نشریه آبیاری و زهکشی ایران
شماره1، جلد 11، فروردین - اردیبهشت 1396، ص. 127-113

Iranian Journal of Irrigation and Drainage
No. 1, Vol. 11, Apr.-May. 2017, p. 113-127

بررسی عملکرد گیاهان وتیور، تیفا و نی بر بهبود کیفیت زه‌آب اراضی شالیزاری (مطالعه موردی: استان گیلان)

مریم نوابیان[1*]، کتایون کوچکی پستکی[2]، مهدی اسمعیلی ورکی[3]

تاریخ دریافت: 1394/10/16 تاریخ پذیرش: 1395/9/3

چکیده

شوری و نیترات موجود در زه‌آب اراضی از مهم‌ترین دلایل آلایندگی بخش کشاورزی محسوب می‌شوند. عدم تمرکز اراضی کشاورزی، تنوع آلاینده‌ها و حجم بالای زه‌آب منجر به این شده است که راه‌کارهای متداول حذف نیترات و کاهش شوری عملکرد مناسبی نداشته باشند. پژوهش حاضر به منظور ارزیابی راه‌کار گیاه‌پالایی در کاهش شوری و نیترات زه‌آب کشاورزی، توانایی جذب نیترات و کاهش شوری توسط سه گیاه وتیور، تیفا و نی را در اقلیم استان گیلان در قالب طرح بلوک‌های کاملا تصادفی در سه تکرار مورد بررسی قرار داد. در این راستا 9 مخزن استوانه‌ای به قطر و ارتفاع 50 و 80 سانتی‌متر و بافت خاک سیلتی لوم آماده و پس از کشت گیاهان دو تیمار غلظت‌های متفاوت نیترات شامل محلول‌های با غلظت 10 و 20 میلی‌گرم بر لیتر نیترات در طول مدت آزمایش به گیاهان و مخازن خاک اعمال شد. توانایی جذب نیترات و کاهش شوری توسط گیاهان در عمق‌های 35 و 70 سانتی‌متر با اندازه‌گیری مقادیر نیترات و شوری عصاره خاک بررسی شد. نتایج نشان داد که بیش‌ترین مقدار جذب نیترات مربوط به گیاه نی در تیمار غلظت 10 و در عمق 70 سانتی‌متر به میزان 98/59 درصد و کم‌ترین مقدار آن در عمق 70 سانتی‌متر و غلظت 20 میلی‌گرم بر لیتر، به میزان 34/96 درصد توسط گیاه وتیور روی داد. علاوه براین سه گیاه در کاهش میزان اسیدیته با یکدیگر اختلاف معنی‌دار داشتند اما در کاهش شوری میان آن‌ها تفاوتی در سطح 5 درصد مشاهده نشد.

واژه‌های کلیدی: اسیدیته، آلودگی آب، تصفیه بیولوژیکی، شوری، گیاه‌پالایی

مقدمه

از مهم‌ترین منابع آلودگی نیترات استفاده از کودهای ازته است که در کشاورزی و برای حاصلخیزی زمین استفاده می‌شود. این کودها در اثر تجزیه شدن و انحلال در آب‌های باران و کشاورزی بر روی زمین جاری شده، در نهایت به قسمت‌های عمقی زمین فرو می‌روند. از این‌رو می‌توانند آب‌های سطحی و زیرزمینی را تحت تاثیر قرار دهند (EPA., 1999). برای جلوگیری از آلودگی محیط زیست و بهداشت همگانی، جمع‌آوری و پالایش آب‌های آلوده و استفاده مجدد از این آب‌ها برای مصارف غیرخانگی به‌ویژه در ایران از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. گیاه‌پالایی[4] به‌عنوان یک تکنیک تصفیه‌ای و تمیزکننده، روشی نسبتا جدید می‌باشد که از دهه 1990 برای حذف سمیت در محیط به‌کار رفته است و به دلیل هزینه اولیه کم، مصرف انرژی بسیار پایین، راه‌بری ساده و عدم نیاز به نیروی بهره‌بردار متخصص، مورد علاقه پژوهشگرانی است که برای یافتن روش‌های مناسب‌تر و ارزان‌تر از روش‌های متداول پیچیده، تحقیق می‌نمایند (Bavor and Mitchell., 1994).

علف وتیور[5]، به‌سبب ویژگی‌های یکتای مورفولوژیکی و فیزیولوژیکی مانند سیستم ریشه کلفت و بلند، ساقه‌های محکم و سخت و سازگاری بالا درگستره وسیعی از شرایط خاک و فلزات به منظور بهبود زه‌آب و احیای اراضی آلوده پیشنهاد شده است (EPA., 1999; Wagner et al., 2003). علاوه بر وتیور، گیاهانی از جمله نی[6] و تیفا[7] نیز به دلیل ساختار مورفولوژیکی و بیولوژیکی مناسب، قابلیت حذف آلاینده‌ها از منابع آبی را دارا هستند. نی یکی از گیاهانی است که در محیط‌های گوناگون، با وجود فلزات سنگین، مقاوم و پایدار باقی می‌ماند (DeBusk., 1999; Quan et al., 2007; Xiao

1- استادیار گروه مهندسی آب دانشکده علوم کشاورزی دانشگاه گیلان و عضو وابسته پژوهشی گروه آب و محیط زیست پژوهشکده حوضه آبی دریای خزر
2- استادیار گروه مهندسی آب دانشکده علوم کشاورزی دانشگاه گیلان و عضو وابسته پژوهشی گروه آب و محیط زیست پژوهشکده حوضه آبی دریای خزر
3- دانشجوی کارشناسی ارشد آبیاری و زهکشی گروه مهندسی آب دانشکده علوم کشاورزی دانشگاه گیلان
(*- نویسنده مسئول : Email: Navabian@guilan.ac.ir)

4- Phytoremediation

5- Vetiveria zizanioides
6- Phragmites australis
7- Typha latifolia

et al., 2009). این گیاه می‌تواند در تالاب‌های مصنوعی برای تصفیه فاضلاب شهری حاوی فلزهای سنگین به‌کار رود (Klink et al., 2013; Truong., 1999; Vymazal., 2007). تیفا ماکروفیتی آبزی و تالابی است که در حاشیه دریاچه‌ها، باتلاق‌ها، رودخانه‌ها و تالاب‌های مناطق گرم و حاره‌ای رشد می‌کند و اغلب به‌صورت کلونی و متراکم در سیستم‌های آبی دیده می‌شود (DeBusk., 1999). هم‌چنین ریشه این گیاه باعث جلوگیری از فرسایش شده و می‌تواند به عنوان یک تصفیه‌گر زیستی جهت حفاظت از دریاچه، مصب رودخانه، آب زیرزمینی، گیاهان و جانوران آبزی مورد استفاده قرار گیرد (Baskar et al., 2009).

در آزمایشی که در شمال چین به منظور حذف آلودگی زه‌آب و استفاده مجدد آن برای آبیاری انجام شد، گیاه وتیور در یک تالاب مصنوعی کشت گردید که توانست 80 درصد نیتروژن کل موجود را در تابستان حذف کند، اما در دماهای کم‌تر، بالاترین نرخ حذف نیتروژن کل توسط این گیاه 76/29 درصد به‌دست آمد (Jampeetong et al., 2012). در پژوهشی حذف آلودگی نیترات فاضلاب کشاورزی کشت و صنعت کارون، در تالاب مصنوعی حاوی گیاه وتیور بررسی شد. نتایج نشان داد، اثر نوع کشت گیاه (کشت در خاک و شناور)، زمان ماند و تغییرات دما در بازده حذف نیترات در سطح احتمال 95 درصد معنی‌دار است به طوری که میانگین بازده حذف نیترات در زمان ماند 3 روز از 37-14 درصد، در زمان ماند 5 روز 41-16 درصد و در زمان ماند 7 روز از 50-16 درصد، متغیر بود. همچنین نتایج حاصل از بررسی‌ها نشان داد، متوسط بازده حذف نیترات در سامانه کشت ریشه در خاک برابر 43 درصد و در سامانه شناور 28 درصد بود (خوش‌نواز و همکاران، 1393). پژوهشی با هدف امکان‌سنجی رشد گونه گیاهی وتیور به‌صورت هیدروپونیک در محیط پساب و ارزیابی میزان حذف و پالایش ترکیبات مغذی (نیتروژن و فسفر) در تصفیه‌خانه فاضلاب شهرک غرب تهران انجام شد. نتایج نشان داد که گیاه وتیور می‌تواند در این شرایط، رشد قابل ملاحظه‌ای (تا 130 سانتی‌متر) داشته باشد. همچنین به‌طور متوسط کارآمدی حذف ترکیبات نیتروژن کل، فسفر کل و میزان اکسیژن‌خواهی بیوشیمیایی در زمان ماند 4 روزه به‌ترتیب 91، 97 و 75 درصد بود. در این دوره مطالعاتی، میزان جذب نیتروژن و فسفر کل در برگ‌ها به‌ترتیب 17 و 2/3 میلی‌گرم در گرم وزن خشک و در ریشه‌های گیاه به‌ترتیب 13 و 1/8 میلی‌گرم در گرم وزن خشک بود (اکبرزاده و همکاران، 1394).

در آزمایشی که بر روی گیاه تیفا با چهار تیمار با، و بدون گیاه در دو حالت پساب معمولی و پساب رقیق شده، با سه تکرار در قالب طرح کاملا تصادفی صورت گرفت، پارامترهای نیترات، آمونیوم، نیتروژن آلی، نیتروژن کل، فسفر محلول، اسیدیته، BOD و COD در زمان‌های 8، 16 و 24 روز بعد از شروع آزمایش در پساب و نیتروژن کل در بافت‌های گیاهی در ابتدا و انتهای دوره آزمایش اندازه‌گیری شدند. نتایج نشان داد غلظت نیترات، نیتروژن آلی، نیتروژن کل و فسفر محلول در تیمار گیاهی به‌طور معنی‌داری کم‌تر از تیمار بدون گیاه بود. با توجه به نتایج، سیستم‌های گیاهی در مقایسه با سیستم‌های بدون گیاه در برداشت فسفر و نیتروژن به‌ترتیب حدود 98 و 7 درصد نقش موثرتری داشتند (صمیمی لقمانی و همکاران، 1392). در یک آزمایش که به منظور حذف آلودگی در دریاچه تایهو[1] انجام شد، مقدار جامدات معلق در بسترهای شنی و رسوبی به ترتیب توسط نی و تیفا، 76 الی 87 درصد و 52 الی 63 درصد کاهش یافت و آشکار شد که نی پتانسیل بیش‌تری برای حذف مواد مغذی از دریاچه نسبت به گونه دیگر داشت (Calheiros et al., 2009). در نیزار مصنوعی ایجاد شده در تصفیه خانه شوش تهران با بارگذاری‌های متفاوت، نیتروژن کجلدال و کل به‌ترتیب 82 و 81 درصد حذف صورت گرفت (صادق پور و همکاران، 1379). نتایج پژوهشی در ایران نشان داد که گیاهان نی، بامبو و نخل طی ده دوره دو روزه به‌ترتیب توانستند 95، 85 و 70 درصد نیترات آب را حذف کنند. این پژوهش نشان داد که در گیاه نی با افزایش غلظت نیترات، میزان حذف نیترات بیش‌تر از دو گونه دیگر بود (فلاحی و همکاران، 1389). در مطالعه‌ای که روی یک تالاب مصنوعی زیرسطحی در اهواز صورت گرفت، دو گونه گیاهی علف دم‌گربه‌ای و نی کشت گردید که نتایج به‌دست آمده حاکی از این بود که درصد حذف ازت آمونیاکی و فسفر در سطح اطمینان 95 درصد به‌ترتیب 35/6 و 31 بود (میرزایی و جعفرزاده حقیقی‌فرد، 1391).

از آن‌جا که مدیریت نادرست کود نیتروژنه اوره و شیوه آبیاری غرقاب در اراضی شالیزاری، علاوه بر افزایش پتانسیل ورود نیترات به زه‌آب کشاورزی و منابع آبی، منجر به افزایش شوری آن نیز می‌شود و هم‌چنین با هدف دست‌یابی به راه‌کار اجرایی و کارآمد برای کاهش آلایندگی زه‌آب و کنترل پدیده خوراک‌وری حاصل از ورود زه‌آب کشاورزی به تالاب‌های منطقه شامل امیرکلایه، استیل و انزلی، پژوهش حاضر با هدف بررسی تاثیر گیاهان وتیور، نی و تیفا بر حذف نیترات و کاهش شوری زه‌آب کشاورزی تحت تیمارهای مختلف عمق خاک به دلیل بررسی اثر سیستم توزیع ریشه گیاه و غلظت نیترات به دلیل تاثیرپذیری فرآیندهای انتقال و جذب نیترات از غلظت نیتروژن خاک انجام شد. در این پژوهش عملکرد گیاه وتیور با دو گیاه بومی منطقه (نی و تیفا) مورد بررسی قرار گرفت تا تحت شرایط اقلیم منطقه مناسب‌ترین گیاه برای استفاده در گیاه‌پالایی توصیه شود.

مواد و روش‌ها

در این پژوهش به‌منظور ارزیابی راه‌کار گیاه‌پالایی در حذف نیترات و کاهش شوری زه‌آب کشاورزی، عملکرد جذب نیترات و

1- Taihu

شوری توسط سه گیاه وتیور، تیفا و نی مورد بررسی قرار گرفت.

جدول 1- برخی از ویژگی‌های فیزیکی خاک مورد مطالعه

بافت خاک	شن (%)	سیلت (%)	رس (%)	رطوبت اشباع (%)	هدایت هیدرولیکی اشباع (cm/day)
سیلتی لوم	4/72	72/53	22/75	48/9	8/62

گیاهان نی و تیفا علاوه بر قابلیت جذب برخی عناصر، به دلیل بومی بودن منطقه و گیاه وتیور نیز علاوه بر توانایی جذب عناصر، به دلیل ساختار ریشه و کارایی آن در حفاظت از دیواره رودخانه و کانال و هم‌چنین قابلیت تحمل شرایط غرقاب کانال‌های زهکشی انتخاب شدند. در این راستا آزمایشی در دانشگاه گیلان در قالب طرح بلوک کاملا تصادفی با استفاده از مخازنی با قطر و ارتفاع 50 و 80 سانتی‌متر، در فضای سرپوشیده (برای جلوگیری از اثر بارش و امکان تغییر غلظت نیترات اعمال شده) انجام شد. مخازن با استفاده از خاک با بافت سیلتی لوم که پس از هوا خشک شدن از الک 5 میلی‌متری عبور داده شده بودند، پر شدند. برای بررسی اثر غلظت نیترات و عمق بر میزان جذب نیترات توسط گیاهان و هم‌چنین کاهش شوری، تیمارهای غلظت نیترات (در دو سطح 10 و 20 میلی‌گرم بر لیتر) و عمق خاک (در دو سطح 35 و 70 سانتی‌متری از سطح خاک) انتخاب شدند. برخی ویژگی‌های فیزیکی خاک در جدول 1 نشان داده شده است. محلول نیترات با استفاده از نمک نیترات پتاسیم در دو تیمار غلظت 10 و 20 میلی‌گرم بر لیتر نیترات تهیه و در تمام طول آزمایش با استفاده از مخازن آب و شناور در ارتفاع 10 سانتی‌متر بر روی خاک اعمال و تثبیت گردید. آزمایش به مدت 210 روز انجام شد و در بازه زمانی 2 هفته‌ای از دو عمق 35 و 70 سانتی‌متر، عصاره خاک با استفاده از عصاره‌گیرهای نصب شده در این دو عمق برداشت و مقادیر نیترات، شوری و اسیدیته آن‌ها اندازه‌گیری شد. برای جلوگیری از تاثیر فعالیت باکتری‌ها بر مقادیر نیترات، نمونه‌ها به سرعت به آزمایشگاه منتقل و نیترات آن‌ها به روش اسپکتروفتومتری و مقادیر EC و pH آن‌ها به ترتیب توسط دستگاه‌های EC سنج شرکت JENWAY مدل 4520 و pH سنج شرکت CRISON مدل BASIC 20 اندازه‌گیری گردید (Standard Methods for the Examination of Water and Waste water, 2013). از آن‌جا که تبخیر-تعرق و عوامل محیطی بر فرآیند رشد گیاه و در نتیجه جذب املاح تاثیرگذار است، تبخیر-تعرق در طول مدت آزمایش در هر مخزن در هر ماه با قرائت مقدار آب مصرف شده توسط هر گیاه در طول مدت 24 ساعت محاسبه شد. در نهایت داده‌های حاصل از آزمایش با استفاده از آزمون چنددامنه‌ای دانکن در سطح احتمال 5 درصد توسط نرم‌افزار آماری SAS تحلیل شدند و برای نشان دادن روند تغییرات از اکسل[1] استفاده گردید.

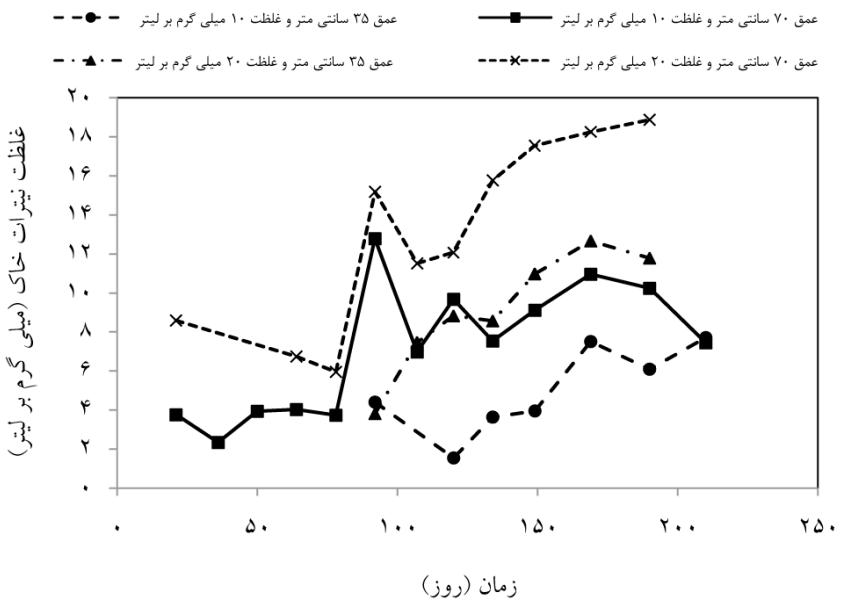
نتایج و بحث

بررسی روند تغییرات شوری و نیترات نسبت به زمان

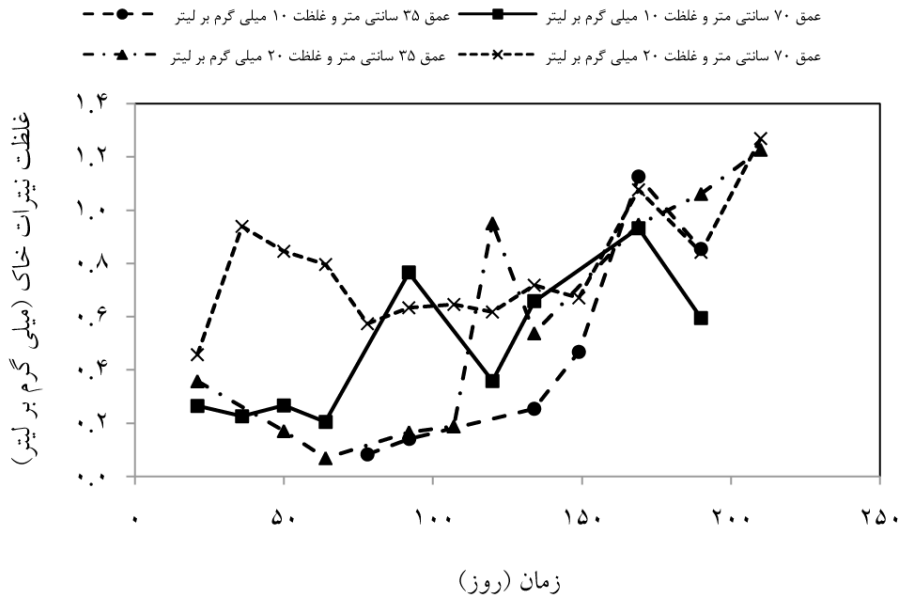
روند تغییرات نیترات در دو عمق 35 و 70 سانتی‌متری خاک در گیاه وتیور در شکل 1 نشان داده شده است. میزان حذف نیترات توسط گیاه وتیور در عمق 35 سانتی‌متری بیش‌تر به‌دست آمد که این کاهش می‌تواند به دلیل تجمع بیش‌تر ریشه‌های گیاه در این عمق باشد. به طور کلی گیاه وتیور دارای سیستم ریشه حجیم با ساختار ظریف است که می‌تواند به سرعت رشد کرده و باعث مقاومت آن در مقابل جریانات قوی آبی و بادی می‌گردد (Truong., 1999; Wagner et al., 2003). در این آزمایش نیز این گیاه نسبت به دو گونه دیگر دارای استقرار بهتری در مقابل وزش باد و جریانات جوی بود. روند تغییرات نیترات به گونه‌ای بود که از سطح خاک تا ناحیه توسعه ریشه در هفته‌های مختلف سیر صعودی وجود داشت و پس از رسیدن به یک مقدار حداکثر سیر نزولی را طی نموده و این رفتار در زمان‌های بعد نیز به صورت دوره‌ای تکرار شد. هم‌چنین مشاهده شد که میزان کاهش نیترات توسط این گیاه در تیمار غلظت 20 میلی‌گرم بر لیتر نسبت به تیمار دیگر کم‌تر بود که نشان‌دهنده عملکرد بهتر گیاه وتیور در غلظت کم‌تر نیترات می‌باشد. واگنر و همکاران (Wagner et AL., 2003) نشان دادند که غلظت‌های بیش‌تر از 6000 کیلوگرم بر هکتار در سال نیتروژن تاثیر چندانی بر روند رشد گیاه وتیور ندارد هرچند تا غلظت 10000 کیلوگرم بر هکتار در سال این تاثیر معکوس نبود.

شکل 2 نشان دهنده مقدار جذب بیش‌تر گیاه تیفا در عمق 35 سانتی‌متری است و این میزان با گذشت زمان کاهش یافت که می‌تواند به‌دلیل افزایش تجمع نیترات در منطقه ریشه و عدم توانایی گیاه در جذب نیترات در مدت زمان طولانی باشد. در تیمار غلظت 10 میلی‌گرم بر لیتر نیترات، مقدار کاهش نیترات توسط گیاه تیفا بیش‌تر از تیمار دیگر بود که این نشان‌دهنده توانایی بیش‌تر این گیاه در جذب نیترات در غلظت‌های کم است.

1- Excel



شکل 1- روند تغییرات نیترات در گیاه وتیور نسبت به زمان در دو عمق 35 و 70 سانتی‌متر در تیمار غلظت 10 و 20 میلی‌گرم بر لیتر



شکل 2- روند تغییرات نیترات در گیاه تیفا نسبت به زمان در دو عمق 35 و 70 سانتی‌متر در تیمار غلظت 10 و 20 میلی‌گرم بر لیتر

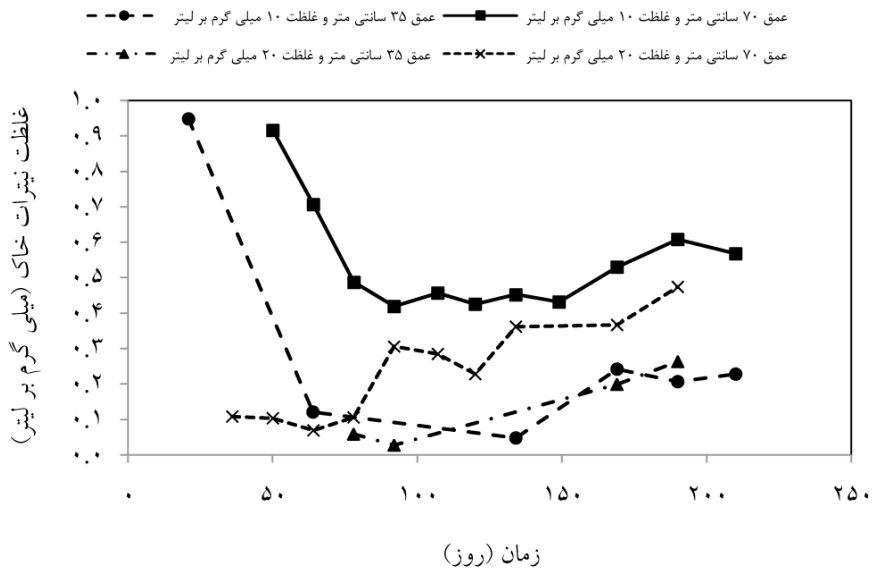
شکل 3 نشان می‌دهد کـه غلظـت نیتـرات در تیمـار غلظـت 10 میلی‌گرم بر لیتر، توسط گیاه نی در طول زمان کاهش یافتـه و میـزان کاهش غلظت در عمق 35 سانتی‌متری مشابه دو گونه دیگر بیش‌تر از عمق 70 سانتی‌متر بود. هم‌چنین نوسان مقادیر نیترات در هر دو عمق نسبت به دو تیمار گیاهی دیگر کم‌تر بود. روند افزایش مقادیر نیتـرات در روز 134 مشاهده گردید که می‌تواند حداکثر رشد و توانـایی ریشـه در جذب نیترات باشد. اما در تیمار غلظت اولیه 20 میلی‌گرم بر لیتـر از روز 92 به بعد میزان جذب نیترات کم‌تر از روزهـای ابتـدایی آزمـایش بود.

با توجه به اینکه عواملی مانند تغییـرات دمـا، اسـیدیته و تبخیـر-تعرق بر میزان نیترات جذب شده توسط گیاهان مـوثر اسـت، در ایـن تحقیق این عوامل اندازه‌گیری شدند. شکل 4 روند صـعودی تغییـرات دما در طول انجام آزمـایش را نشـان مـی‌دهـد کـه از مقایسـه آن بـا شکل‌های 5 تا 7 می‌توان نتیجه گرفت که میزان تبخیر-تعـرق گیـاه

وتیور با افزایش دما زیاد شد و حداکثر مقدار آن 6/2 میلی‌متر بر روز در غلظت 10 میلی‌گرم بر لیتر مشاهده گردید.

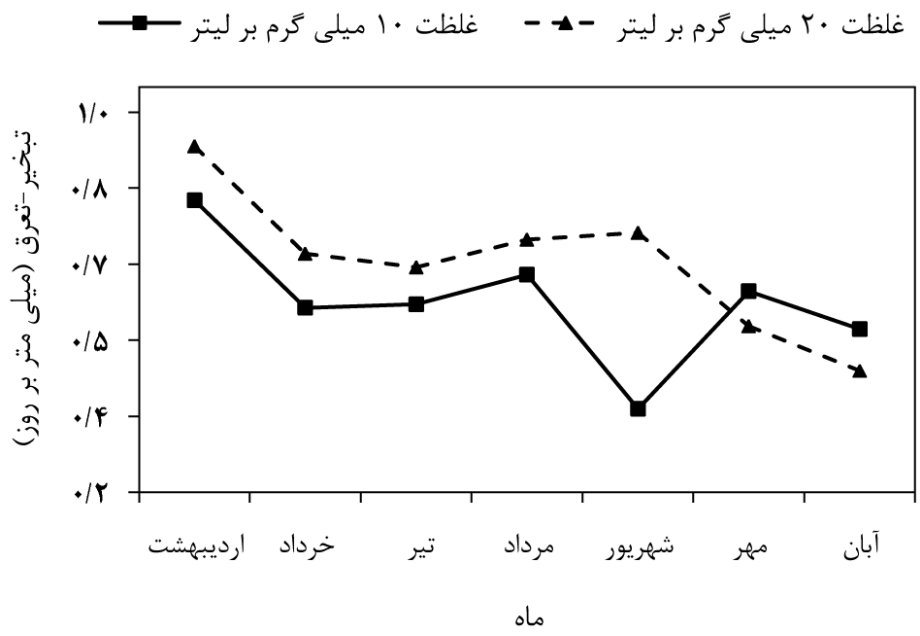
در گیاه تیفا جز در مهر ماه مقدار تبخیر-تعرق در تیمار غلظت 20 میلی‌گرم بر لیتر بیش‌تر از تیمار دیگر ثبت شد و در گیاه نی از ماه مرداد به بعد میزان تبخیر-تعرق در تیمار غلظت 10 میلی‌گرم بر لیتر افزایش یافت و به طور کلی بیش‌ترین و کم‌ترین میزان تبخیر-تعرق به‌ترتیب مربوط به گیاهان وتیور و نی بود.

تغییرات اسیدیته خاک توسط گیاهان وتیور، تیفا و نی در شکل‌های 8 تا 10 نشان داده شده است. مطابق با این شکل‌ها گیاه وتیور تا روز 169 آزمایش (شهریور ماه) توانسته مقدار اسیدیته خاک را در تیمار غلظت 10 میلی‌گرم بر لیتر در عمق 70 سانتی‌متری، بیش‌تر از عمق 35 سانتی‌متری کاهش دهد و از روز 169 تا پایان آزمایش اسیدیته در عمق 35 سانتی‌متری خاک مقدار کم‌تری به‌دست آمد.

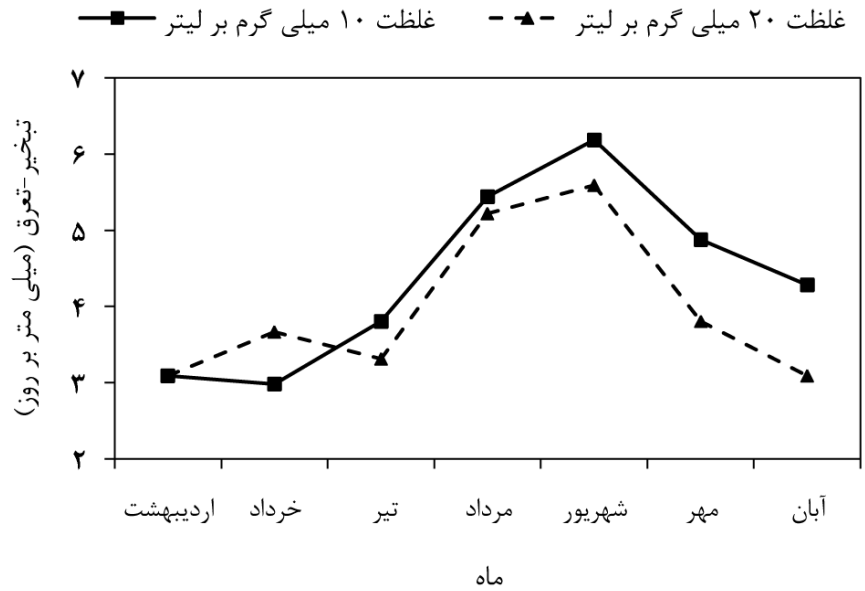


شکل 3- روند تغییرات نیترات در گیاه نی نسبت به زمان در دو عمق 35 و 70 سانتی‌متر در تیمار غلظت 10 و 20 میلی‌گرم بر لیتر

شکل 4- نمودار تغییرات دما در طول انجام آزمایش

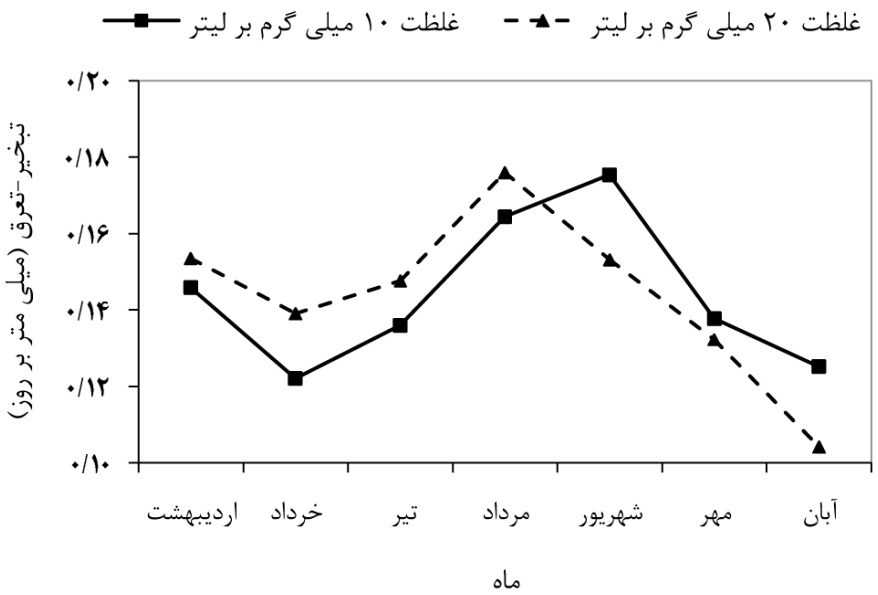


شکل 5- تغییرات تبخیر-تعرق گیاه وتیور نسبت به زمان در تیمار غلظت 10 و 20 میلی‌گرم بر لیتر



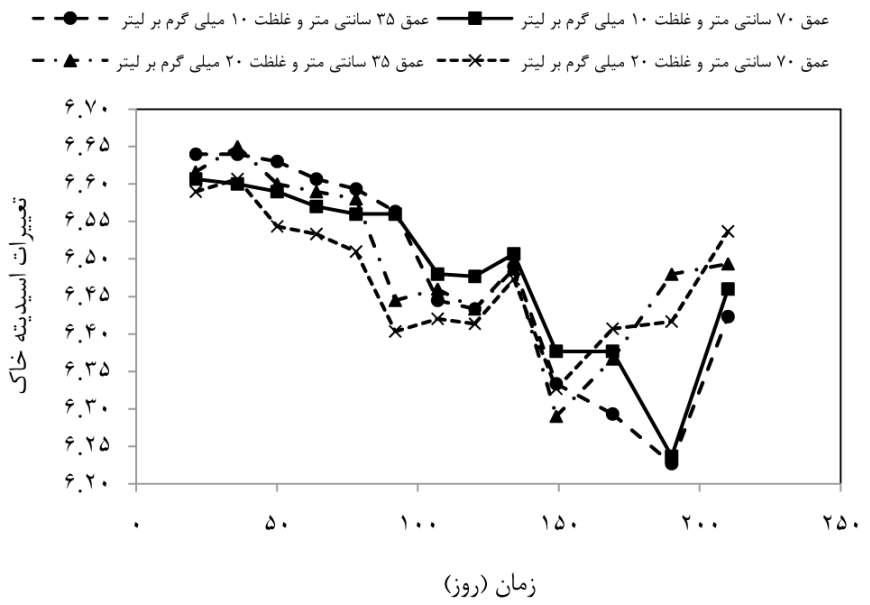
شکل 6- نمودار تغییرات تبخیر-تعرق گیاه تیفا نسبت به زمان در تیمار غلظت 10 و 20 میلی‌گرم بر لیتر

همین حالت برای گیاه وتیور در تیمار غلظت 20 میلی‌گرم بر لیتر در روز 92 (خرداد ماه)، در هر دو تیمار غلظت 10 و 20 میلی‌گرم بر لیتر برای گیاه تیفا در روز 92 و برای گیاه نی در تیمار غلظت 10 میلی‌گرم بر لیتر در روزهای 134 تا 210 و در تیمار غلظت 20 میلی گرم بر لیتر در روزهای 92 تا 169 و روز 210 آزمایش روی داد. نتایج حاکی از آن است که هر سه گیاه تمایل به کاهش اسیدیته خاک داشتند، هر چند این کاهش در گیاه نی بیش‌تر مشاهده شد. بنابراین مقایسه تغییرات دما، اسیدیته و تبخیر-تعرق سه گیاه نشان می‌دهد که در طول آزمایش با افزایش دما و میزان تبخیر-تعرق گیاهان، مقدار اسیدیته خاک به طور کلی روندی کاهشی داشت و به تبع آن مقدار نیترات جذب شده توسط گیاهان نیز تمایل به کم‌تر شدن نشان داد و در گیاه نی میل به کاهش هم در مقدار نیترات و هم در میزان اسیدیته خاک بیش‌تر از گیاهان وتیور و تیفا بود.

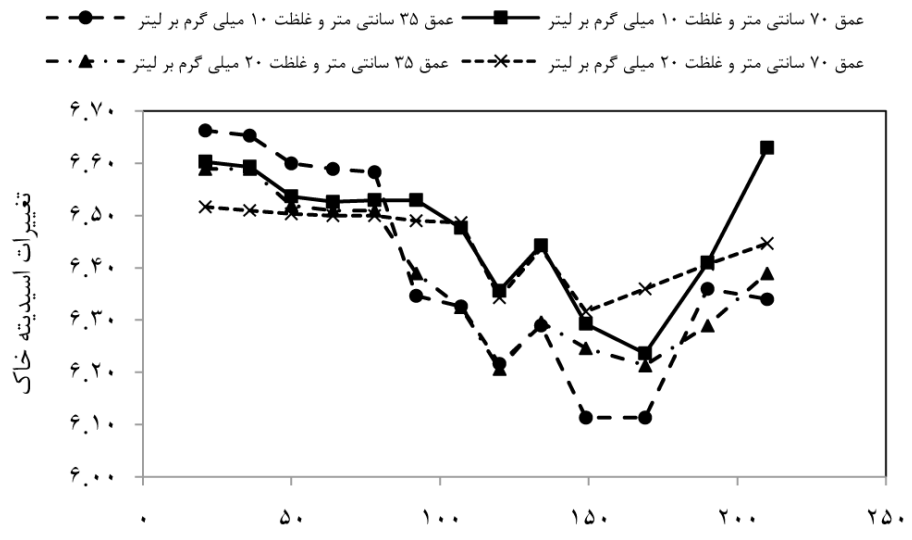


شکل 7- نمودار تغییرات تبخیر-تعرق گیاه نی نسبت به زمان در تیمار غلظت 10 و 20 میلی‌گرم بر لیتر

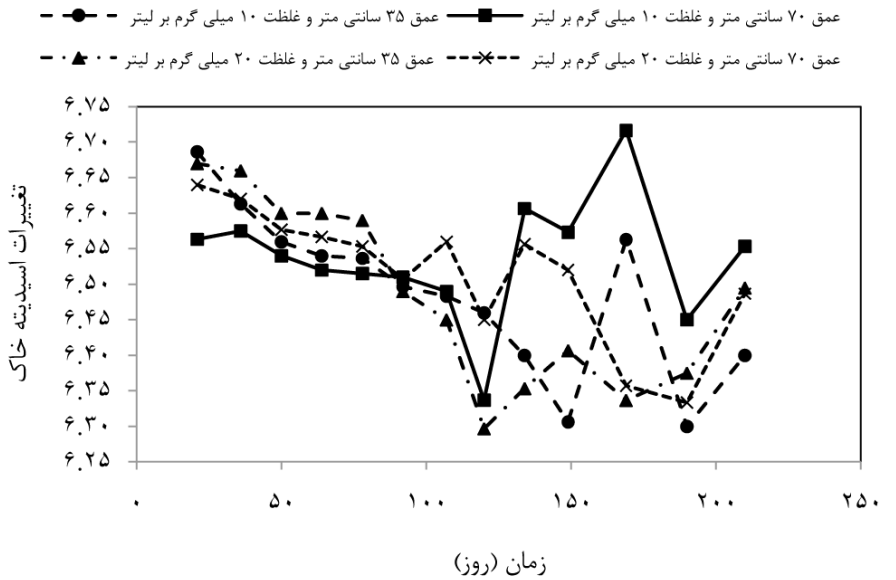
تغییرات هدایت الکتریکی خاک توسط سه گیاه درشکل‌های 11 تا 13 آورده شده است. شکل 11 حاکی از انطباق بالای مقادیر هدایت الکتریکی خاک در هر دو تیمارهای عمق و غلظت گیاه وتیور است که به‌جز در روزهای 120 و 169 آزمایش در تیر و شهریور ماه، روند نزولی داشت. با توجه به نتایج، گیاه وتیور تا روز 150 توانست حدود 70 الی 75 درصد شوری خاک را کاهش دهد. این گیاه 20 روز پس از روز 150ام توانایی جذب شوری از خاک را نشان داد و اگر چه شیب کاهش شوری مانند 150 روز اول نبود، اما روند کاهشی مشاهده گردید.



شکل 8- تغییرات اسیدیته در گیاه وتیور نسبت به زمان در دو عمق 35 و 70 سانتی‌متر در تیمار غلظت 10 و 20 میلی‌گرم بر لیتر



شکل 9- نمودار تغییرات اسیدیته در گیاه تیفا نسبت به زمان در دو عمق 35 و 70 سانتی‌متر در تیمار غلظت 10 و 20 میلی‌گرم بر لیتر

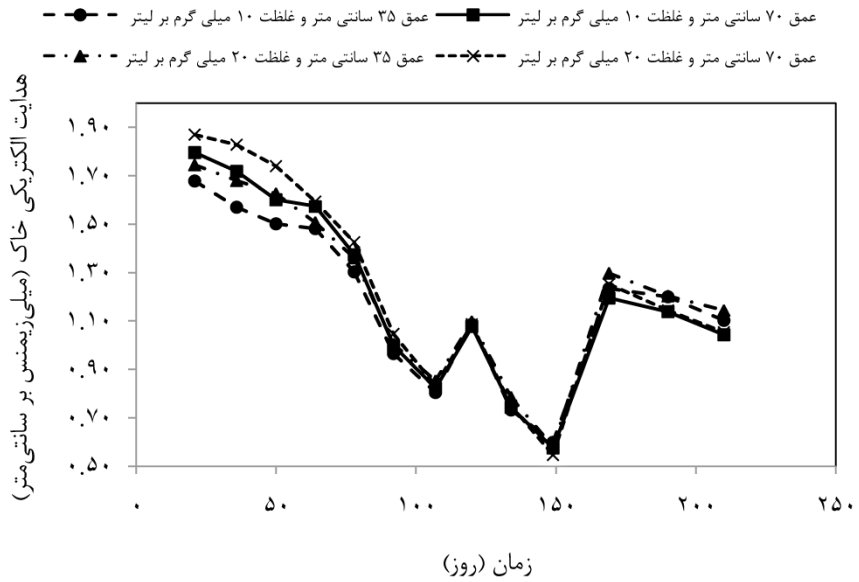


شکل 10- نمودار تغییرات اسیدیته در گیاه نی نسبت به زمان در دو عمق 35 و 70 سانتی‌متر در تیمار غلظت 10 و 20 میلی‌گرم بر لیتر

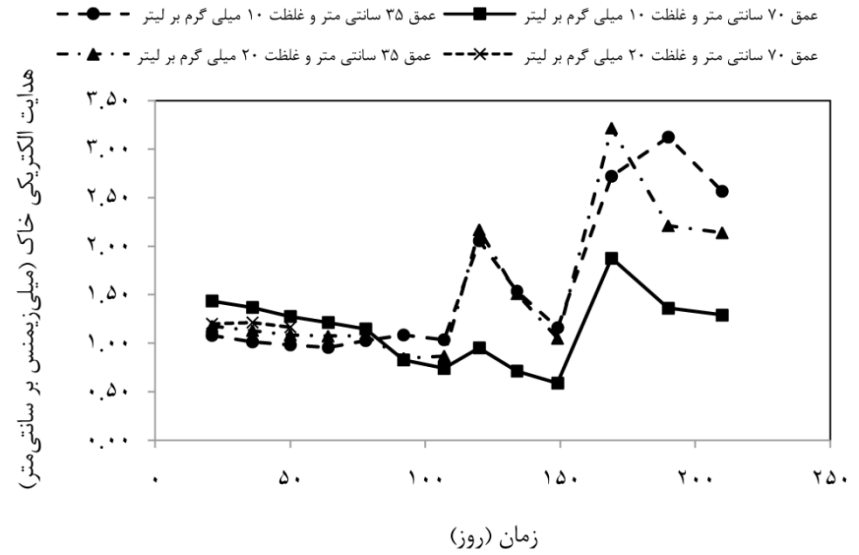
با توجه به شکل 12 گیاه تیفا تا روز 92 آزمایش (خرداد ماه) میزان هدایت الکتریکی خاک را در هر دو تیمار عمق و غلظت ثابت نگه‌داشت و بعد از آن روند صعودی همراه با نوسان مشاهده شد. روند تغییرات شوری حاکی از آن است که گیاه تیفا در خصوص کاهش شوری موفق نبود. شکل 13 نشان می‌دهد گیاه نی تا روز 107 آزمایش یعنی تیر ماه هدایت الکتریکی خاک را کاهش داد و بعد از این تاریخ، روند نوسانی با رویکرد کلی صعودی مشاهده شد. بررسی مقادیر شوری در ابتدا و روز 107 آزمایش (ابتدای فصل تابستان) نشان داد که گیاه نی حدود 40 الی 45 درصد در کاهش شوری موفق عمل نموده است و بعد از روز 107 گیاه تقریبا توانایی اثرگذاری بر شوری را از دست داده است.

تحلیل آماری اثر تیمارهای مورد بررسی بر عملکرد سه گیاه وتیور، تیفا و نی

به منظور بررسی اثر مرحله رشد گیاه بر جذب نیترات، اثر زمان بر جذب نیترات در هر گیاه (میانگین سه تکرار) مورد تحلیل آماری قرار گرفت و معنی‌داری آن در سطح احتمال 5 درصد بررسی شد.

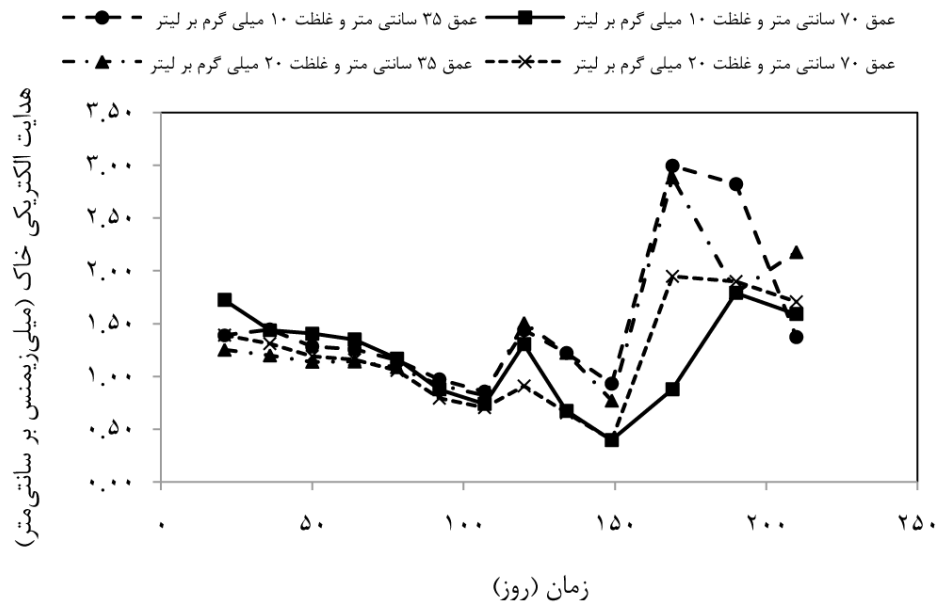


شکل 11- نمودار تغییرات هدایت الکتریکی در گیاه وتیور نسبت به زمان در دو عمق 35 و 70 سانتی‌متر در تیمار غلظت 10 و 20 میلی‌گرم بر لیتر



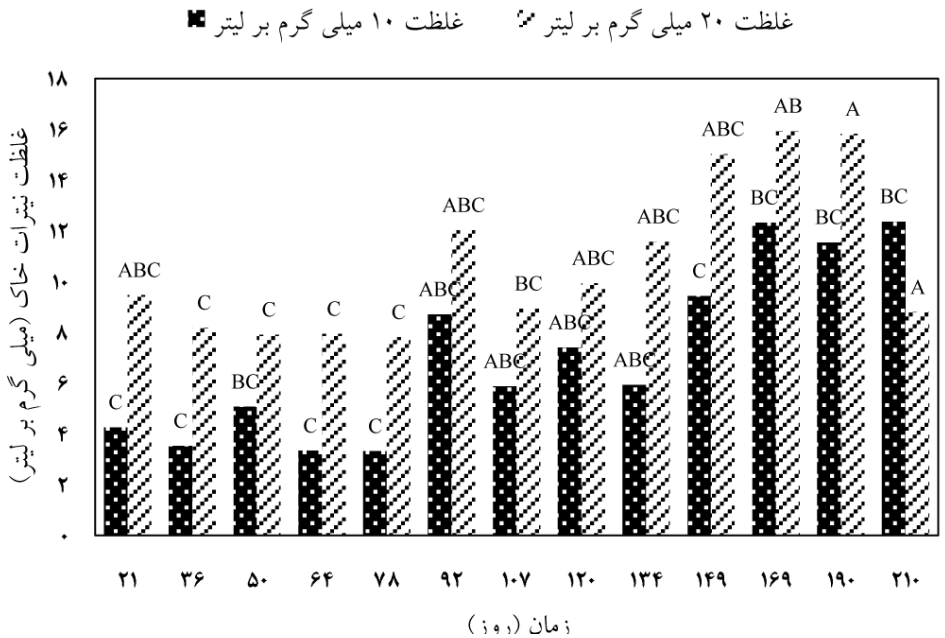
شکل 12- نمودار تغییرات هدایت الکتریکی در گیاه تیفا نسبت به زمان در دو عمق 35 و 70 سانتی‌متر در تیمار غلظت 10 و 20 میلی‌گرم بر لیتر

شکل‌های 14 تا 16 خلاصه نتایج تحلیل آماری آزمون دانکن به منظور بررسی اثر زمان بر حذف مقادیر نیترات را به‌صورت نموداری نشان می‌دهند. همان‌طور که در شکل 14 مشخص است مقادیر نیترات اندازه‌گیری شده برای گیاه وتیور در تیمار غلظت 20 میلی‌گرم بر لیتر در روزهای 190 و 210 و در تیمار غلظت 10 میلی‌گرم بر لیتر در روزهای 169، 190 و 210 با تمام روزهای ابتدایی آزمایش تفاوت معنی‌دار داشتند. در گیاه تیفا در تیمار غلظت 20 میلی‌گرم بر لیتر مقادیر نیترات اندازه‌گیری شده با یکدیگر در سطح 5 درصد اختلاف معنی‌داری نداشتند (شکل 15)، ولی برای گیاه نی (شکل 16) در تیمار غلظت 10 میلی‌گرم بر لیتر در روزهای 169 و 190 با روزهای 64، 107 و 120 و سایر روزهای آزمایش اختلاف معنی‌داری در سطح 5 درصد مشاهده شد. این در حالی است که در مقادیر نیترات گیاه نی در تیمار غلظت 20 میلی‌گرم بر لیتر تا 78 روز پس از آزمایش تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد و از روز 92 تا 120 آزمایش نیز مقادیر در سطح 5 درصد اختلاف معنی‌داری نداشتند. هم‌چنین در تیمار غلظت 10 میلی‌گرم بر لیتر از روز 64 تا 149 تفاوت معنی‌داری دیده نشد و از روز 149 تا پایان آزمایش نیز تفاوت معنی‌داری مشاهده نگردید.

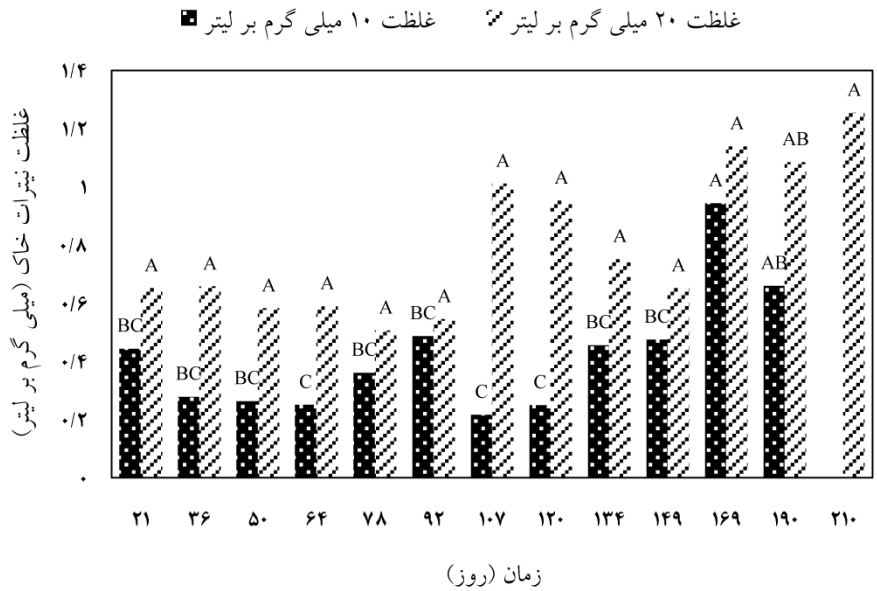


شکل 13- نمودار تغییرات هدایت الکتریکی در گیاه نی نسبت به زمان در دو عمق 35 و 70 سانتی‌متر در تیمار غلظت 10 و 20 میلی‌گرم بر لیتر

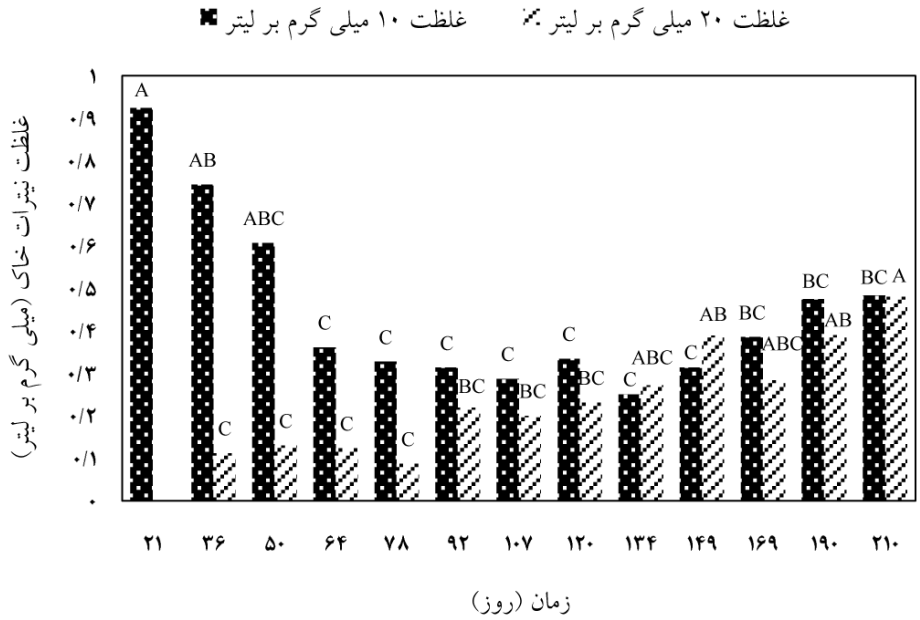
نتایج حاصل از بررسی میانگین نیترات تیمارهای گیاهی در عمق‌های 35 و 70 سانتی‌متر و غلظت‌های 10 و 20 میلی‌گرم بر لیتر (جدول 2) نشان می‌دهد که میزان نیترات در گیاه وتیور در هر دو تیمار عمق و غلظت دارای تفاوت معنی‌دار بود و حداکثر میزان آن در تیمار عمق 70 سانتی‌متر و غلظت 20 میلی‌گرم بر لیتر و حداقل مقدار آن در عمق 35 سانتی‌متر و غلظت 10 میلی‌گرم بر لیتر به‌ترتیب به میزان 21/796 و 0/166 مشاهده شد. در گیاه تیفا، مقدار نیترات در تیمار غلظت 10 میلی‌گرم بر لیتر در دو عمق اختلاف معنی‌دار مشاهده نشد و در عمق 35 سانتی‌متری حداقل مقدار نیترات به میزان 0/052 میلی‌گرم بر لیتر ثبت شد.



شکل 14- تحلیل آماری میانگین غلظت نیترات خاک نسبت به زمان در گیاه وتیور در تیمار غلظت 10 و 20 میلی‌گرم بر لیتر نیترات در سطح احتمال 5 درصد



شکل 15- تحلیل آماری میانگین غلظت نیترات خاک در تیفا در تیمار غلظت 10 و 20 میلی‌گرم بر لیتر نیترات در سطح احتمال 5 درصد



شکل 16- تحلیل آماری میانگین غلظت نیترات خاک در نی در تیمار غلظت 10 و 20 میلی‌گرم بر لیتر نیترات در سطح احتمال 5 درصد

اما در تیمار غلظت 20 میلی‌گرم بر لیتر در دو عمق تفاوت معنی‌دار بود و بیش‌ترین مقدار نیترات در عمق 70 سانتی‌متری خاک 4/206 میلی‌گرم بر لیتر اندازه‌گیری شد. مقدار نیترات مشاهده شده در هر دو عمق در گیاه نی در هر دو غلظت 10 و 20 میلی‌گرم بر لیتر دارای تفاوت معنی‌دار بود و بیش‌ترین و کم‌ترین مقدار نیترات در عمق 35 سانتی‌متری و برای غلظت‌های 10 و 20 میلی‌گرم بر لیتر نیترات، به‌ترتیب به میزان 1/099 و 0/008 میلی‌گرم بر لیتر بود. مقادیر زیاد خطای استاندارد در گیاه وتیور نشان از نوسان بیش‌تر مقادیر نیترات مشاهده شده نسبت به مقدار میانگین است که حاکی از اثرپذیری بیش‌تر این گیاه از عوامل محیطی در روند رشد و آزمایش دارد.

داده‌های حاصل از تجزیه آماری (جدول 3) نشان داد که گیاهان تیفا و نی از نظر جذب نیترات با یکدیگر اختلاف معنی‌داری نداشتند، اما گیاه وتیور از لحاظ آماری با گیاهان تیفا و نی در سطح 5 درصد اختلاف معنی‌داری داشت. دلیل این امر را می‌توان مرتبط با سیستم ریشه منشعب این گیاهان دانست به‌طوری‌که تعداد و حجم اندام‌های

هـوایی گیاهـان تیفـا و نـی در مخـازن بـا گذشـت زمـان افـزایش چشم‌گیرتری نسبت به گیاه وتیور در طول انجـام آزمـایش داشـت. از آن‌جا که میزان جذب با سیسـتم ریشـه رابطـه مسـتقیم دارد، جـذب نیترات توسط ریشه این گیاهان نیز بیش‌تر از وتیـور بـه‌دسـت آمـد و نتایج نیز بیان‌گر عملکرد موفق‌تر تیفا و نی در کـاهش نیتـرات اسـت. نتایج تحلیـل آمـاری و مقـادیر حـداقل، حـداکثر و میـانگین هـدایت الکتریکی به ازای هر گیاه (جدول 4) نشان داد که گیاهان وتیور، تیفـا و نی در کاهش میزان هدایت الکتریکی در سـطح 5 درصـد اخـتلاف معنی‌داری با یکدیگر نداشتند. هم‌چنین بیش‌ترین و کـم‌تـرین مقـدار هدایت الکتریکی در گیاه نی، به مقدار 4/175 و 0/124 میلی‌زیمـنس بر سانتی‌متر مشاهده شد. میزان خطای استاندارد بیش‌تر در گیـاه نـی نشان از نوسان بیش‌تر مقادیر هدایت الکتریکی در این گیاه طی مدت زمان آزمایش داشت. بنابراین اگرچه ایـن گیـاه بـه‌طـور میـانگین در کاهش هدایت الکتریکی تفاوت معنی‌داری با دو گیاه دیگر نداشت، اما روند تغییرات هـدایت الکتریکـی در ایـن گیـاه از نوسـان بـیش‌تـری برخوردار بود. نتایج تحلیل آماری بـر روی بررسـی اثـر نـوع گیـاه بـر تغییرات اسیدیته خاک، حاکی از معنی‌دار بودن اخـتلاف سـه گیـاه در کاهش اسیدیته در سطح 5 درصد بود (جدول 5) و گیاهان وتیور و تیفا به ترتیب با اسیدیته برابر با 6/74 و 6/07 بیش‌ترین و کم‌ترین مقادیر را به خود اختصاص دادند. بنابراین با وجود این‌کـه سـه گیـاه از نظـر تغییر در میزان هدایت الکتریکی با یکدیگر اختلاف معنی‌دار در سطح 5 درصد نداشتند، اما گیاه تیفـا در کـاهش اسـیدیته از دو گیـاه دیگـر موفق‌تر عمل نمود.

جدول 2- نتایج تحلیل آماری تیمارهای گیاهی در عمق‌ها و غلظت‌های مختلف با استفاده از آزمون چنددامنه‌ای دانکن

گیاه	عمق (cm)	غلظت محلول نیترات (mg/l)	حداقل غلظت (mg/l)	حداکثر غلظت (mg/l)	میانگین غلظت (mg/l)	خطای استاندارد
وتیور	35	10	0/166	20/684	5/911a*	0/969
	70	10	2/295	21/757	8/903b	0/616
	35	20	0/268	16/393	8/617b	0/789
	70	20	1/310	21/796	13/008c	0/892
تیفا	35	10	0/052	0/854	0/360d	0/068
	70	10	0/127	0/980	0/531d	0/080
	35	20	0/033	1/826	0/510d	0/051
	70	20	0/094	4/206	0/986e	0/110
نی	35	10	0/026	1/099	0/327f	0/063
	70	10	0/069	1/051	0/141g	0/021
	35	20	0/008	0/388	0/492h	0/041
	70	20	0/027	0/868	0/291f	0/032

*حروف مشابه در ستون همه جداول نشان دهنده عدم معنی‌داری تیمار می‌باشد

جدول 3- نتایج تحلیل آماری میانگین نیترات در تیمارهای مختلف گیاه با استفاده از آزمون چنددامنه‌ای دانکن

گیاه	میانگین (mg/litr)	خطای استاندارد
وتیور	9/370a*	0/465
تیفا	0/633b	0/048
نی	0/331b	0/024

جدول 4- نتایج تحلیل آماری هدایت الکتریکی در تیمارهای مختلف گیاه با استفاده از آزمون چنددامنه‌ای دانکن

گیاه	حداقل هدایت الکتریکی (ms/cm)	حداکثر هدایت الکتریکی (ms/cm)	میانگین هدایت الکتریکی (ms/cm)	خطای استاندارد
وتیور	0/524	2/013	1/220a*	0/030
تیفا	0/489	3/122	1/264a	0/045
نی	0/124	4/157	1/230a	0/050

جدول 5- نتایج تحلیل آماری بررسی اثر نوع گیاه بر میانگین اسیدیته خاک با استفاده از آزمون چنددامنه‌ای دانکن

گیاه	حداقل اسیدیته	حداکثر اسیدیته	میانگین اسیدیته	خطای استاندارد
وتیور	6/12	6/74	6/47a	0/01
تیفا	6/07	6/69	6/44b	0/01
نی	6/11	6/70	6/52c	0/01

نتیجه‌گیری

در پژوهش حاضر روند کاهش نیترات و هدایت الکتریکی در دو عمق 35 و 70 سانتی‌متری و دو غلظت 10 و 20 میلی‌گرم بر لیتر نیترات مورد بررسی قرار گرفت که نتایج نشان داد بیش‌ترین جذب نیترات مربوط به گیاه نی می‌باشد که این مقادیر در تیمار غلظت 10 و عمق 70 سانتی متر و تیمار غلظت 20 میلی‌گرم بر لیتر و تیمار عمق 35 سانتی‌متر، به‌ترتیب 98/59 و 97/54 درصد محاسبه گردید. هم‌چنین مقادیر حذف برای تیمار گیاه تیفا در عمق 35 سانتی متری و تیمار غلظت 10 میلی‌گرم بر لیتر 96/40 درصد و در عمق 70 سانتی‌متری و تیمار غلظت 20 میلی‌گرم بر لیتر 95/07 درصد بود که نشان دهنده توزیع مناسب و تراکم زیاد ریشه این دو گیاه در مخزن‌ها می‌باشد. گیاه وتیور نیز با 40/89 درصد حذف نیترات در عمق 35 سانتی‌متری و غلظت 10 میلی‌گرم بر لیتر و 34/96 درصد حذف در عمق 70 سانتی‌متر و غلظت 20 میلی‌گرم بر لیتر، کم‌ترین میزان جذب نیترات را به خود اختصاص داد. بنابراین نی، با توجه به عدم معنی‌دار در سطح 5 درصد با تیفا، به‌عنوان گیاه موثر در جذب نیترات خاک و کاهش هدایت الکتریکی توصیه می‌شود.

منابع

اکبرزاده،ع.، وخشوری،م، جمشیدی،ش و خالصی‌دوست،م. 1394. بررسی عملکرد گیاه وتیور در حذف مواد مغذی از فاضلاب. مجله آب و فاضلاب. 26. 1: 67-57.

خوش‌نواز،ص.، برومندنسب،س و معاضد،ه. 1393. بررسی بازده حذف نیترات فاضلاب کشاورزی کشت و صنعت کارون در تالاب مصنوعی جریان سطحی با کشت گیاه وتیور (Vetiveria zizaniodes). اکوبیولوژی تالاب. 6. 21: 15-5.

فلاحی،ف.، آیتی،ب و گنجی‌دوست،ح. 1390. حذف نیترات توسط فرآیند گیاه‌پالایی در مقیاس آزمایشگاهی. مجله آب و فاضلاب. 23. 81: 75-65.

صادق‌پور،ح. ترابیان،ع. و مهردادی،ن. 1379. حذف نیتروژن و فسفر از فاضلاب‌های شهری با استفاده از نیزارهای مصنوعی. مجله محیط شناسی. 25: 22-11.

صمیمی لقمانی،س. عباس‌پور،ع. قاسم‌زاده گنجه‌ای،م و سمسار،ه. 1392. نقش گیاه آبزی لویی در حذف نیتروژن و فسفر از پساب شهری. نشریه پژوهش‌های حفاظت آب و خاک. 20. 5: 114-99.

میرزایی،س و جعفرزاده حقیقی‌فرد،ن.ا. 1391. بررسی میزان کارایی تالاب مصنوعی زیرسطحی در کاهش ازت آمونیاکی و فسفر از فاضلاب مصنوعی مشابه خانگی در مقیاس آزمایشگاهی. مجله تحقیقات نظام سلامت. 8. 4: 613-600.

Baskar,G., Deeptha,V.T and Abdul Rahaman,A. 2009 Root Zone Technology for Campus Wastewater Treatment. Environmental Research and Development. 3.3: 695-705.

Bavor,H.J and Mitchell,D.S. 1994. Wetland Systems in water Pollution Control. Water Science and Technology. 29.4: 1-336.

Calheiros,C., Rangel,A and Castro,P. 2009. Treatment of industrial wastewater with two stage constructed wetlands planted with Typha latifolia and Phragmites australis, Bioresource Technology. 100: 3205-3213.

DeBusk,W. 1999. Wastewater Treatment Wetlands: Contaminant Removal Processes. SL155, Soil and Water Science Department Institute of Food and Agriculture science. University of Florida.

Jampeetong,A., Brix,H and Kantawanichkul,S. 2012. Effects of inorganic nitrogen forms on growth, morphology, nitrogen uptake capacity and nutrient allocation of four tropical aquatic macrophytes (Salvinia cucullata, Ipomoea aquatica, Cyperus involucratus and Vetiveria zizanioides), Aquatic Botany. 97:10-16.

Klink,A. Macioł,A. Wisłocka,M and Krawczyk,J. 2013. Metal accumulation and distribution in the organs of Typha latifolia L. (cattail) and their potential use in bioindication, Limnologica. 43: 164-168.

Quan,W.M., Han,J.D., Shen,A.L., Ping,X.Y., Qian,P.L., Li,C.J., Shi,L.Y and Chen,Y.Q. 2007. Uptake and distribution of N, P and heavy metals in three dominant salt marsh macrophytes from Yangtze River estuary, China. Mar. Environmental Resource. 64: 21-37.

Standard Methods for the Examination of Water and

Vymazal,J. 2007. Removal of nutrients in various types of constructed wetlands. Science Total Environment. 380 (1-3): 48-65.

Wagner,S., Truong,P., Vieritz,A and Smeal,C. 2003. Response of Vetiveri grass to extreme nitrogen and phosphorus supply. Proc. Third International Vetiver Conference. China.

Xiao,W., Bao-ping,H., Ying-zheng,S and Zong-qiang,P. 2009. Advanced wastewater treatment by integrated vertical flow constructed wetland with Vetiveria zizanioides in north China. Procedia Earth Planet Science. 1: 1258-1262.

Waste water .2013. 22nd Edition. Publication of the American Public Health Association (APHA), the American Water Works Association (AWWA), and the Water Environment Federation (WEF).

Truong,P.N.V. 1999. Vetiver grass technology for mine tailings rehabilitation. International Erosion Control Association, editor. Proceedings of the First Asia Pacific Conference on Ground and Water Bio-engineering for Erosion Control and Slope Stabilization, Manila, The Philippines. Pp. 315-25.

US EPA. 1999. estimated national occurrence and exposure to Nitrate and Nitrite in Public drinking water supplies. Washington, DC: United States Environmental Protection Agency (UAEPA). Pp. 1-77.

Iranian Journal of Irrigation and Drainage
No. 1, Vol. 11, Apr.-May. 2017, p. 113-127

نشریه آبیاری و زهکشی ایران
شماره1، جلد 11، فروردین - اردیبهشت 1396، ص. 127-113

Effect of Plant Vetiver, Typha and Reed on Improvement of Paddy Field Drains (Case study: Guilan province)

M. Navadian[*1], K. Kochaki Pastaki[2], M. Esmaeili Varaki[3]
Recived: Jan.06, 2016 Accepted: Nov.22, 2016

Abstract

Salinity and nitrate of drainage water are the main reasons of agricultural pollutant. Decentralization of agriculture land, variety of contaminants and the high volume of agricultural waste led to reduce the performance of conventional strategies of nitrate and salinity removal. This study aimed to evaluate the phytoremediation strategy to reduce salinity and nitrate in agricultural drainage, and reduced ability to absorb nitrate salt by three Vetiver, Typha and Reed was investigated in the region of Guilan province in a randomized complete block design with three replications. So 9 cylindrical boxes with 50 cm diameter and 80 cm height and Silty loam soil texture were prepared and after planting, two treatments of nitrate concentrations including of 10 and 20 mg/l nitrate were exposed during testing. Ability of nitrate and salinity reduction in two depths 35 and 70 cm was determined by measuring the amount of nitrate and salinity in soil extracts. Results showed that the highest amount of nitrate uptake of Reed in concentration 10 mg/l and in 70 cm depth was 98.59% and the lowest nitrate uptake in concentration 20 mg/l and in 70 cm depth was 34.96% for Vetiver. In addition, three plants were significant differences in reduction of pH but the salinity reduction was not significant in 5% level.

Key words: Acidity, Bio remediation, Phytoremediation, Salinity, Water pollution

1- Assistant Professors of Department of Water Engineering, Faculty of Agricultural Sciences, University of Guilan and Depttment of Water Engineering and Environment, Caspian Sea Basin Research Center
2- M.Sc. student of Department of Water Engineering, Faculty of Agricultural Sciences, University of Guilan
(*- Corresponding Author Email: Navabian@guilan.ac.ir)