمون میانگین‌ها نشان داد (جدول ۳) که ناهمانندی چشم‌گیری میان لگاریتم فراوانی کلیفرم‌های لاکتوز مثبت در هر گرم از خاک حیدره در خرداد (۶/۵۷) و تیر (۶/۶۲) با دیگر تیمارها به استثنای حصار (۶/۰۸) و فرهنگیان

جدول ۳- آزمون میانگین فراوانی کلیفرم‌های خاک ($\log \text{CFU g}^{-1}$) در هر یک جایگاه‌ها و زمان‌های نمونه‌برداری.

شمار لاکتوز منفی	شمار لاکتوز مثبت	شمار ایشریشیا کلای	زمان نمونه‌برداری* جایگاه
۵/۹۴ ^{ab}	۶/۰۸ ^{abc}	۵/۶۷ ^{ab}	خرداد*حصار
۶/۱۵ ^{ab}	۶/۳۹ ^{abc}	۵/۸۸ ^{ab}	خرداد*فرهنگیان
۶/۱۴ ^{ab}	۶/۵۷ ^a	۵/۷۱ ^{ab}	خرداد*حیدره
۵/۶۷ ^{ab}	۵/۹۵ ^{bcd}	۵/۳۳ ^{abc}	تیر*حصار
۵/۵۷ ^{ab}	۵/۹۵ ^{bcd}	۵/۵۷ ^{ab}	تیر*فرهنگیان
۶/۶۱ ^a	۶/۶۲ ^a	۵/۶۶ ^{ab}	تیر*حیدره
۵/۲۹ ^b	۵/۶۹ ^{cd}	۵/۹۳ ^a	مرداد*حصار
۶/۱۲ ^{ab}	۵/۷۴ ^{cd}	۴/۲۸ ^d	مرداد*فرهنگیان
۵/۱۸ ^b	۵/۴۷ ^{de}	۴/۹۰ ^{bcd}	مرداد*حیدره
۳/۱۲ ^c	۵/۵۱ ^{de}	۵/۲۸ ^{abc}	شهریور*حصار
۵/۵۷ ^{ab}	۵/۰۲ ^{ef}	۴/۴۵ ^{cd}	شهریور*فرهنگیان
۳/۴۵ ^c	۴/۸۴ ^f	۵/۲۷ ^{abc}	شهریور*حیدره

حروف ناهمانند در هر ستون نشان دهنده ناهمانندی چشم‌گیر در پایه آماری ۵٪ است.

سال (مرداد و شهریور) شمارش شد. فراوانی کلیفرم‌های لاکتوز منفی در ماه‌های نمناک در خاک نمونه‌برداری شده از جایگاه‌های گوناگون ناهمانندی چشم‌گیری نداشتند ولی در ماه شهریور فراوانی این گروه از باکتری‌ها در خاک فرهنگیان به اندازه چشم‌گیری بیشتر از خاک‌های دیگر بود (جدول ۳).

روهمرفته در این بررسی دیده شد که ناهمانندی چشم‌گیری میان فراوانی کلیفرم‌های روده‌ای در خاک حیدره (گواه آزمایش) و دو جایگاه دیگر نیست. حتی در ماه‌های نمناک گاهی فراوانی آنها در خاک حیدره بیشتر است. بنابراین افزون بر آلودگی پساب، عوامل بی‌شمار دیگری بر آلودگی خاک به این باکتری‌ها کارآمد است. یکی از این‌ها می‌تواند به‌کارگیری کود دامی باشد که دیده شد در جایگاه حیدره کشاورزان پیش از کاشت گیاه به خاک می‌افزایند. ولی در جایگاهی که از پساب شهری بهره‌گیری می‌کنند، نیاز به کاربرد این کودها بسیار کمتر است و عناصر غذایی همراه با آب آبیاری به آهستگی با هر بار آبیاری به خاک می‌رسد. صفری سنجانی و حاج رسولیها (۲۰۰۰) در ارزیابی کیفیت پساب شهری اصفهان گزارش کردند که این پساب دارای ۴۱/۵ میلی‌گرم در لیتر نیترژن، ۱۶ میلی‌گرم در لیتر فسفر و ۲۲/۸ میلی‌گرم در لیتر پتاسیم است و این گونه آب‌ها می‌توانند همانند یک کود آبکی با

بررسی فراوانی کلیفرم‌های لاکتوز منفی در خاک پیرامون ریشه سبزی‌های آبیاری شده با پساب نشان داد که پیامد جایگاه نمونه‌برداری بر فراوانی کلیفرم‌های لاکتوز منفی، در پایه آماری یک درصد چشم‌گیر بود (جدول ۲). ولی پیامد گونه سبزی بر فراوانی کلیفرم‌های لاکتوز منفی در خاک چشم‌گیر نبود این یافته با یافته‌های آزمون پیامد گونه سبزی بر فراوانی ایشریشیا کلای و فراوانی کلیفرم‌های لاکتوز مثبت در خاک‌های بررسی شده همخوانی داشت و از دیدگاه آماری گونه‌های سبزی کشت شده پیامد چشم‌گیری بر فراوانی این باکتری‌ها در خاک پیرامون ریشه‌شان نداشته است. جدول ۲ نشان می‌دهد که پیامد زمان نمونه‌برداری بر فراوانی کلیفرم‌های لاکتوز منفی در خاک پیرامون ریشه سبزی‌های آبیاری شده با پساب همانند باکتری‌های دیگر در پایه آماری یک درصد بسیار چشم‌گیر بود.

بر هم‌کنش میان جایگاه و زمان نمونه‌برداری بر فراوانی کلیفرم‌های لاکتوز منفی نیز در پایه آماری یک درصد چشم‌گیر بود. آزمون میانگین فراوانی کلیفرم‌های لاکتوز منفی در خاک پیرامون ریشه سبزی‌ها در جدول ۳ آورده شده است. روهمرفته در هر یک از جایگاه‌های نمونه‌برداری بیشترین فراوانی کلیفرم‌های لاکتوز منفی در ماه‌های خرداد و تیر و کمترین آنها در ماه‌های خشک‌تر

دیده شد.

از سوی دیگر تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که پیامد هیچ یک از تیمارها بر فراوانی باکتری *ایشیریشیا کلای* در بافت درونی سبزی‌ها چشم‌گیر نبود (جدول ۴). در بررسی پژوهش‌های انجام شده از ورود *ایشیریشیا کلای* از خاک به درون گیاه پژوهشی یافت نشد. میترا و همکاران (۲۰۰۹) در بررسی اسپنچ کشت شده در خاک آلوده به باکتری هیچ نشانی از آن در گیاه ندید، ولی درونی شدن *ایشیریشیا کلای* در برگ‌های اسپنچ پس از اینکه آبهای آلوده قطره قطره روی برگ‌های آن چکانده شد، دیده شد. این نشان می‌دهد بخت این که بیماری‌ها از آب آلوده به روش آبیاری قطره‌ای به گیاه برسند در برابر روش آبیاری بارانی، بسیار کمتر است (میترا و همکاران ۲۰۰۹).

کلیفرم‌های لاکتوز مثبت در درون سبزی‌ها

میانگین فراوانی کلیفرم‌های لاکتوز مثبت در بافت درونی سبزی‌ها $2/97 \log CFU g^{-1}$ است و ۵۰ درصد از نمونه‌ها فراوانی کمتر از $4/19 \log CFU g^{-1}$ دارند. همچنین نزدیک ۲۵ درصد از نمونه‌ها فراوانی بیشتر از $4/74 \log CFU g^{-1}$ دارند (جدول ۱). نگیوز و همکاران (۲۰۰۵) در بررسی میکروبی سبزی‌های زامبیا، شمار کلیفرم‌ها را میان $1 \log CFU g^{-1}$ تا $7/7 \log CFU g^{-1}$ گزارش کردند و بیشترین دامنه را میان $3 \log CFU g^{-1}$ تا ۴ برای $31/4$ درصد از نمونه‌ها گزارش کردند.

تجزیه واریانس نشان داد که پیامد گونه سبزی بر فراوانی کلیفرم‌های لاکتوز مثبت درون گیاه چشم‌گیر نبود (جدول ۴). در برابر آن پیامدهای جایگاه نمونه‌برداری در پایه آماری ۵ درصد و زمان نمونه‌برداری در پایه آماری یک دهم درصد بر فراوانی کلیفرم‌های لاکتوز مثبت در بافت درونی سبزی‌های آبیاری شده با پساب، چشم‌گیر بود.

آزمون میانگین نشان داد که بیشترین فراوانی کلیفرم‌های لاکتوز مثبت در درون گیاه در تیر ماه و کمترین فراوانی آنها در خرداد دیده شد (جدول ۵). بداوی و کاران (۲۰۰۱) در بررسی ماندگاری ویروس‌های روده‌ای

روشی درست و آگاهانه در آبیاری زمین‌های کشاورزی بهره‌گیری شوند. در ارزیابی پیامد کاربرد این آب‌ها بر ویژگی‌های شیمیایی خاک گزارش شد که نه تنها هیچ‌گونه پیامد زیانباری نداشته‌اند بلکه مایه بهبود ویژگی‌های شیمیایی و حاصلخیزی خاک برای رشد گیاهان شده‌اند (صفری سنجانی و حاج رسولیها ۲۰۰۱). به هر گونه در این پژوهش پیامد آلودگی میکروبی این آب‌ها بررسی نشد. بدیعی و همکاران (۲۰۱۶) در بررسی پیامد کاربرد پساب شهری پالایش شده و نشده بر ویژگی‌های خاک و رشد گیاه گندم گزارش کردند که این آب‌ها مایه بهبود بسیاری از ویژگی‌های شیمیایی خاک و افزایش رشد گیاه می‌شود، ولی کاربرد آنها مایه افزایش چشم‌گیر فراوانی کلیفرم‌ها در خاک نیز خواهد شد.

از سوی دیگر صفری سنجانی و مقصودی (۲۰۱۱) در بررسی پیامد پتانسیل آب خاک روی ماندگاری کلیفرم‌های روده‌ای در خاک تیمار شده با کودهای دامی در آزمایشگاه گزارش کرد که فراوانی کلیفرم‌های روده‌ای در خاک تیمار شده با کود گاوی و شرایط اشباع بیشتر از تیمارهای دیگر بود. بنابراین فراوان بودن لاکتوز مثبت‌ها و منفی‌ها در خاک حیدره را می‌توان وابسته به کاربرد کودهای دامی در بهار دانست. همچنین با بررسی دگرگونی فراوانی کلیفرم‌ها در ماه‌های نمونه‌برداری دیده می‌شود که فراوانی این کلیفرم‌ها در حیدره با زمان یک روند کاهشی بیشتری را در برابر دو جایگاه دیگر دارند. بسیاری از این باکتری‌ها بویژه *ایشیریشیا کلای* و کلیفرم‌های لاکتوز منفی بومی خاک نیستند و زندمانی بالایی در خاک ندارند.

بررسی فراوانی کلیفرم‌های روده‌ای در بافت درونی سبزی‌ها

باکتری *ایشیریشیا کلای* در درون سبزی‌ها

باکتری *ایشیریشیا کلای* در بافت درونی سبزی‌ها با کشت روی محیط EMB در بیشتر سبزی‌ها دیده نشد. به سخن دیگر میانگین فراوانی این باکتری در درون گیاه $0/3 \log CFU g^{-1}$ بود و با نگاه به جدول ۱ می‌توان گفت *ایشیریشیا کلای* در درصد بسیار کمی از سبزی‌ها

یافت. افزایش یا کاهش فراوانی اندوفیت‌ها بستگی به ویژگی‌هایی آب و هوایی و به ویژه چگونگی سوخت و سازی ریزجاندار و گیاهان در زمان‌های گوناگون دارند که فراوان‌تر بودن باکتری‌ها در بافت درونی سبزی‌ها در تیر ماه نیاز به بررسی‌های سالانه و بیشتری دارد.

کلی‌فاژ روی فراورده‌های آبیاری شده با پساب گزارش کردند که پلی‌ویروس‌ها و روتاویروس‌ها در زمستان به ترتیب $1 \log \text{CFU g}^{-1}$ و $2/3$ در ۲۴ ساعت کاهش یافت ولی در تابستان $3 \log \text{CFU g}^{-1}$ در ۸ ساعت کاهش

جدول ۴- پیامد جایگاه، گونه‌ی سبزی و زمان نمونه‌برداری بر فراوانی کلیفرم‌های روده‌ای در بافت درونی سبزی‌ها.

منبع تغییر	درجه آزادی	ایشرشیاکولی	لاکتوز مثبت	لاکتوز منفی
میانگین مربعات				
تکرار	۲	۰/۵۳ ^{ns}	۰/۳۱ ^{ns}	۲/۶۱ ^{ns}
جایگاه نمونه‌برداری	۲	۰/۰۲ ^{ns}	۴/۳۱*	۲۸/۷۲***
تکرار*جایگاه	۴	۰/۸۶ ^{ns}	۰/۵۶ ^{ns}	۳/۰۴*
گونه سبزی	۵	۱/۸۲ ^{ns}	۱/۶۹ ^{ns}	۴/۵۹***
جایگاه*سبزی	۱۰	۰/۶۹ ^{ns}	۲/۰۷ ^{ns}	۳/۵۲***
(تکرار(جایگاه*سبزی))	۳۶	۱/۲۵ ^{ns}	۱/۰ ^{ns}	۱/۳۶ ^{ns}
زمان نمونه‌برداری	۳	۱/۳۵ ^{ns}	۴۰/۶۰***	۱۷/۴۸***
جایگاه*زمان	۶	۰/۱۵ ^{ns}	۴/۱۶***	۱/۸۶ ^{ns}
سبزی*زمان	۱۵	۰/۸۰ ^{ns}	۲/۵۰*	۱/۸۷ ^{ns}
جایگاه*سبزی*زمان	۳۰	۰/۶۹ ^{ns}	۱/۱۶ ^{ns}	۰/۶۵ ^{ns}
خطای آزمایش	۱۰۶	۰/۹۶	۱/۲۱	۱/۳۳
کل	۲۱۳	۰/۹۴	۱/۹۶	۱/۸۵

*، **، *** نشان دهنده چشم‌گیر بودن پیامدها در پایه آماری ۰/۰۵، ۰/۰۱ و ۰/۰۰۱ است. ns: چشم‌گیر نبودن را نشان می‌دهد.

جدول ۵- آزمون میانگین فراوانی کلیفرم‌ها ($1 \log \text{CFU g}^{-1}$) در بافت درونی سبزی در زمان‌های گوناگون.

گونه باکتری	خرداد	تیر	مرداد	شهریور
کلیفرم‌های لاکتوز مثبت	۲/۹۳ ^d	۴/۸۹ ^a	۴/۴۷ ^b	۳/۶۳ ^c
کلیفرم‌های لاکتوز منفی	۳/۱۹ ^c	۴/۴۴ ^a	۳/۹۵ ^b	۳/۳۴ ^c

حروف ناهمانند در هر ردیف نشان دهنده ناهمانندی چشم‌گیر در پایه آماری ۵٪ است.

دانست که در برخی جایگاه‌ها و سبزی‌ها خود را زودتر نمایان ساخته و در برخی از آنها خود را دیرتر نمایان ساخته است.

کلیفرم‌های لاکتوز منفی در درون سبزی‌ها

میانگین فراوانی کلیفرم‌های لاکتوز منفی در بافت درونی سبزی‌ها $1 \log \text{CFU g}^{-1}$ است و ۲/۷۲ است و ۵۰ درصد از نمونه‌ها فراوانی کمتر از $1 \log \text{CFU g}^{-1}$ دارند (جدول ۱). تجزیه واریانس نشان داد که پیامد جایگاه نمونه‌برداری و پیامد گونه سبزی بر فراوانی کلیفرم‌های

جدول تجزیه واریانس نشان داد که پیامد بر هم‌کنش جایگاه و زمان نمونه‌برداری و هم‌چنین پیامد بر هم‌کنش گونه سبزی و زمان نمونه‌برداری بر فراوانی کلیفرم‌های لاکتوز مثبت در پایه آماری یک درصد چشم‌گیر بود (جدول ۴). از آنجایی که پیامد بر هم‌کنش جایگاه نمونه‌برداری و گونه سبزی بر فراوانی کلیفرم‌های لاکتوز مثبت چشم‌گیر نبود، چشم‌گیر بودن پیامد بر هم‌کنش جایگاه و زمان نمونه‌برداری و نیز بر هم‌کنش گونه سبزی و زمان نمونه‌برداری را می‌توان وابسته به چشم‌گیر بودن پیامد زمان نمونه‌برداری در آن تیمارها

⁶-Rotavirus

⁴-Coliphage

⁵-Poliovirus

لاکتوز منفی در پایه آماری یک درصد چشم‌گیر بود (جدول ۴) که این با یافته‌های بدست آمده از بررسی ایش‌ریشیا کلائی و کلیفرم‌های لاکتوز مثبت در بخش درونی گیاه همخوانی ندارد. پیامد زمان نمونه‌برداری بر فراوانی کلیفرم‌های لاکتوز منفی همانند با پیامد آن بر کلیفرم‌های لاکتوز مثبت در پایه آماری یک درصد بسیار چشم‌گیر بود (جدول ۴). آزمون میانگین میان فراوانی کلیفرم‌های لاکتوز منفی در زمان‌های گوناگون نشان داد (جدول ۵) که این باکتری‌ها هم در نمونه‌های برداشت شده در تیر ماه بیشترین و در خرداد ماه کمترین فراوانی را دارند که این با یافته‌های بدست آمده از بررسی کلیفرم‌های لاکتوز مثبت برای بافت درونی گیاه همخوانی دارد.

جدول تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که بر هم‌کنش جایگاه نمونه‌برداری و گونه سبزی بر فراوانی کلیفرم‌های لاکتوز منفی در درون گونه‌های سبزی در پایه آماری یک درصد چشم‌گیر بود (جدول ۴). در آزمون میانگین‌ها همه گیاهان کشت شده در جایگاه فرهنگیان آلودگی بیشتر و همه گیاهان کشت شده در جایگاه حیدره آلودگی کمتری به این باکتری‌ها دارند. لگاریتم فراوانی این باکتری‌ها در هر گرم از گیاهان بررسی شده، در شوید کشت شده در جایگاه فرهنگیان بیشترین (۴/۵۸) و در جعفری کشت شده در جایگاه حیدره کمترین (۱/۸۰) بود. در هر دو جایگاه فرهنگیان و حیدره گیاه جعفری کمترین فراوانی باکتری را داشت ولی در جایگاه حصار چنین نبود (جدول ۶).

جدول ۶- آزمون میانگین فراوانی کلیفرم‌های لاکتوز منفی بافت درونی سبزی‌ها ($\log \text{CFU g}^{-1}$) در هر یک از گونه‌های سبزی و جایگاه‌ها.

جایگاه*سبزی	میانگین فراوانی	جایگاه*سبزی	میانگین فراوانی
حصارامام*تره	۳/۶۷ abcd	فرهنگیان*شوید	۴/۵۸ a
حصارامام*جعفری	۴/۳۱ abc	فرهنگیان*برگ چغندر	۴/۱۸ abc
حصارامام*گشنیز	۴/۴۴ ab	فرهنگیان*ریحان	۳/۲۲ cde
حصارامام*شوید	۴/۰۱ abcd	حیدره*تره	۲/۲۲ e
حصارامام*برگ چغندر	۴/۰۱ abcd	حیدره*جعفری	۱/۸۰ f
حصارامام*ریحان	۴/۰۲ abcd	حیدره*گشنیز	۳/۳۱ bcd
فرهنگیان*تره	۴/۳۱ abc	حیدره*شوید	۳/۶۷ abcd
فرهنگیان*جعفری	۴/۰۴ abcd	حیدره*برگ چغندر	۳/۹۲ abcd
فرهنگیان*گشنیز	۴/۲۴ abc	حیدره*ریحان	۳/۰۱ de

حروف ناهمانند در جدول نشان دهنده ناهمانندی چشم‌گیر در پایه آماری ۵٪ است.

فراوان بودن کلیفرم‌ها در سبزی‌های کشت شده در جایگاه‌های حصار و فرهنگیان در برابر آنها در جایگاه حیدره، وابسته به آلودگی آب آبیاری آنها است. میترا و همکاران (۲۰۰۹) در پژوهش‌های خود در کشت سبزی اسپنچ دریافتند که بخت اینکه بیماری‌زها از راه خاک و ریشه به درون بافت برگ و اندام‌های هوایی گیاه برسند بسیار کم است. ولی آنها بسیار آسان از راه آبیاری به روش بارانی به درون بافت برگ و اندام‌های هوایی گیاه می‌رسند.

بررسی همبستگی میان کلیفرم‌های شمارش شده در بخش‌های گوناگون

ضریب همبستگی میان فراوانی کلیفرم‌ها (جدول ۷) نشان می‌دهد که میان کلیفرم‌های لاکتوز مثبت با کلیفرم‌های لاکتوز منفی در درون سبزی، خاک و آب آبیاری همبستگی مثبت و بسیار چشم‌گیر بود ($p < 0.001$). ولی همبستگی میان ایش‌ریشیا کلائی با کلیفرم‌های لاکتوز مثبت در خاک و آب آبیاری و با کلیفرم‌های لاکتوز منفی تنها در آب بسیار چشم‌گیر بود ($p < 0.001$)، به گونه‌ای که همبستگی آنها در خاک کمتر ($P < 0.05$) و در سبزی‌ها دیده نشد. این نشان از پیامد خاک و بویژه سبزی‌ها بر فراوانی ایش‌ریشیا کلائی

در این زیستگاه‌ها دارد.

شهری بر کارکرد گیاه گندم و آزمون ویژگیهای زیستی خاک و گیاه گزارش کردند که پالایش فاضلاب از آلودگی میکروبی خاک و گیاه آبیاری شده می‌کاهد ولی بودن نمادهای انگلی و اشریشیاکلی فراتر از مرز استاندارد در خاک و گیاه در آبیاری با فاضلاب خام، آبیاری با این آب را زیانبار نشان می‌دهد. بنابراین از دیدگاه آلاینده‌های میکروبی، شاید کاربرد پساب پالایش شده همراه با پایش در ست فرآورده‌های کشاورزی، شیوه بهتری در بهره‌گیری دوباره از این آب‌ها باشد.

هیچ یک از همبستگی‌های میان کلیفرم‌های خاک با کلیفرم‌های درون سبزی‌ها چشم‌گیر نبود. در برابر آن همبستگی فراوانی کلیفرم‌های لاکتوز مثبت و منفی درون سبزی‌ها با فراوانی آنها در آب‌های آبیاری بسیار چشم‌گیر بود. این نشان می‌دهد که آلودگی بافت درونی سبزی‌ها بیشتر وابسته به آلودگی آب‌های آبیاری است تا خاک و برای پیش‌گیری از همه‌گیری بیماری‌ها پایش و ارزیابی آلودگی میکروبی آب آبیاری بسیار مهم‌تر از خاک است (جدول ۷). بدیعی و همکاران (۲۰۱۶) پس از بررسی پیامد آبیاری با فاضلاب خام و پالایش‌شده

جدول ۷- بررسی همبستگی میان کلیفرم‌های اندازه‌گیری شده در بخش‌های گوناگون.

لاکتوز مثبت پساب	اشریشیا کلای پساب	لاکتوز منفی خاک	لاکتوز مثبت خاک	اشریشیا کلای خاک	لاکتوز منفی سبزی	لاکتوز مثبت سبزی	اشریشیا کلای سبزی
						۱/۰۰	۰/۱۰
					۱/۰۰	۰/۲۷***	۰/۰۵
				۱/۰۰	۰/۰۱۵	-۰/۰۰۲	-۰/۱۷
			۱/۰۰	۰/۲۸***	-۰/۰۲	-۰/۰۴	-۰/۰۴
		۱/۰۰	۰/۳۲***	۰/۰۶	۰/۱۴*	۰/۰۵	-۰/۰۲
	۱/۰۰	۰/۱۴*	۰/۰۳	-۰/۰۴	۰/۴***	۰/۳۳***	۰/۰۶
۱/۰۰	۰/۹۱***	۰/۰۹	۰/۰۳	-۰/۰۲	۰/۳۹***	۰/۲۸***	۰/۰۳
۰/۹۲***	۰/۸۹***	۰/۰۰۴	-۰/۰۷	-۰/۰۶	۰/۴۷***	۰/۳۴***	۰/۰۴

*, **, *** نشان دهنده چشم‌گیر بودن همبستگی‌ها در پایه آماری ۰/۰۵، ۰/۰۱ و ۰/۰۰۱ است.

نتیجه‌گیری کلی

نشده. فراوانی کلیفرم‌های لاکتوز مثبت و منفی سبزی‌ها در تیر ماه بیشتر از مرداد ماه بود. همچنین فراوانی لاکتوز منفی‌های سبزی‌های کشت شده در حیدره کمتر از آن در دو جایگاه دیگر بود. از آنجایی که بیشتر باکتری‌های روده ای بیماریزا مانند *سالمونلا* و *شیگلا* از گروه لاکتوز منفی‌ها است، سبزی‌های آبیاری شده با پساب شهری پالایش نشده آلودگی بیشتری دارند و بهتر است که به گونه خام خورده نشوند.

این پژوهش نشان داد که آلودگی سبزی‌ها وابستگی چشم‌گیری با آلودگی خاک ندارد. در برابر آن آلودگی بافت درونی سبزی‌ها به کلیفرم‌های لاکتوز مثبت و منفی همبستگی بسیار چشم‌گیری با فراوانی هر یک از این کلیفرم‌ها در آب آبیاری دارد.

در ماه‌های خرداد و تیر ناهمانندی چشم‌گیری میان فراوانی باکتری‌های روده‌ای در خاک حیدره (آبیاری شده با آب‌های روزمینی و قنات) با آنها در دو خاک حصار و فرهنگیان (آبیاری شده با پساب شهری) دیده نشد و گاهی این فراوانی‌ها در خاک حیدره به اندازه چشم‌گیری بیشتر از آنها در دو خاک دیگر بود. ولی با گذشت زمان فراوانی آن‌ها در خاک حیدره به اندازه بیشتری کاهش یافت و در شهریور ماه فراوانی آنها در این خاک به اندازه چشم‌گیری کمتر از دو خاک دیگر بود. فراوانی *اشریشیا کلای* در بسیاری از سبزی‌ها در اندازه شمارش شدنی نبود و با روش بکاررفته جداسازی

منابع مورد استفاده

- Badawy AS, Rose JB and Gerba CP, 1986. Survival of enteric viruses and coliphage on sewage irrigated crops. Abstracts of the Annual Meeting of the AMSOC Microbiology 283 P.
- Badiei A, Karandish F and Tabatabaei SM, 2016. The influence of irrigation with raw and treated municipal wastewater on wheat yield and microbial characteristics of soil and plant. *Water and Soil Science* 26:215-228. (In Persian)
- Cordeli N, Okafo VJ and Umoh MG, 2003. Occurrence of pathogens on vegetables harvested from soils irrigated with contaminated streams. *Science of Total Environment* 311: 49–56.
- Gagliardi JV and Karns JS, 2002. Persistence of *Escherichia coli* O157:H7 in soil and on plant roots. *Environmental Microbiology* 42:89–96.
- Gerba CP, and Smith JE, 2005. Sources of pathogenic microorganisms and their fate during land application of wastes. *Journal of Environmental Quality* 34: 42-48.
- Johnston LM, Jaykus L, Moll D, Martinez M, Anciso J, Mora B and Moe C, 2005. A field study of the microbiological quality of fresh produce. *Journal of Food Protection* 68: 1840–1847.
- Keeratipibul S, Phewpan A and Lursinsap C, 2011. Prediction of coliforms and *Escherichia coli* on tomato fruits and lettuce leaves after sanitizing by using Artificial Neural Networks. *LWT–Food Science and Technology* 44:130-138.
- Mitra R, Cuesta-Alonso E, Wayadande A, Talley J, Gilliland S and Fletcher J, 2009. Effect of route of introduction and host cultivar on the colonization internalization and movement of the human pathogen *Escherichia coli* O157:H7 in spinach. *Journal of Food Protection* 72:1521–1530.
- Naseri S, 1999. Methods of sanitation and management plans for reuse of wastewater. *Water and Environment Journal* 34:26-32. (In Persian)
- Noble R, Elphinstone JG, Sansford CE, Budge GE and Henry CM, 2009. Management of plant health risks associated with processing of plant-based wastes. *Bioresource Technology* 100:3431–3446.
- Nowroozi J, 2003. *Applicable Methods for Identification of Bacteria*. First edition, Hayan Publishing House, Tehran, 220p. (In Persian)
- Safari Sinegani AA and Hajrasuliha Sh, 2000. Evaluation of the quality of effluent of north Isfahan sewage refinery for agriculture. *Journal of Water and Wastewater* 33:20-26. (In Persian)
- Safari Sinegani AA and Hajrasuliha Sh, 2001. Effects of irrigation with secondary effluent of north Isfahan sewage refinery on some chemical properties of Borkhar region soils. *Iranian Journal of Agriculture Science* 32:79-88. (In Persian)
- Safari Sinegani AA and Maghsoudi J, 2011. The effect of soil water potential on survival of fecal coliforms in soil treated with organic wastes under laboratory conditions. *African Journal of Microbiology Research* 53:229-240.
- Safari Sinegani AA, Sharifi Z and Safari Sinegani M, 2010. *Methods in Applied Microbiology*. Bu-Ali Sina University Press Iran, 457p (In Persian).
- Shurval HI, Yetiel P and Fattal B, 1985. Epidemiological evidence for helminthes cholera transmission by vegetables irrigated with wastewater. *Water Science Technology* 17 4/5: 433-442.
- Sivapalasingam S, Friedman CR, Cohen L and Tauxe RV, 2004. Fresh produce: a growing cause of outbreaks of food borne illness in the United States, 1973 through 1997. *Journal of Food Protection* 67: 2342–2353.
- Westrell T, Ciampa N, Boelaert F, Helwigh B, Korsgaard H and Chr iel M, 2009. Zoonotic infections in Europe in 2007: a summary of the EFSA-ECDC annual report. *Eurosurveillance* 14: 1-3.
- Zand Salimi S, 2006. Investigation of the effects of physical properties of soil and organic fertilizers on the movement of groundwater contaminating bacteria through intact soil columns. MSc thesis, Bu-Ali Sina University, Hamedan, Iran. (In Persian)