تحقیقات آب و خاک ایران، دورهٔ ۴۸، شمارهٔ ۱، بهار ۱۳۹۶ (ص ۲۱۶-۲۰۵)

مطالعه میدانی کارایی نوارهای حائل گیاهی در حفاظت آب‌وخاک

ایمان صالح[۱]، عطاءاله کاویان[۲*]، محمود حبیب نژاد روشن[۳]، زینب جعفریان جلودار[۴]

۱. دانش‌آموخته دکتری آبخیزداری، دانشکده منابع طبیعی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری

۲. دانشیار دانشکده منابع طبیعی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری

۳. استاد دانشکده منابع طبیعی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری

۴. دانشیار دانشکده منابع طبیعی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری

(تاریخ دریافت : ۱۳۹۴/۱۰/۲۴ – تاریخ تصویب : ۱۳۹۵/۵/۱۲)

چکیده

نوارهای حائل گیاهی شامل گیاهی خاص می‌باشند که جریان رواناب قبل از ورود به آبراهه‌ها از آن‌ها عبور می‌نماید و این موجب کاهش حجم و آلاینده‌های موجود در رواناب توسط نفوذ، جذب و انباشت رسوب می‌گردند. تحقیق حاضر با هدف ارزیابی و مقایسه تأثیر گیاه وتیور و چمن بومی منطقه ساری (مازندران) و همچنین ترکیب دو گونه مذکور بر کارایی نوارهای حائل گیاهی در کاهش آلاینده‌های آب‌های سطحی شامل رسوب، نیترات و فسفات به انجام رسید. این پژوهش با استفاده از کرت‌های آزمایشی ۱۰×۱ متر و تولید رواناب مصنوعی با دبی ۱/۶۵ لیتر بر ثانیه طی یک سال به انجام رسید. نوارهای حائل گیاهی استفاده‌شده در این تحقیق حجم رواناب را ٪۹۰-۳۵، غلظت رسوب را ٪۹۴-۴۲، غلظت نیترات را ٪۸۸-۳۵ و غلظت فسفات را ٪۹۵-۲۸ کاهش دادند که کلیه مقادیر حداکثر مربوط به تیمار وتیور-چمن بود. با توجه به نتایج به‌دست‌آمده از این تحقیق می‌توان اشاره نمود که گیاه وتیور کارایی بسیار بالایی در کاهش و کنترل آلاینده‌های موجود در رواناب را داراست اما به دلیل احتمال ایجاد جریان‌های متمرکز در فواصل موجود میان بوته‌های این گونه گیاهی، استفاده از یک نوار گیاهی مقاوم و سازگار با اقلیم منطقه و با تراکم، یکنواختی و درصد سطح پوشش مشابه چمن به‌منظور یکنواخت و ورقه‌ای نمودن جریان و درنتیجه افزایش کارایی نوار حائل گیاهی در کاهش حجم رواناب و آلاینده‌های موجود در آن پیش از ورود به آب‌های سطحی توصیه می‌گردد. همچنین برداشت و کوتاه نمودن دوره‌ای گیاه به‌عنوان راهکاری مؤثر به‌منظور مقابله با تجمع تدریجی مواد مغذی و رسوب در نوارهای حائل گیاهی و درنتیجه آلوده شدن رواناب عبوری از این نوارها ارائه گردید.

واژه‌های کلیدی: وتیور، کرت‌های آزمایشی، نیترات، فسفات، غلظت رسوب.

مقدمه

آلودگی آب در دهه‌های اخیر به یک تهدید جدی و در حال گسترش برای جامعه انسانی و اکوسیستم‌های طبیعی تبدیل شده است به‌طوری‌که برای مثال هرساله ۲۵ میلیون نفر در کشورهای فقیر در اثر آلودگی آب از بین می‌روند. این موضوع ضرورت مبارزه با آلودگی سیستم‌های آبی را افزایش می‌دهد (Bu *et al*., 2010). فرسایش خاک و رسوب‌گذاری نیز یکی از معضلات اصلی در بیشتر حوزه‌های آبخیز ایران می‌باشد که تولید رسوب ناشی از آن در حوزه‌ها از محدودیت‌های اساسی در دستیابی به توسعه پایدار بوده (Gholami, 2007)، فرسایش نه‌تنها خاک را از بین می‌برد، بلکه با ایجاد رسوب مواد در آبراهه سبب مسدود شدن آن‌ها و پر کردن مخازن سدها می‌شود (Gvancheng, 2004). بهترین روش‌های مدیریت (BMPs)، رویکردی بسیار شایع در کاهش اثرات مخرب رواناب‌های سطحی می‌باشند و یکی از راهکارهای مؤثر -بهترین روش‌های مدیریت- در کاهش آلودگی در آب‌های سطحی استفاده از نوارهای حائل گیاهی است (Lam *et al*, 2011; Hellberg *et al*, 2008). حائل‌های گیاهی نوارهایی هستند که شامل انواع گیاهان نظیر علف‌ها، درختان و درختچه‌ها یا ترکیبی از آن‌ها می‌باشند که در پایین‌دست اراضی فرسایش‌پذیر و کشاورزی و در کناره رودخانه‌ها تعبیه می‌گردند (Dabney, 2003). به‌عبارت‌دیگر، نوارهای حائل گیاهی شامل گیاهی خاص می‌باشند که جریان قبل از ورود به آبراهه‌ها از آن‌ها عبور می‌نماید و این موجب کاهش حجم رواناب، آفت‌کش‌های انباشته‌شده و دیگر آلاینده های جریان توسط نفوذ، جذب و انباشت رسوب می‌گردند (Otto *et al*., 2012; Yuan *et al*., 2009; Dunn *et al*., 2011) (شکل

* نویسنده مسئول : ataollah.kavian@yahoo.com

Archive of SID
www.SID.ir

۱). گیاه وتیور یک گیاه دائمی گرمسیری و بومی جنوب و جنوب شرق آسیا است که به‌طور طبیعی در اراضی پست و مرتفع و در انواع خاک‌ها می‌روید. این گیاه در هر آب و هوایی می‌تواند زندگی کند و حتی در خشکسالی‌های هندوستان هم خود را توانا نشان داده است (شوشتریان و تهرانی فر، ۱۳۹۰). این گیاه سریع‌الرشد است، ارتفاع آن ۱۵۰ – ۵۰ سانتی‌متر و به گستردگی ۳۰ سانتی‌متر می‌باشد. ریشه‌های وتیور افشان، بسیار منشعب و حجیم بوده و تا عمق ۴-۲ متر در خاک نفوذ می‌کنند که این امر در حفظ آب‌وخاک بسیار مؤثر است (Iranian association for vetiver promotion, 2008). تحقیقات و آزمایش‌هایی که در چین انجام‌گرفته است نشان می‌دهد که وتیور می‌تواند فسفر محلول را پس از ۳ هفته تا ۱۱٪ و ازت محلول را پس از ۵ هفته تا ۲۱٪ کاهش دهد؛ و ظرفیت پاک کردن سالانه ۲۳۱ تن ازت و ۱۵ تن فسفر را در هکتار دارد (Babalola et a., 2007).

در گذشته پژوهش‌های بسیاری در زمینه تأثیر نوارهای حائل گیاهی بر کنترل کیفیت و کمیت رواناب صورت پذیرفته‌اند (Norris, 1993; Delgado *et al*., 1995; Lee *et al*., 2003; Patty *et al*., 1997; Golabi *et al*., 2005; Borina *et al*., 2005; Hay *et al*., 2006; Mankin *et al*., 2007; Duchemin & Hogue, 2009, Borin *et al*., 2010; Milan *et al*., 2014) که در برخی از آن‌ها پژوهشگران تلاش نموده‌اند تا یک دستورالعمل برای کاربرد نوارهای حائل گیاهی در کنترل کیفیت آب تهیه نمایند و معتقدند که نزدیک بودن نوار حائل به منبع آلودگی نقش بسیار مهمی در کارایی آن دارد و ارزش مهم نوارهای حائل گیاهی را نه‌فقط در مفید بودن آن‌ها در کنترل کیفیت آب بلکه در فواید دیگر آن به جهت نگهداری منطقه وسیعی از گیاهان طبیعی می‌دانند (Norris, 1993). برخی محققین نیز پس از مرور اثربخشی نوارهای حائل گیاهی در بهبود کیفیت آب اعلام نمودند که نوارهای حائل گیاهی قادر به از بین بردن آلاینده‌های حاصل از فعالیت‌های کشاورزی یا آلودگی غیر نقطه‌ای هستند (Delgado, *et al*., 1995; Lee *et al*., 2003; Patty *et al*., 1997) درحالی‌که خود خاک نیز می‌تواند تا حدودی این کاهش آلودگی را انجام دهد اما سیستم ترکیب خاک با گیاه بهترین عملکرد را خواهد داشت (Delgado *et al*., 2005). Patty *et al*. (1997) طی انجام پژوهشی گزارش نمودند که نوارهای علفی با طول ۶، ۱۲ و ۱۸ متر حجم رواناب را از ۴۳ تا ۹۹/۹ درصد، مواد جامد معلق را از ۸۷ تا ۱۰۰ درصد، نیترات را از ۴۴ تا ۱۰۰ درصد و فسفر از ۲۲ تا ۸۹ درصد کاهش دادند. Lee *et al*. (2003) معتقدند که ترکیبی از گیاهان مختلف می‌تواند اثربخشی نوارهای حائل گیاهی را در کاهش آلودگی رواناب افزایش دهد درحالی‌که Hay *et al*. (2006) یک آزمایش تجربی به‌منظور ارزیابی اثرات نوارهای حائل گیاهی بر زدودن آلاینده‌هایی نظیر رسوب، مواد مغذی و میکروارگانیسم‌های تولیدشده از اراضی آبی و مراتع را به انجام رساندند و اعلام نمودند که نوار فیلتر مورداستفاده این تحقیق از کارایی بالایی برخوردار نبوده است که این می‌تواند به دلیل حجم بالای رواناب، شیب زیاد و جریان کانالی بوده باشد. Borina *et al*. (2005) نیز نشان دادند که روانابی که از نوار حائل گیاهی عبور نمی‌کند، بیشتر تحت تأثیر مجموع بارندگی است درحالی‌که برای روانابی که از نوار حائل گیاهی عبور می کند، حداکثر شدت بارندگی نقش مهم‌تری ایفا می‌نماید. Golabi *et al*. (2005) در گزارش نتایج تحقیق خود اعلام نمودند که سیستم وتیور نه‌تنها در کنترل فرسایش مؤثر است بلکه کیفیت رواناب را بهبود می‌بخشد. Mankin *et al*. (2007) معتقدند که نوع گیاه مورداستفاده در نوار حائل اثر قابل‌توجهی بر از بین بردن آلاینده‌ها دارد همان‌طور که Duchemin and Hogue (2009) تأثیر اولیه یک سیستم علف/درخت را بر فیلتر کردن و زهکشی رواناب حاصل از یک مزرعه ذرت کوددهی شده با کود مایع حیوانی مورد ارزیابی قراردادند و نشان دادند که نوار علفی، حجم رواناب را تا ۴۰٪، مواد جامد معلق را تا ۸۷٪، فسفر کل را تا ۶۴٪ و نیترات را تا ۳۳٪ کاهش داد، درصورتی‌که نوارهای علف-درخت حجم رواناب را تا ۳۵٪، مواد جامد معلق را تا ۸۵٪، فسفر کل را تا ۸۵٪ و نیترات را تا ۳۰٪ کاهش دادند. Borin *et al*. (2010) مروری بر داده‌های به‌دست‌آمده از تحقیقات انجام‌شده در دهه‌های گذشته در زمینه اجرای نوارهای حائل گیاهی در منطقه ونتو ایتالیا داشتند و گزارش نمودند که نوارهای حائل جوان رواناب کل را تا ۳۳٪، هدررفت نیتروژن را تا ۴۴٪ و هدررفت فسفر را تا ۵۰٪ در مقایسه با نواحی بدون نوار حائل کاهش داده‌اند. همچنین به اعتقاد ایشان یک نوار حائل بالغ قادر است غلظت نیترات و نیتروژن و فسفر را تا ۱۰۰٪ کاهش دهد. Wang *et al*. (2012) طی مطالعه‌ای که بر کاهش نیتروژن و نیترات توسط نوارهای حائل مرتعی و درختی در منطقه آرمیدال استرالیا به انجام رساندند اعلام نمودند که نوارهای حائل درختی و مرتعی تفاوت چندانی در کاهش نیترات آب‌های کم‌عمق و عمیق زیرزمینی نشان ندادند اما نوارهای حائل مرتعی تأثیر بیشتری در کاهش نیترات و نیتروژن رواناب‌های سطحی داشتند. Lambrechts *et al*., (2014) طی پژوهشی تأثیر رشد گیاه و مورفولوژی آن را بر میزان کارایی نوارهای حائل گیاهی با استفاده از

Archive of SID

www.SID.ir

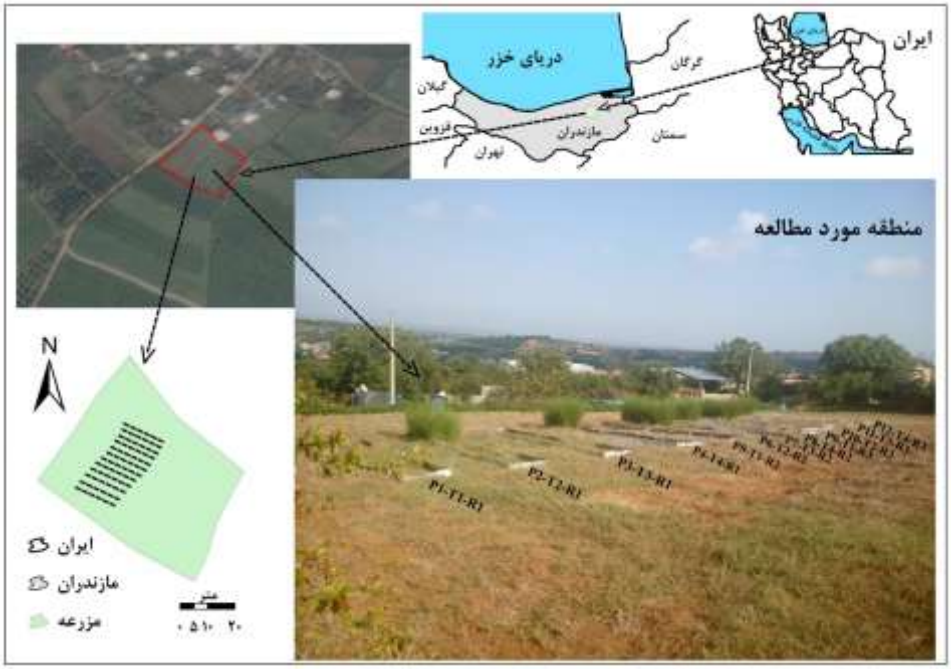
فلوم آزمایشی مورد بررسی قرار دادند که نتایج این تحقیق حاکی از افزایش پتانسیل تله‌اندازی رسوب توسط نوار حائل گیاهی پس از دو ماه رشد بود. همچنین بر اساس گزارش محققین فوق، رشد گیاه و توسعه آن مورفولوژی گیاه و پتانسیل تله‌اندازی رسوب توسط نوار حائل گیاهی را اصلاح نموده و بهبود بخشیده است. همچنین برخی دیگر از محققین با بررسی تأثیر نوارهای حائل گیاهی بر کاهش رواناب سطحی اعلام نمودند که کارایی نوارهای حائل گیاهی بسیار تحت تأثیر یکنواختی پوشش گیاهی این نوارها خصوصاً در ابتدای کاشت آن‌ها است (Milan *et al*, 2014) Campo-Bescos *et al*. (2015) نیز معتقدند که نصب حائل‌های گیاهی متراکم در اراضی فاریاب مناطق آسیب‌پذیر نیمه‌خشک می‌تواند در کاهش اثرات مخرب کشاورزی و بهبود حفاظت محیط‌زیست مؤثر باشد اما نبایستی به آن به‌عنوان یک راهکار جایگزین نگاه کرد بلکه باید به‌عنوان یک روش کنترل آلودگی تکمیلی در کنار دیگر اقدامات خارج از عرصه مورد استفاده قرار گیرد.

همان‌طور که از تحقیقات انجام‌شده برمی‌آید، اثربخشی نوارهای حائل گیاهی در کاهش آلودگی آب‌های سطحی محرز است اما گونه‌های گیاهی و نوع آلاینده‌ها نیز در کارایی آن‌ها تأثیر زیادی دارند؛ بنابراین، مطالعه این نوارها در مناطق مختلف بنا بر گونه‌های گیاهی بومی منطقه، متفاوت است. همچنین مطالعه تأثیر سنین مختلف گیاه در کاهش آلاینده‌ها ضروری می‌نماید. تحقیق حاضر با هدف ارزیابی تأثیر گونه گیاهی و همچنین مرحله رشد آن بر کارایی نوارهای حائل گیاهی در کاهش نیترات و فسفات موجود در آب‌های سطحی به انجام رسیده است.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه

عرصه این تحقیق بخشی از اراضی کشاورزی دیم منطقه میاندرود از توابع شهرستان ساری می‌باشد که در موقعیت جغرافیایی ۵۳ درجه و ۱۰ دقیقه‌ی طول شرقی و ۳۶ درجه و ۳۳ دقیقه عرض شمالی در نیمکره شمالی قرارگرفته است (شکل ۱). ارتفاع عرصه از سطح دریا ۲۳ متر و شیب دامنه موردمطالعه ۱۵ درصد، دارای جهت جغرافیایی شمالی-جنوبی با خاک لوم رسی می‌باشد. مطابق آمار هواشناسی ایستگاه دشت ناز ساری که در فاصله ۵ کیلومتری عرصه واقع شده است، متوسط بارندگی، درجه حرارت و رطوبت نسبی سالانه منطقه به ترتیب ۷۸۹ میلی‌متر، ۱۷ درجه سانتی‌گراد و ۷۷٪ می‌باشد (Sadeghi Ravesh, 2011).



شکل ۱. موقعیت جغرافیایی منطقه مورد مطالعه

طراحی آزمایش

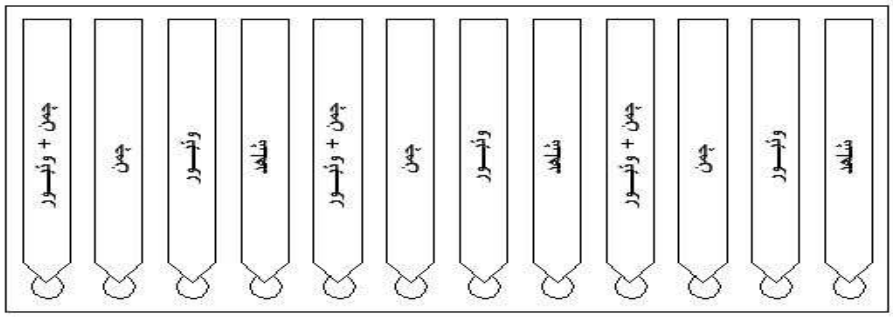
به‌منظور ارزیابی کارایی نوارهای حائل گیاهی با گونه‌های مختلف گیاهی و مراحل مختلف رشد گیاه در از بین بردن و یا کاهش آلاینده‌های مختلف موجود در رواناب، از کرت‌های آزمایشی در قالب طرح آزمایشی بلوک‌های کامل تصادفی (Randomized Complete Blocks Design) استفاده شد.

www.SID.ir

تیمارهای مورد آزمایش در این تحقیق به شرح زیر می‌باشند (شکل ۲):

تیمار ۱: وتیور گراس، تیمار ۲: چمن بومی، تیمار ۳: ترکیب وتیور گراس و چمن بومی، تیمار ۴: شاهد (بدون پوشش)

در این پژوهش ۱۲ کرت آزمایشی ۱۰ مترمربعی (۱×۱۰ متر) با شیب ۱۵٪ که به‌وسیله ورق‌های گالوانیزه تا عمق ۱۰ سانتیمتر از محیط اطراف جدا گشتند، ایجاد و استفاده شد (Lee *et al.*, 1999; Kelarestaghi *et al.*, 2008). در انتهای (پایین شیب) هر کرت نیز زهکش‌هایی تعبیه شدند که رواناب خروجی را به یک مخزن ۱۲۰ لیتری موجود در انتهای هر کرت انتقال می‌دادند. همچنین گیاهان مورد آزمایش در اواخر دی‌ماه ۱۳۹۳ در کرت‌ها کاشته شدند به‌طوری‌که سه متر از طول هر کرت شامل گیاه مورد آزمایش بود و هفت متر باقیمانده بدون پوشش به‌منظور تولید رواناب رها شد (شکل ۳).



شکل ۲- طراحی و نحوه قرار گرفتن کرت‌های آزمایشی

شکل ۳- نحوه آماده‌سازی و قرار گرفتن گونه‌های گیاهی مورد آزمایش در کرت‌های آزمایشی

نمونه‌برداری رواناب

نمونه‌برداری از رواناب جمع‌آوری‌شده توسط مخزن‌های موجود در انتهای هر کرت از یک ماه پس از کاشت گونه‌های گیاهی آغاز و به‌صورت ماهانه تکرار شد به‌طوری‌که نمونه‌برداری از بهمن‌ماه سال ۱۳۹۳ آغاز و در دی‌ماه سال ۱۳۹۴ پایان یافت.

نمونه‌برداری پس از تولید رواناب مصنوعی توسط پمپ با دبی مشخص (۱/۶۵ لیتر بر ثانیه)، انجام گردید. به‌منظور اندازه گیری دقیق آلاینده‌ها دو نمونه مجزا از آب جمع‌آوری‌شده در مخازن برداشت شد که یک نمونه توسط ظروف ۱/۵ لیتری و به‌منظور اندازه‌گیری میزان رسوب و نمونه دیگر با استفاده از ظروف ۲۵۰ میلی‌لیتری جهت اندازه‌گیری غلظت نیترات و فسفات برداشت شدند. نمونه‌های ۲۵۰ میلی‌لیتری در یخ نگهداری شده و سریعاً به آزمایشگاه انتقال داده شدند (Lee *et al.*, 1999) (شکل ۴).

اندازه‌گیری غلظت آلاینده‌ها

با ارسال نمونه‌های آب برداشت‌شده به آزمایشگاه اداره آب منطقه‌ای شهرستان ساری میزان نیترات و فسفات آن‌ها اندازه گیری شد. همچنین به‌منظور اندازه‌گیری میزان رسوب موجود در نمونه‌های آب، ابتدا نمونه‌ها توزین شدند و پس از آن در آون به مدت ۲۴ ساعت تحت حرارت ۱۰۵ درجه سانتی‌گراد قرار داده شدند تا آب موجود در نمونه به‌طور کامل تبخیر گردد و در پایان نمونه باقیمانده دوباره توزین شد تا وزن رسوب موجود در

www.SID.ir

نمونه به دست آید (شکل ۵). رابطه (۱) میزان غلظت مواد جامد معلق در نمونه آب را محاسبه می‌نماید (Lee *et al.*, 1999):

$$TSS = \frac{M}{V}$$ رابطه (۱)

که در آن M وزن مواد جامد پس از خشک‌کردن نمونه (میلی‌گرم) و V حجم نمونه آب (لیتر) می‌باشد.

شکل ۴- برداشت نمونه‌های آب جمع‌آوری‌شده در مخازن انتهای کرت‌های آزمایشی و انتقال آن‌ها به آزمایشگاه

اندازه‌گیری ارتفاع و در صد سطح پوشش گیاهان

به‌منظور تعیین تأثیر ارتفاع و درصد سطح پوشش گیاهان بر کارایی نوارهای حائل گیاهی موردمطالعه، پارامترهای مذکور در طول دوره آزمایش و در زمان نمونه‌برداری اندازه‌گیری شدند.

کارایی نوارهای حائل گیاهی در کاهش آلاینده‌های رواناب

کارایی نوارهای حائل گیاهی مورد آزمایش (تیمارها) در کاهش آلاینده‌های موردنظر موجود در رواناب با استفاده از رابطه (۲) محاسبه شد (Lee *et al.*, 1999):

$$Effectiveness(T_i) = (1 - \frac{P_i}{P_1}) \times 100$$ رابطه (۲)

که در آن T_i کارایی تیمار i برای زدودن آلاینده موردنظر (٪)، P_i میزان غلظت آلاینده موردنظر در نمونه آب تیمار i و P_1 میزان غلظت آلاینده موردنظر در نمونه آب تیمار شاهد است.

تجزیه‌وتحلیل آماری

به‌منظور مقایسه عملکرد تیمارهای مختلف در کاهش آلاینده های موردمطالعه، پس از جمع‌آوری داده‌ها و ایجاد پایگاه داده‌ای در محیط Excel، آزمون نرمال بودن داده‌ها به روش کلوموگروف-اسمیرنوف انجام شد. همچنین میانگین داده‌های اندازه‌گیری شده غلظت آلاینده‌ها با استفاده از نرم‌افزار آماری SPSS نسخه ۲۲ مورد مقایسه و تجزیه‌وتحلیل آماری قرار گرفت.

نتایج

غلظت رسوب

نتایج تجزیه‌وتحلیل آماری نشان داد که بین میانگین غلظت رسوب تیمار شاهد و سه تیمار دیگر اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ وجود دارد. همان‌طور که جدول (۱) نشان می‌دهند در کلیه ماه‌های نمونه‌برداری، تیمار شاهد بیشترین میانگین غلظت رسوب را داراست اما در مورد کمترین میزان غلظت رسوب که نشان‌دهنده عملکرد مناسب نوار حائل گیاهی است، در ماه‌های اول، ششم، هفتم، هشتم، نهم، دهم، یازدهم و دوازدهم تیمار وتیور، ماه دوم تیمار چمن و ماه‌های سوم، چهارم و پنجم تیمار وتیور – چمن کمترین میزان غلظت رسوب را نشان دادند.

جدول ۱- مقادیر میانگین غلظت رسوب در چهار تیمار مورد بررسی در طول دوره آزمایش

ماه	بهمن ۹۳	اسفند ۹۳	فروردین ۹۴	اردیبهشت ۹۴	خرداد ۹۴	تیر ۹۴	مرداد ۹۴	شهریور ۹۴	مهر ۹۴	آبان ۹۴	آذر ۹۴	دی ۹۴
تیمار	غلظت رسوب (میلی‌گرم در لیتر)											
شاهد	۳۲۲/۴۵	۳۰۰/۳۵	۲۷۷/۶۶	۲۹۰/۲۷	۲۱۳/۵۹	۱۱۵/۲۳	۱۱۸/۴۶	۲۹۶/۶۶	۴۱۴/۰۲	۲۶۳/۵۰	۱۳۸/۷۵	۱۸۲/۶۶
وتیور	۱۸۷/۰۲	۱۵۳/۱۸	۱۰۸/۲۹	۱۲۱/۹۱	۲۷/۷۷	۳۱/۱۱	۱۶/۵۸	۱۳۹/۴۳	۱۶۹/۷۵	۱۱۳/۳۱	۵۸/۲۸	۸۹/۵۰
چمن	۲۲۲/۴۹	۳۹/۰۵	۲۴/۹۹	۴۰/۶۴	۹۶/۱۲	۶۷/۹۹	۶۰/۴۱	۱۹۸/۷۶	۳۱۸/۸۰	۲۱۰/۸۰	۱۰۸/۲۳	۱۴۷/۹۵
وتیور–چمن	۲۱۹/۲۷	۸۷/۱۰	۱۹/۴۴	۲۹/۰۳	۱۲/۸۲	۵۰/۷۰	۴۰/۲۸	۱۴۸/۳۳	۲۳۱/۸۵	۱۵۵/۴۷	۸۰/۴۸	۱۰۷/۷۷

نیترات

Archive
www.SID.ir

مقایسه میانگین غلظت نیترات در تیمارهای مورد آزمایش نشان داد که بین تیمار شاهد و سه تیمار مورد آزمایش دیگر تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ وجود دارد و با توجه به جدول (۲) می‌توان دریافت که حداکثر میزان غلظت نیترات در کلیه ماه‌های نمونه‌برداری متعلق به تیمار شاهد است درحالی‌که حداقل میانگین غلظت نیترات در ماه‌های اول، ششم، هشتم، نهم، دهم، یازدهم و دوازدهم تیمار مربوط به تیمار وتیور، در ماه های دوم و چهارم متعلق به تیمار چمن و در ماه‌های سوم، پنجم و هفتم مربوط به تیمار وتیور- چمن می‌باشد.

فسفات

با توجه به نتایج اندازه‌گیری غلظت فسفات (جدول ۳) می‌توان دریافت که بیشترین میزان غلظت فسفات در کل دوره آزمایش مربوط به تیمار شاهد می‌باشد. کمترین میانگین غلظت رسوب نیز در ماه‌های اول، ششم، هفتم، هشتم به‌طور مشترک با تیمار وتیور – چمن، دهم، یازدهم و دوازدهم در تیمار وتیور و در ماه های دوم، سوم، چهارم، پنجم، نهم و ماه هشتم به‌صورت مشترک با تیمار وتیور در تیمار وتیور - چمن مشاهده شد.

جدول ۲- مقادیر میانگین غلظت نیترات در چهار تیمار مورد بررسی در طول دوره آزمایش

ماه	بهمن ۹۳	اسفند ۹۳	فروردین ۹۴	اردیبهشت ۹۴	خرداد ۹۴	تیر ۹۴	مرداد ۹۴	شهریور ۹۴	مهر ۹۴	آبان ۹۴	آذر ۹۴	دی ۹۴
تیمار	غلظت نیترات (میلی‌گرم در لیتر)											
شاهد	۴۴/۲	۴۳/۴۳	۴۸/۳۴	۴۴/۳۷	۳۱/۱۲	۲۲/۴۴	۳۱/۵	۴۰/۵۸	۴۵/۰۳	۳۸/۱۳	۳۲/۴۱	۲۹/۱۸
وتیور	۲۸/۷۳	۲۵/۱۹	۲۳/۶۹	۱۹/۵۲	۷/۱۶	۴/۲۶	۶/۳۰	۱۱/۷۷	۱۶/۲۱	۱۸/۶۸	۱۴/۲۶	۱۵/۴۷
چمن	۳۲/۷۱	۲۲/۱۵	۱۰/۱۵	۱۵/۵۳	۸/۰۹	۱۱/۶۷	۱۳/۵۵	۱۹/۸۸	۳۶/۰۲	۲۸/۹۸	۲۴/۶۳	۲۱/۸۹
وتیور-چمن	۳۲/۲۷	۲۴/۷۶	۶/۲۸	۱۶/۴۲	۳/۷۳	۶/۰۶	۵/۹۹	۱۳/۳۹	۲۴/۳۲	۲۲/۸۸	۱۹/۷۷	۱۸/۶۸

جدول ۳- مقادیر میانگین غلظت فسفات در چهار تیمار مورد بررسی در طول دوره آزمایش

ماه	بهمن ۹۳	اسفند ۹۳	فروردین ۹۴	اردیبهشت ۹۴	خرداد ۹۴	تیر ۹۴	مرداد ۹۴	شهریور ۹۴	مهر ۹۴	آبان ۹۴	آذر ۹۴	دی ۹۴
تیمار	غلظت فسفات (میلی‌گرم در لیتر)											
شاهد	۱/۳۰	۱/۱۹	۱/۴۹	۰/۹۰	۰/۸۸	۰/۵۴	۰/۶۳	۰/۷۲	۰/۸۶	۰/۶۹	۰/۵۶	۰/۵۲
وتیور	۰/۹۴	۰/۵۸	۰/۴۹	۰/۲۴	۰/۱۸	۰/۰۶	۰/۰۴	۰/۳۲	۰/۳۳	۰/۳۰	۰/۲۲	۰/۲۴
چمن	۱/۰۵	۰/۵۲	۰/۵۵	۰/۳۲	۰/۲۶	۰/۲۵	۰/۳۰	۰/۴۶	۰/۶۰	۰/۵۰	۰/۴۰	۰/۴۱
وتیور-چمن	۱/۰۱	۰/۴۴	۰/۰۷	۰/۰۷	۰/۱۱	۰/۱۰	۰/۱۷	۰/۳۲	۰/۳۰	۰/۳۵	۰/۳۰	۰/۳۱

رواناب

شکل (۵) نشان‌دهنده حداقل میزان کاهش حجم رواناب در تیمار شاهد و بهترین عملکرد در کاهش میزان حجم رواناب در تیمار چمن در ماه‌های اول (۳۵٪)، دوم (۷۵٪)، ششم (۹۱٪) و هشتم (۸۷٪)، تیمار وتیور – چمن در ماه‌های سوم (۸۶٪)، چهارم (۹۵٪)، پنجم (۹۳٪)، هفتم (۹۰٪)، نهم (۷۹٪) و دوازدهم (۶۳٪) و در تیمار وتیور در ماه‌های دهم (۶۹٪) و یازدهم (۶۶٪) است و همان‌طور که مشاهده می‌شود بهترین عملکرد در کل دوره متعلق به تیمار (وتیور-چمن) در ماه هفتم می‌باشد.

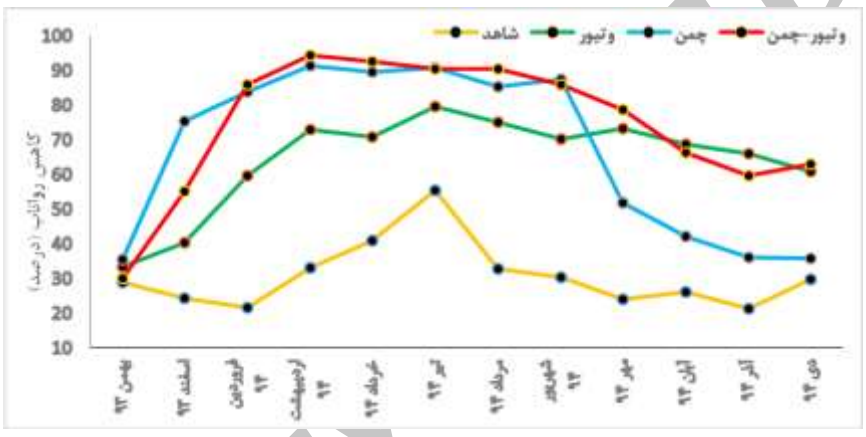
در زمینه کاهش حجم رواناب، نتایج نشان‌دهنده عملکرد بهتر تیمار چمن در دو ماه اول پس از کاشت می‌باشند اما از ماه سوم تا هشتم تیمارهای وتیور-چمن و چمن با اختلاف ناچیزی بیشترین کاهش حجم رواناب را موجب شدند. ازآنجاکه حداکثر کارایی نوارهای حائل گیاهی در کنترل کیفیت و کمیت رواناب زمانی حاصل می‌شود که جریان به‌صورت ورقه‌ای از آن عبور نماید (Hussein et l., 2007) و از طرفی در کرت وتیور-چمن در این تحقیق ابتدا رواناب از نوار ۱×۱/۵ متری چمن و سپس از نوار وتیور با اندازه مشابه عبور می‌نمود، درنتیجه نوار وتیور-چمن عملکرد بهتری از خود در کاهش حجم رواناب نشان داد چراکه جریان با عبور از نوار چمن به‌صورت ورقه‌ای به نوار وتیور رسیده و از تولید جریان متمرکز در بین بوته‌های وتیور جلوگیری به‌عمل‌آمده است تا نوار وتیور بتواند قابلیت خود در افزایش نفوذپذیری خاک را هرچه بیشتر بروز دهد که Lee *et al.* (2003) نیز نتیجه مشابهی به دست آوردند. این در حالی است که از ماه نهم (مهرماه) تیمار چمن افت شدیدی نشان داد که از دلایل آن می‌توان به سردتر شدن هوا و شرایط نامناسب جهت ادامه رشد این گیاه و درنتیجه کاهش تراکم آن در

Archive of SID
www.SID.ir

مساحت مورد آزمایش اشاره نمود. تیمار وتیور-چمن نیز به دلیلی که ذکر شد در این ماه افت نسبی در کاهش حجم رواناب داشت که این افت در ادامه افزوده گردیده و در این هنگام تیمار وتیور که تا ماه ششم یک روند صعودی و پس از آن یک روند ثابت را در کاهش حجم رواناب نشان داده بود، از دیگر تیمارها پیشی گرفت و بهترین عملکرد را ارائه نمود. علت این موضوع، مقاومت بالای گیاه وتیور در شرایط آب و هوایی و فصول مختلف سال و به خواب رفتن آن در فصل سرما می‌باشد که موجب جلوگیری از کاهش تراکم گیاه می‌گردد. لازم به ذکر است که در دوره زمانی مذکور، تیمار وتیور-چمن هنوز عملکرد مناسبی دارد و اختلاف آن با تیمار وتیور ناچیز است. کلیه تیمارهای مورد آزمایش در سه ماه پایانی آزمایش افت عملکرد قابل‌توجهی در کاهش حجم رواناب نشان دادند که افزایش میزان بارندگی و درنتیجه افزایش رطوبت خاک و کاهش نفوذپذیری آن ازجمله دلایل این موضوع می‌باشند. نکته حائز اهمیت اینکه تیمار شاهد که شامل خاک لخت بود نیز در کلیه ماه‌های آزمایش مقداری از حجم رواناب را کاهش داد که این نشان‌دهنده قابلیت خاک به‌تنهایی در کاهش حجم رواناب می‌باشد که این نتیجه با نتایج Delgado *et al.* (1995) مطابقت دارد.

ارتفاع و درصد سطح پوشش گیاهان

جداول (۴) و (۵) نتایج اندازه‌گیری ارتفاع و درصد سطح پوشش گیاهان موردمطالعه را در طول دوره آزمایش نشان می‌دهند.



شکل ۵- تغییرات میزان کاهش حجم رواناب توسط نوارهای حائل گیاهی مورد بررسی در طول دوره آزمایش

جدول ۴- تغییرات ارتفاع گیاهان موردمطالعه در طول دوره آزمایش

ماه	بهمن ۹۳	اسفند ۹۳	فروردین ۹۴	اردیبهشت ۹۴	خرداد ۹۴	تیر ۹۴	مرداد ۹۴	شهریور ۹۴	مهر ۹۴	آبان ۹۴	آذر ۹۴	دی ۹۴
گیاه	ارتفاع (سانتیمتر)											
چمن	۹/۲	۹/۳	۹/۵	۹/۵	۹/۵	۹/۵	۹/۵	۹/۵	۹/۵	۹/۵	۹/۵	۹/۵
وتیور	۵۰	۹۰	۱۱۰	۱۵۰	۱۵۰	۱۵۰	۱۵۰	۱۵۰	۱۵۰	۱۵۰	۱۵۰	۱۵۰

جدول ۵- تغییرات درصد سطح پوشش گیاهان موردمطالعه در طول دوره آزمایش

ماه	بهمن ۹۳	اسفند ۹۳	فروردین ۹۴	اردیبهشت ۹۴	خرداد ۹۴	تیر ۹۴	مرداد ۹۴	شهریور ۹۴	مهر ۹۴	آبان ۹۴	آذر ۹۴	دی ۹۴
گیاه	سطح پوشش (درصد)											
چمن	۶۰	۶۵	۶۵	۶۰	۴۰	۳۰	۳۰	۳۰	۲۵	۲۵	۲۵	۲۵
وتیور	۳۰	۶۵	۹۰	۹۰	۹۰	۹۰	۹۰	۹۰	۹۰	۹۰	۹۰	۹۰

کارایی نوارهای حائل گیاهی

غلظت رسوب

در این قسمت کارایی تیمارهای مختلف موردمطالعه در کاهش غلظت رسوب در مقایسه با تیمار شاهد بررسی و مقایسه گردیده اند. نتایج نشان داد که بهترین کارایی در ماه‌های اول (۴۲٪)، ششم (۷۳٪)، هفتم (۸۶٪)، هشتم (۵۳٪)، نهم (۵۹٪)، دهم (۵۷٪)، یازدهم (۵۸٪) و دوازدهم (۵۱٪) متعلق به تیمار وتیور، در ماه‌های دوم (۸۷٪) و سوم (۹۱٪) مربوط به تیمار چمن و در ماه‌های سوم (۹۳٪)، چهارم (۹۰٪) و پنجم (۹۴٪) مربوط به تیمار وتیور – چمن می‌باشد و در کل دوره نیز تیمار وتیور –

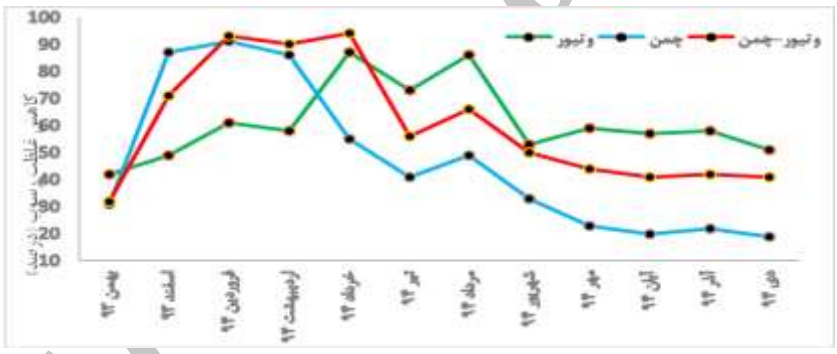
Archive of SID
www.SID.ir

چمن در ماه پنجم بهترین کارایی را (۹۴٪) در کاهش غلظت رسوب نشان داد (شکل ۶) که در ادامه در این مورد بحث خواهد شد.

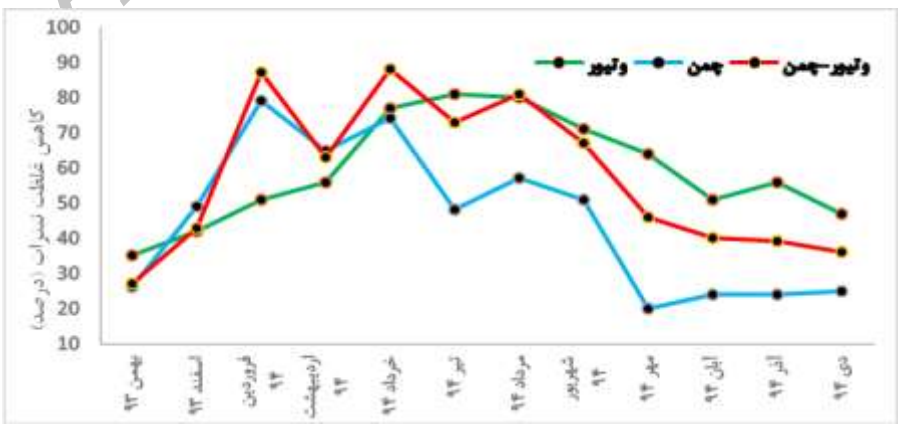
با توجه به نتایج محاسبه کارایی نوارهای حائل گیاهی موردمطالعه در این تحقیق در کاهش غلظت رسوب می‌توان دریافت که تیمار چمن از ماه دوم تا چهارم عملکرد قابل‌توجهی در کاهش غلظت رسوب نشان داده است که دلیل آن رشد سریع‌تر گیاه چمن نسبت به گیاه وتیور می‌باشد (جداول ۴ و ۵) درحالی‌که از ماه سوم به بعد و با رشد گیاه وتیور و افزایش تراکم ساقه و قابلیت قابل‌توجه این گیاه در نگهداشت رسوب (Golabi *et al.*, 2005) کارایی بهتری برای تیمار وتیور-چمن با اختلاف ناچیزی نسبت به تیمار چمن محاسبه گردید. باگذشت زمان رشد بیشتر وتیور و افزایش تراکم ساقه، این گیاه از ماه پنجم توانایی خود در نگهداشت رسوب را نشان داد به‌طوری‌که از ماه ششم به بعد تیمار وتیور عملکرد بسیار بهتری از دو تیمار دیگر در کاهش غلظت رسوب نشان داد. افتی که از ماه پنجم در کارایی تیمار چمن مشاهده می‌شود احتمالاً ابتدا به دلیل کاهش کیفیت و درصد پوشش گیاه (جدول ۵) این گیاه به دلیل برخی عوامل خارجی پیش‌بینی‌نشده مانند چرای دام (که البته هیچ آسیبی توسط دام به گیاه وتیور وارد نشده بود) و سپس کاهش دما از ماه هشتم به بعد و درنتیجه عدم وجود شرایط مناسب برای رشد چمن می‌باشد. در پنج ماه پایانی آزمایش شاهد افت کارایی کلیه تیمارها در کاهش غلظت رسوب می‌باشیم که تجمع رسوب در نوارها باگذشت زمان دلیل این موضوع می‌باشد.

نیترات

همان‌طور که شکل (۷) نشان می‌دهد بالاترین کارایی در کاهش غلظت نیترات در ماه‌های اول (۳۵٪)، ششم (۸۱٪)، هشتم (۷۱٪)، نهم (۶۴٪)، دهم (۵۱٪)، یازدهم (۵۶٪) و دوازدهم (۴۷٪) مربوط به تیمار وتیور، در ماه‌های دوم (۴۹٪) و چهارم (۶۵٪) متعلق به تیمار چمن و در ماه‌های سوم (۸۷٪)، پنجم (۸۸٪) و هفتم (۸۱٪) مربوط به تیمار وتیور – چمن است. در این بخش نیز بهترین عملکرد (۸۸٪) در طول دوره آزمایش مربوط به وتیور – چمن در ماه پنجم می‌باشد.



شکل ۶- تغییرات کارایی نوارهای حائل گیاهی مورد بررسی در کاهش غلظت رسوب در طول دوره آزمایش



شکل ۷- تغییرات کارایی نوارهای حائل گیاهی مورد بررسی در کاهش غلظت نیترات در طول دوره آزمایش

بررسی نتایج غلظت نیترات نیز روندی تقریباً مشابه غلظت رسوب نشان می‌دهد با این تفاوت که میانگین کارایی نوارهای حائل گیاهی در کاهش غلظت رسوب مقداری از کارایی آن‌ها در کاهش غلظت نیترات بیشتر می‌باشد. دلیل این موضوع

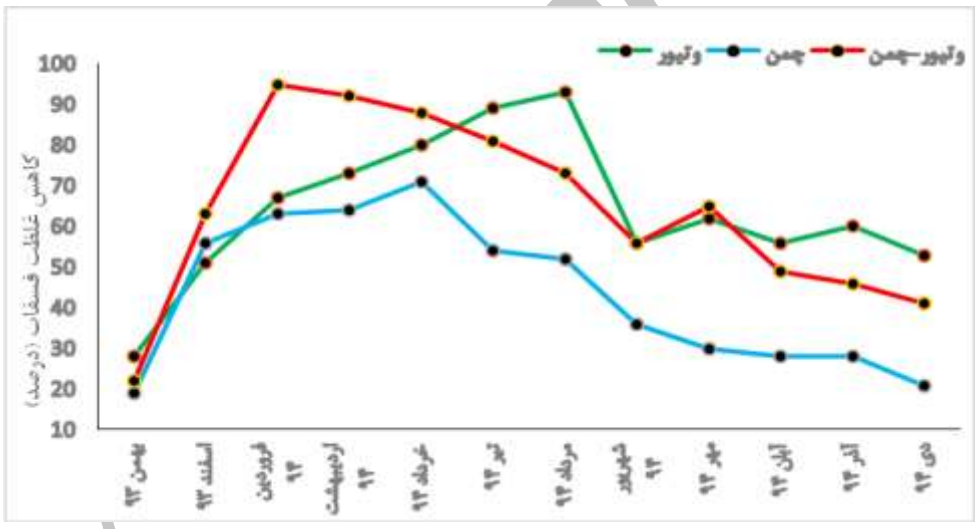
Archive of SID
www.SID.ir

احتمالاً محلول بودن نیترات در آب است و البته این نتایج نشان دهنده وابستگی غلظت نیترات به غلظت رسوب که این موضوع نشان‌دهنده وابستگی عمیق میزان غلظت نیترات و فسفات به غلظت رسوب می‌باشد که علت آن می‌تواند چسبیدن مواد مغذی به رسوبات ریزدانه باشد (Barling, 1994) می‌باشد.

فسفات

نتایج ارائه‌شده در شکل (۸) نشان‌دهنده بالاترین کارایی در کاهش غلظت فسفات برای تیمار وتیور در ماه اول (۲۸٪)، ماه ششم (۸۹٪)، ماه هفتم (۹۳٪)، ماه هشتم به‌طور مشترک با تیمار وتیور–چمن (۵۶٪)، ماه دهم (۵۶٪)، یازدهم (۶۰٪) و دوازدهم (۵۳٪) است. همچنین تیمار وتیور-چمن در ماه‌های دوم، سوم، چهارم، پنجم، هشتم به‌طور مشترک با تیمار وتیور و همچنین ماه نهم به ترتیب با کارایی (۶۳٪)، (۹۵٪)، (۹۲٪)، (۸۸٪)، (۵۶٪) و (۶۵٪) بهترین عملکرد را در کاهش میزان غلظت فسفات نشان دادند. همان‌طور که ملاحظه می‌شود بالاترین کارایی (۹۵٪) در طول دوره آزمایش متعلق به تیمار وتیور–چمن در ماه سوم می‌باشد.

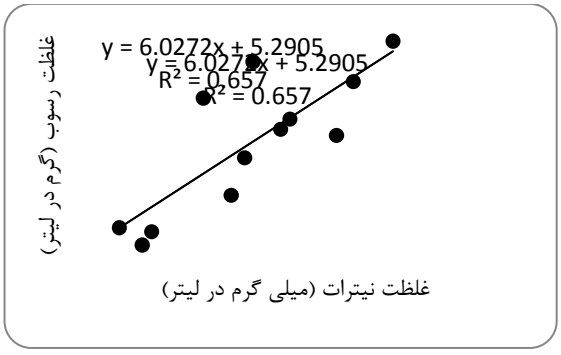
برخلاف رسوب و نیترات، تیمار چمن از همان ابتدای آزمایش عملکرد ضعیف‌تری نسبت به دو تیمار دیگر در کاهش غلظت فسفات نشان داد و دو تیمار وتیور–چمن و وتیور رقابت نزدیکی داشتند که تا ماه پنجم آزمایش، تیمار وتیور–چمن عملکرد بهتری ارائه نمود اما همان‌طور که اشاره شد کیفیت گیاه چمن در ماه پنجم به دلیل برخی عوامل نزول داشته و درنتیجه از کارایی این گیاه کاسته شد. در این هنگام تیمار وتیور که یک روند صعودی ثابت را در کاهش غلظت فسفات در پیش گرفته بود، از تیمار چمن-وتیور پیشی گرفته و کارایی بالاتری تا ماه هفتم آزمایش نشان داد. در ماه هشتم با افزایش بارندگی و همچنین تجمع آلاینده‌ها در نوار حائل گیاهی افت قابل‌توجهی در کارایی کلیه تیمارها خصوصاً تیمار وتیور مشاهده شد که این افت در بخش‌های گذشته نیز مشاهده و گزارش شده بود.



شکل ۸- تغییرات کارایی نوارهای حائل گیاهی مورد بررسی در کاهش غلظت فسفات در طول دوره آزمایش

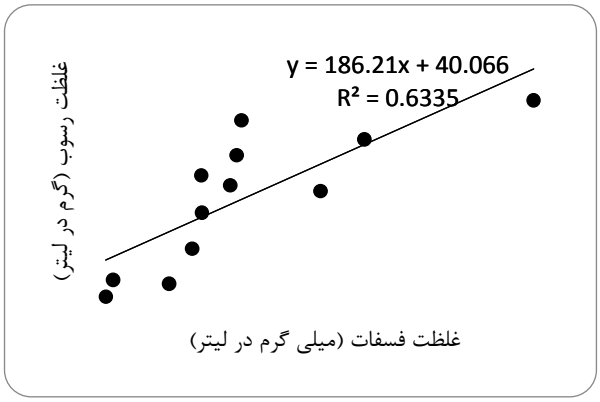
همبستگی میزان غلظت رسوب و حجم رواناب با غلظت نیترات و فسفات

به‌منظور یافتن دلیل کاهش آلاینده‌های موردمطالعه در این تحقیق، همبستگی میزان غلظت رسوب و حجم رواناب با غلظت نیترات و همچنین غلظت فسفات موجود در رواناب مورد بررسی قرار گرفت. همان‌طور که شکل‌های (۹ تا ۱۲) نشان می‌دهند، میزان غلظت رسوب دارای همبستگی نسبتاً خوبی با غلظت فسفات و نیترات می‌باشد درحالی‌که حجم رواناب همبستگی بهتری خصوصاً با میزان غلظت فسفات (R^2=۰/۸۳) نشان می‌دهد؛ بنابراین می‌توان گفت که حجم رواناب عبوری از نوارهای حائل گیاهی تأثیر مستقیم و بیشتری بر میزان انتقال آلاینده‌ها خصوصاً فسفات دارد.

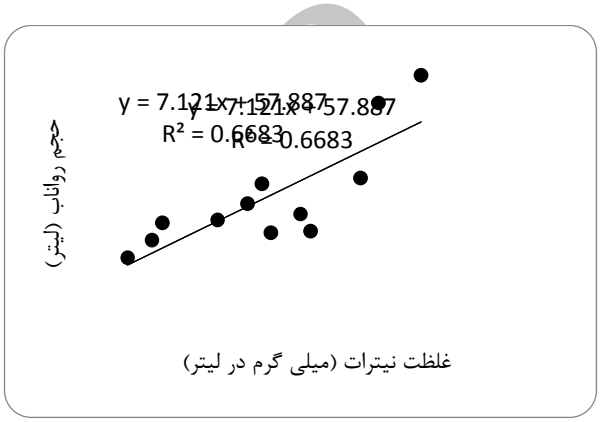


شکل ۹- همبستگی بین غلظت رسوب و غلظت نیترات

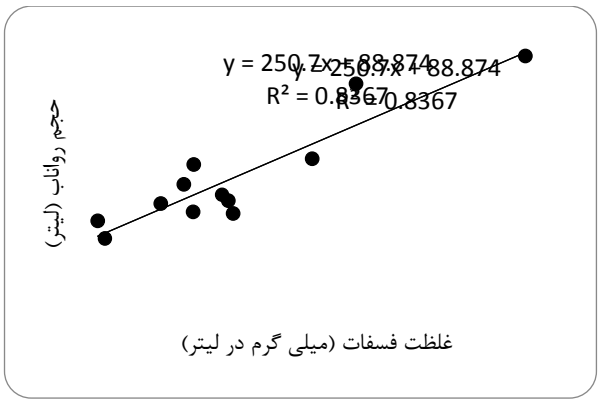
www.SID.ir



شکل ۱۰- همبستگی بین غلظت رسوب و غلظت فسفات



شکل ۱۱- همبستگی بین حجم رواناب و غلظت نیترات



شکل ۱۲- همبستگی بین حجم رواناب و غلظت فسفات

بحث

همان‌طور که نتایج نشان می‌دهد دو ماه پس از کاشت گیاهان، نوارهای حائل گیاهی مورد آزمایش تأثیر قابل‌توجهی بر کاهش حجم رواناب و آلاینده‌های موجود در آن و درنتیجه حفاظت آب‌وخاک داشته‌اند که این نتیجه با نتایج بسیاری از محققین همخوانی دارد (Patty *et al*., 1997; Lee *et al*., 2003; Hay *et al*., 2006; Mankin *et al*., 2007; Duchemin and Hogue, 2009; Borin *et al*., 2010; Wang *et al*., 2012). نکته قابل‌توجه اینکه در طول دوره آزمایش، تیمار وتیور-چمن حداکثر کارایی را در کاهش حجم رواناب (۹۰٪)، غلظت رسوب (۹۴٪)، غلظت نیترات (۸۸٪) و غلظت فسفات (۹۵٪) شامل می شد که این موضوع بیانگر تأثیر و عملکرد قابل‌توجه ترکیب دو گیاه چمن و وتیور در کنترل کیفیت و کمیت رواناب می‌باشد، به این صورت که حداکثر کارایی نوارهای حائل گیاهی در کنترل کیفیت و کمیت رواناب زمانی حاصل می‌شود که جریان به‌صورت ورقه‌ای از آن عبور نماید (Hussein et l., 2007) و از طرفی در کرت وتیور-چمن در این تحقیق ابتدا رواناب از نوار ۱/۵×۱ متری چمن و سپس از نوار وتیور با اندازه مشابه عبور می‌نمود، درنتیجه نوار وتیور-چمن عملکرد بهتری از خود در کاهش حجم رواناب نشان داد چراکه جریان با عبور از نوار چمن به‌صورت ورقه‌ای به نوار وتیور رسیده و از تولید جریان متمرکز در بین بوته‌های وتیور جلوگیری به‌عمل‌آمده است تا نوار وتیور بتواند قابلیت خود در افزایش نفوذپذیری خاک را هرچه بیشتر بروز دهد که این نتیجه با نتایج به‌دست‌آمده توسط Lee *et al*. (2003) همسو است. اما عدم مقاومت چمن در دماهای پایین و کاهش درصد سطح پوشش و همچنین آسیب‌پذیری آن در مقابل چرای دام موجب گردید که عملکرد مناسب نوار حائل گیاهی وتیور-چمن با افت قابل‌توجهی مواجه گردد، از این رو انتخاب گونه گیاهی با تراکم و یکنواختی شبیه چمن اما مقاوم‌تر با توجه به شرایط آب و هوایی هر منطقه به‌منظور استفاده در نوارهای حائل گیاهی توصیه می‌گردد. همچنین با افزایش سن گیاه شاهد افزایش میانگین غلظت آلاینده‌ها هستیم که حاصل از انباشته شدن مواد مغذی و رسوب در نوارهای حائل به مرور زمان است. این نتیجه نیز با نتایج Osborne and Kovacic (1993)، Bhattarai *et al*. (2009) و Stutter *et al*. (2009) مطابقت دارد. بنابراین نوارهای حائل گیاهی می‌توانند به‌عنوان منبع مواد مغذی و رسوب نیز ایفای نقش نمایند. البته کاهش غلظت آلاینده‌ها در ماه‌های پایانی آزمایش به دلیل بارندگی زیاد و درنتیجه شسته‌شدن آلاینده‌ها از سطح کرت‌ها می‌باشد.

نتایج همبستگی غلظت رسوب و حجم رواناب با میزان آلاینده‌های موردمطالعه نشان‌دهنده تأثیر مستقیم و قابل‌توجه حجم رواناب عبوری از نوارهای حائل گیاهی بر میزان انتقال آلاینده‌ها خصوصاً فسفات می‌باشد که این نتیجه نیز با نتایج Lee *et al*. (2003) مطابقت دارد.

همان‌طور که مشاهده شد، مرحله رشد و سن گیاه نیز نقش قابل‌توجهی در کارایی نوار حائل گیاهی در کنترل غلظت رسوب دارد به‌طوری‌که هر چه از زمان کاشت گیاهان سپری شد گیاه وتیور با افزایش ارتفاع و درصد سطح پوشش خود عملکرد بهتری در کنترل غلظت آلاینده‌ها در مقایسه با دیگر نوارهای گیاهی مورد آزمایش نشان داد که این نتیجه نیز با نتایج Borin

Archive
www.SID.ir

et al.(2010) همسو است. نوع گیاه استفاده‌شده در نوارهای حائل گیاهی موردمطالعه در این تحقیق نیز تأثیر قابل‌توجهی در نتایج به‌دست‌آمده و کنترل کیفیت و کمیت رواناب برجای گذاشت که این نتیجه با نتایج به‌دست‌آمده توسط Mankin *et al.* (2007) مطابقت دارد، چنانچه تیمار وتیور-چمن دارای حداکثر کارایی در کاهش آلاینده‌های مورد آزمایش بود اما این کارایی مناسب پس از گذشت مدتی کوتاه کاهش قابل‌توجهی یافت چراکه شرایط رشد و تراکم مناسب بخش چمن این تیمار در فصول سرد فراهم نمی‌باشد.

نتیجه‌گیری

از نتایج پژوهش حاضر می‌توان دریافت که استفاده از نوار حائل گیاهی مرکب از گیاه وتیور – که با اغلب شرایط آب و هوایی سازگاری دارد- و یک گونه گیاهی با ویژگی‌های تراکم و یکنواختی چمن اما مقاوم‌تر در برابر تغییرات آب و هوایی و چرای دام و همچنین سازگار با اقلیم منطقه در جهت حفاظت آب‌وخاک و کنترل کیفیت و کمیت رواناب‌های خروجی از اراضی کشت‌شده در شیب‌هایی که به پیکره‌های آبی ختم می‌شوند، می‌تواند راهکاری مناسب جهت افزایش هرچه بیشتر کارایی این نوارها باشد.

همان‌طور که اشاره شد نوارهای حائل گیاهی می‌توانند به‌عنوان منبع مواد مغذی و رسوب نیز ایفای نقش نمایند که برداشت و کوتاه نمودن دوره‌ای گیاه به‌عنوان راهکاری مؤثر به‌منظور مقابله با این موضوع توصیه می‌گردد.

مطالعه کامل نوارهای حائل گیاهی و استفاده از آن‌ها در کشور عزیزمان ایران، نیازمند انجام پژوهش‌های بیشتر و تخصیص منابع مالی کافی می‌باشد. انجام تحقیقاتی در زمینه نفوذپذیری خاک تحت تأثیر نوارهای حائل گیاهی مختلف و تأثیر آن بر شدت تولید رواناب و همچنین نفوذ آلاینده‌ها در خاک و میزان جذب آنها توسط پوشش گیاهی در نوار حائل گیاهی، همچنین بررسی ارتباط بین شدت بارندگی، مقدار بارندگی، رطوبت خاک و کارایی نوارهای حائل گیاهی در حفاظت آب‌وخاک نیز می‌تواند کمک شایانی به افزایش تأثیر این نوارها در محافظت از آب‌وخاک در حوزه‌های آبخیز مختلف نماید.

REFERENCES

Babalola, O., Oshunsanya, K and Are, K. (2007). Effects of vetiver grass (Vetiveria nigritana) strips, vetiver grass mulch and an organomineral fertilizer on soil, water and nutrient losses and maize (Zea mays, L) yields. Soil & Tillage Research 96, 6–18.

Barling, R. D. (1994). Role of Buffer Strips in Management of Waterway Pollution: A Review. Environmental Management. 18(4), 543-558.

Bhattarai, R., Kalita, P. K. and Patel, M. K. (2009). Nutrient transport through Vegetative Filter Strip with subsurface drainage. Journal of Environmental Management 90, 1868–1876.

Borin, M., Passoni, M., Thiene, M. and Tempesta, T. (2010). Multiple functions of buffer strips in farming areas. Europ. J. Agronomy, 32: 103–111.

Borina, M., Vianelloa, M., Moraria, F. and Zaninb, G. (2005). Effectiveness of buffer strips in removing pollutants in runoff from a cultivated field in North-East Italy. Agriculture, Ecosystems and Environment. 105, 101–114.

Bu, H., X. Tan, S. Li and Q. Zhang. (2010). Temporal and spatial variations of water quality in the Jinshui River of the South Qinling Mts., China. Ecotoxicology and Environmental Safety. 73: 907-913.

Campo-Bescos, M. A., Munoz-Carpena, R., Kiker, G. A., Bodah, B. W. and Ullman, J. L. (2015). Watering or buffering? Runoff and sediment pollution control from furrow irrigated fields in arid environments. Agriculture, Ecosystems and Environment, 205: 90–101.

Dabney, S.M. (2003). Erosion control, vegetative. Encyclopaedia of Water Science. Marcel Dekker, Madison Ave, New York, USA.

Delgado, A. N, Periago, E. L. Viqueira, F. D. (1995). Vegetated filter strips for wastewater purification: a review. Bioresource Technology. 51, 13-22.

Duchemin, M. and Hogue, R. (2009). Reduction in agricultural non-point source pollution in the first year following establishment of an integrated grass/tree filter strip system in southern Quebec (Canada). Agriculture, Ecosystems and Environment 131, 85–97.

Dunn, A. M., Julien, G., Ernst, W. R., Cook, A., Doe, K. J. and Jackman, P. M. (2011). Evaluation of buffer zone effectiveness in mitigating the risks associated with agricultural runoff in Prince Edward Island. Science of the Total Environment 409: 868–882.

Gholami, L. (2007). Creating the model of estimation of event sediment yield in a part of Qeshlaq watershed, Kurdistan province. M.Sc thesis, Tarbiat Modarres University, Iran. (In Farsi)

Golabi, M. H., Iyekar, C., Minton, D., Raulerson, C. L. and Drake, J. C. (2005). Watershed Management to Meet Water Quality Standards by Using the Vetiver System in Southern Guam. AU J.T. 9(1): 63-70.

Gvancheng, H. (2004). Consideration on the integrated watershed management in the western China. In the proceeding of Symposium on Hydropower and sustainable Development. 24-27.

Hay, V., Pittroff, W., Tooman, E. E. and Meyer, D.

Archive of SID
www.SID.ir

(2006). Effectiveness of vegetative filter strips in attenuating nutrient and sediment runoff from irrigated pastures. Journal of Agricultural Science. 144, 349–360.

Hellberg, C., Easton, H. R. and Davis, M. D. (2008). Integrated catchment management planning in Auckland, New Zeland - experiences and lessons learned. World Environmental and Water Resources Congress 2008 Ahupua'a.

Hussein, J., Yu, B., Ghadiri, H and Rose, C. (2007). Prediction of surface flow hydrology and sediment retention upslope of a vetiver buffer strip. Journal of Hydrology. 338, 261– 272.

Iranian association for vetiver promotion (2008). Vetiver system to prevent and treatment of chemical pollutions of water and soil. (In Farsi)

Kelarestaghi, A. A., Ahmadi, H., Esmaeili Ori, A. and Ghodusi, J. (2008). Comparison of runoff and sediment production in various agricultural landuse treatments. Iran-Watershed Management Science and Engineering, 2(5): 41-52. (In Farsi)

Lam, Q. D., Schmalz, B., and Fohrer, N. (2011). The impact of agricultural Best Management Practices on water quality in a North German lowland catchment. Environ Monit. 183: 351–379.

Lambrechts, T., Francois, S., Lutts, S., Munoz-Carpena, R. and Bielders, C. (2014). Impact of plant growth and morphology and of sediment concentration on sediment retention efficiency of vegetative filter strips: Flume experiments and VFSMOD modeling. Journal of Hydrology 511: 800–810.

Lee, K. H., Isenhart, T. M., and Schultz, R. C. (2003). Sediment and nutrient removal in an established multi-species riparian buffer. Journal of Soil and Water Conservation. 58(1), 1-8.

Lee, K-H., Isenhart, T. M., Schultz, R. C. and Mickelson, K. S. (1999). Nutrient and sediment removal by switchgrass and cool-season filter strips in Central Iowa, USA. Agroforestry Systems, 44: 121-132.

Mankin, K. R., Daniel, M. N., Charles J. B., Stacy L. H., and Wayne A.G. (2007). Grass-Shrub Riparian Buffer Removal of Sediment, Phosphorus, and Nitrogen from Simulated Runoff. Journal of the American Water Resources Association (JAWRA) 43(5), 1108-1116.

Milan, M., Ferrero, A., Letey, M., De Palo, F. and Vidotto, F. (2014). Effect of buffer strips and soil texture on runoff losses of flufenacet and isoxaflutole from maize fields. Journal of Environmental Science and Health, Part B, 48: 1021–1033.

Norris, V. (1993). The use of buffer zones to protect water quality: A review. Wat. Resources Manage.7, 257-272.

Osborne, L. L. and Kovacic, D. A. (1993). Riparian vegetated buffer strips in water-quality restoration and stream management. freshmler Biology 29, 243-258.

Otto, S., Cardinali, A., Marotta, E., Paradisi, C. and Zanin, G. (2012). Effect of vegetative filter strips on herbicide runoff under various types of rainfall. Chemosphere 88: 113–119.

Patty, L., Real, B. and Gril, J. (1997). The Use of Grassed Buffer Strips to Remove Pesticides, Nitrate and Soluble Phosphorus Compounds from Runoff Water. Pestic. Sci., 49: 243-251.

Sadeghi Ravesh, M. H. (2011). Comparison of human thermal comfort amount in arid and humid climates (Case study: Yazd and Sari cities). Arid Biom Scientific and Research Journal. 1(2), 50-61. (In Farsi)

Stutter, M., Langan, S. and Lumsdon, A. (2009). Vegetated buffer strips can lead to increased release of phosphorus to waters: A biogeochemical assessment of the mechanisms. Environment Science Technology. 43, 1858–1863.

Wang, L., Duggin, J. and Nie, D. (2012). Nitrateenitrogen reduction by established tree and pasture buffer strips associated with a cattle feedlot effluent disposal area near Armidale, NSW Australia. Journal of Environmental Management, 99: 1-9.

Yuan, Y., Bingner, R. L. and Locke, M. A. (2009). A Review of effectiveness of vegetative buffers on sediment trapping in agricultural areas. Journal of Ecohydrology. 2: 321–336.

Archive of SID

www.SID.ir