Archive of SID
Iranian Journal of Irrigation and Drainage
No. 4, Vol. 14, Oct.-Nov. 2020, p. 1322-1335

نشریه آبیاری و زهکشی ایران
شماره۴، جلد ۱۴، مهر - آبان ۱۳۹۹، ص. ۱۳۳۵-۱۳۲۲

مقاله علمی-پژوهشی

ارزیابی و مقایسه اثر بیوچار و هیدروچار اصلاح شده، زئولیت و سوپر جاذب به صورت لایه‌ای برکاهش آبشویی نیترات در یک خاک لوم

یزدان خدارحمی[۱*]، زینب حمید[۲]، امیر سلطانی محمدی[۳]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۲/۳ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۳/۲۰

چکیده

وجود نیترات در منابع آبی یکی از مهم‌ترین نگرانی‌های جهانی محسوب می‌شود، از این رو جلوگیری از ورود آن به منابع آب با استفاده از موادی همچون هیدروچار، بیوچار، زئولیت و سوپر جاذب می‌تواند بسیار مفید باشد. بدین منظور این تحقیق در سال ۱۳۹۸ با چهار تیمار در ۳ سطح مختلف و ۴ تکرار انجام گرفت. در این تحقیق از لوله‌های پی وی سی(pvc) به تعداد ۳۶ عدد و به قطر و ارتفاع به ترتیب ۱۰/۵ و ۵۰ سانتی متر در مزرعه تحقیقاتی شماره یک دانشکده مهندسی علوم آب دانشگاه شهید چمران اهواز استفاده شد. تیمارها شامل هیدروچار (H)، بیوچار (B)، زئولیت پتاسیمی (Z) و سوپر جاذب نوع A200 (S) در سه سطح (M0، M2 و M5 به ترتیب شامل صفر، ۲ و ۵ گرم در کیلوگرم خاک) بود. طول دوره آزمایش شامل ۱۰ آبیاری بود و در پایان هر آبیاری نیترات خروجی اندازه‌گیری شد. نتایج نشان داد که اثر سوپرجاذب، زئولیت و بیوچار در تمام آبیاری‌ها و هیدروچار غیر از آبیاری ۴ و ۶ در سطح ۵ درصد بر کاهش آبشویی نیترات معنی‌دار بود. تیمار SM2 و SM5 به ترتیب ۴۲ و ۵۸ درصد، تیمار ZM2 و ZM5 به ترتیب۲۰ و ۲۹ درصد، تیمار BM2 و BM5 به ترتیب ۳۰ و ۴۳ درصد و تیمار HM2 و HM5 به ترتیب ۲۰ و ۳۱ درصد نسبت به تیمار شاهد در جلوگیری از آبشویی نیترات موثر بودند. به‌طور کلی تیمار سوپرجاذب به دلیل جذب بالاتر قابل توصیه است.

واژه‌های کلیدی: آبشویی نیترات، بیوچار اصلاح شده، زئولیت، سوپرجاذب، هیدروچار اصلاح شده

مقدمه

آلودگی آب‌های زیرزمینی و سطحی به نیترات در بسیاری از مناطق به صورت یک مشکل جدی مطرح است (Dozier et al., 2008). این یون مشکل چندانی بر محیط زیست وارد نمی‌سازد ولی به دلیل احیای آن به نیتریت در بدن انسان، سبب افزایش مشکلاتی مانند اختلال در اکسیژن رسانی به بدن (Gilbert et al., 2006)، تومورهای معده، مغز، یوست و استخوان (Jahed et al., 2006). بنابراین جلوگیری از آبشویی این یون اهمیت خاصی پیدا می‌کند. سالانه در کشورهای مختلف مقادیر زیادی بقایای گیاهی تولید می‌شود که یا سوزانده می‌شوند یا در لندفیلدها دفع می‌شوند، در حالی که این مواد می‌توانند برای حاصلخیزی خاک و کاهش استفاده از کودهای معدنی استفاده شوند. یکی از راه کارهای مفید استفاده از بقایای گیاهی، تبدیل آن به هیدروچار و بیوچار است (Lee et al., ۲۰۱۳). از مزایای بیوچار می‌توان به افزایش حاصلخیزی خاک (Masto et al.,2013؛ Chen et al., 2011)، کاهش مقاومت کششی خاک و نفوذ بهتر ریشه (Lee et al., 2013)، توانایی حذف آلاینده‌ها از محلول‌های آبی (Lehmann et al., 2006) و از مزایای هیدروچار می‌توان به کاهش گازهای گلخانه‌ای، ترسیب کربن خاک، افزایش حاصلخیزی خاک، افزایش تخلخل خاک و افزایش ظرفیت تبادل کاتیونی اشاره کرد (Laird et al., 2010؛ Sohi et al., 2010). بیوچار مواد کربنی جامد ریزدانه و متخلخل شبیه به زغال هستند که در اثر پیرولیز (حرارت دادن در شرایط اکسیژن کم) مواد آلی تولید می‌شوند. این مواد دارای پتانسیل بالایی برای بازیافت عناصر غذایی، تهویه خاک، مدیریت سیستم پسماند و عامل بلندمدت برای نگهداشت کربن به‌صورت مطمئن و اقتصادی است (Lehman.,

۱- دانشجوی دکتری آبیاری و زهکشی دانشکده مهندسی علوم آب دانشگاه شهید چمران اهواز، اهواز، ایران
۲- دانشجوی کارشناسی ارشد آبیاری و زهکشی دانشکده مهندسی علوم آب دانشگاه شهید چمران اهواز،اهواز، ایران
۳- دانشیار آبیاری و زهکشی دانشکده مهندسی علوم آب دانشگاه شهید چمران اهواز، اهواز، ایران
(*- نویسنده مسئول: Email: khodarahmi1372@gmail.com)

www.SID.ir

Archive of SID

(Lehmann et al., 2006 2007;). در سال‌های اخیر تحقیق‌های بسیاری روی خصوصیت و عملکرد آنها به عنوان اصلاح کننده آب و خاک انجام شده است (Chan et al., 2008؛ et al., 2013 Mukherjee et al., ؛Xu et al., 2010 ؛ Masto et al., 2013 Chen 2008). فرایند تولید هیدروچار نیز شامل حرارت دادن زیست توده گیاهی با مواد دیگر در یک ظرف سربسته تحت فشار در حضور آب و در دمایی بین ۱۸۰ تا ۲۰۰ درجه سلسیوس می‌باشد و حاصل این واکنش، زغال (هیدروچار) و مواد آلی محلول است (Sevilla and Fuertes, 2009 ؛ Heilmann et al., 2010). خصوصیات فیزیکی وشیمیایی بیوچار بستگی به طبیعت ماده خامی که از آن تهیه می‌شود، دارد (Sika et al., 2014). از دیگر روش‌های پیشنهادی برای کاهش آبشویی نیترات کاربرد موادی مانند زئولیت و سوپر جاذب است. (Egrinya et al., 2013؛ Kapoor et al., 1997؛ Polat et al., 2004 Soleimani et ؛ Cho et al., 2010 ؛Dozie et al., 2008 al., 2008). افزودن زئولیت به خاک‌های شنی قابلیت نگهداری آب و نیتروژن قابل نگهداشت را افزایش می‌دهد، همچنین مشاهده شد که این کانی طبیعی در نگهداری پتاسیم، کلسیم، منیزیم و سایر عناصر ریز مغذی نیز موثر می‌باشند (Polat et al., 2004). کانی‌ها زئولیتی به دلیل ظرفیت تبادل کاتیونی مقدار زیادی زیادی از یون‌های آمونیوم را جذب می‌کند (Celik et al., 2001). مطالعه و بررسی نسبت‌های متفاوت زئولیت به بررسی میزان آبشویی آمونیوم از خاک نشان داد که استفاده از این کانی می‌تواند در جلوگیری از آبشویی آمونیوم موثر باشد (Sepaskhah et al., 2007). مطالعات (Perez et al, 2008) نشان داد که اثر زئولیت بر کاهش آبشویی نیترات موثر است و استفاده از این کانی علاوه بر کاهش آبشویی نیترات سبب کاهش نیاز به کوددهی نیز شده است. هدف اصلی از افزودن پلیمرهای سوپر جاذب به خاک، بالا بردن ظرفیت نگهداری آب در خاک است، وقتی پلیمر در مقابل اکسیژن موجود در آب قرار می‌گیرد، دافعه شدیدی بین آن‌ها ایجاد می‌گردد و در نتیجه زنجیرهای پلیمر از هم فاصله بیشتری گرفته، و آب بیشتری در خود جای می‌دهند. بدین ترتیب پلیمر از حالت کلافی خارج و آب محیط اطراف خود را تا چندین برابر جذب می‌کند. وقتی محیط اطراف ماده عاری از آب شد عکس حالت فوق اتفاق می‌افتد. سوپرجاذب‌ها از آنجا که با جذب سریع آب به میزان ده‌ها برابر وزن خود به ژلی متورم با استحکام خوب تبدیل می‌گردند. با اینکه سوپرجاذب‌ها تحت فشار هم قادر به نگهداری آب جذب کرده خود می‌باشند، ولی به محض نیاز ریشه، آب را به سهولت در اختیار آن قرار می‌دهند (Movahedi et al., 2004). باگاس یکی از محصولات جانبی نیشکر است که ۳۰-۲۰ درصد وزن آن را تشکیل می‌دهد. این محصول به صورت قطعات ریز و به رنگ کاهی است. در واقع باگاس از ضایعات کشاورزی و یک ماده لیگنو سلولزی است که از تفاله نیشکر به دست می‌آید و عمدتا از سلولز و لبگنین تشکیل شده است (Fang et al., 2015). هدف از این تحقیق استفاده از باگاس نیشکر و تبدیل آن به بیوچار و هیدروچار و همچنین استفاده از مواد زئولیت و سوپر جاذب بصورت لایه‌ای در خاک لوم و مقایسه این مواد با هم در کاهش آبشویی نیترات از خاک است.

مواد و روش‌ها

این پژوهش با هدف بررسی تأثیر بیوچار و هیدروچار اصلاح شده، زئولیت و سوپر جاذب در کاهش آبشویی نیترات به صورت لایه‌ای در یک خاک لوم در شرایط غیر اشباع انجام گرفت. تحقیق حاضر در دانشکده مهندسی علوم آب دانشگاه شهید چمران اهواز در سال ۱۳۹۸ با چهار تیمار مختلف از بیوچار (B)، هیدروچار (H)، زئولیت (Z) و سوپر جاذب (S) هر کدام در سه سطح مختلف صفر (M0)، دو (M2) و پنج (M5) گرم در هر کیلوگرم خاک (۰، ۰/۲ و ۰/۵ درصد وزنی) در چهار تکرار انجام شد. نمونه بدون تیمارهای ذکر شده به عنوان نمونه شاهد در نظر گرفته شد.

تهیه ستون‌های خاک آزمایش

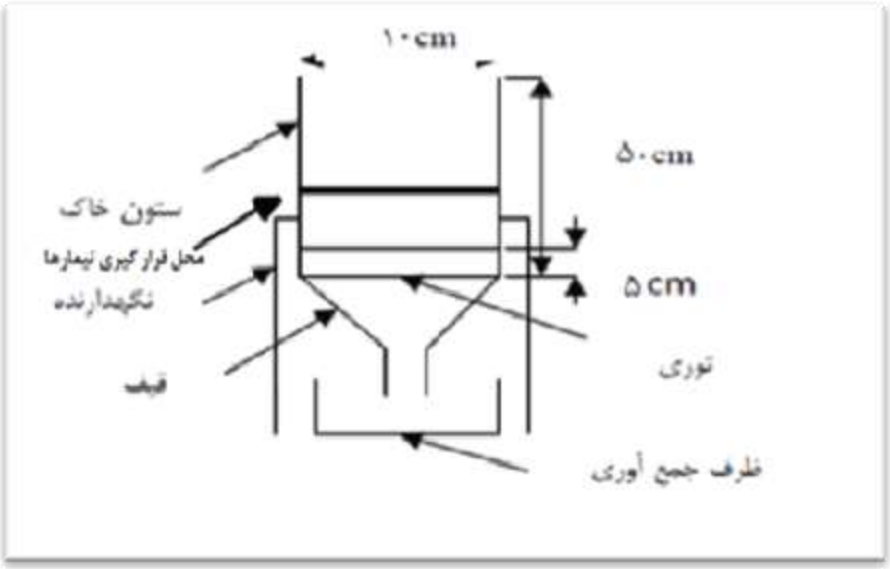
ستون‌های مورد استفاده در این پژوهش، لوله‌های پلیکا به قطر ۱۰/۵ سانتی متر و ارتفاع ۵۰ سانتی متر بودند. به منظور جلوگیری از خروج خاک، انتهای استوانه‌ها توسط کاغذ صافی و توری پلاستیکی، مفتول سیمی و درپوش پلاستیکی که روی آن سوراخ‌هایی تعبیه شده بود، مسدود گردید. سپس قیف‌هایی برای سهولت خروج زهاب به انتهای ستون‌های خاک وصل گردید. برای زهکشی آزاد خاک، پنج سانتی‌متر اول ستون‌ها از کف با شن به قطر پنج تا ۱۰ میلی‌متر پر گردید. به منظور کاهش جریان ترجیحی، قبل از ریختن خاک در ستون‌ها، دیواره آن‌ها به وسیله گریس چرب گردید. آماده‌سازی خاک نیز به این ترتیب انجام شد که ابتدا خاک در هوای آزاد خشک و پس از کوبیده شدن از الک دو میلی‌متری عبور داده شد. با توجه به جرم مخصوص ظاهری خاک مزرعه با بافت لوم (۱/۴۸ گرم بر سانتی‌متر مکعب) و حجم ستون خاک (۳۲۴۱ سانتی متر مکعب)، مقدار ۴۷۹۷ گرم خاک برای پر کردن هر ستون تا ارتفاع ۴۰ سانتی‌متری لازم بود. میزان بیوچار، هیدروچار، زئولیت و سوپرجاذب به‌صورت مجزا برای هر ستون محاسبه(۹/۶ گرم برای تیمار دو گرم بر کیلو گرم خاک و ۲۴ گرم برای تیمار پنج گرم بر کیلو گرم خاک) و در عمق۱۰ سانتی‌متری از کف هر ستون ریخته شد. برای جلوگیری از فشردگی خاک هنگام پر کردن ستون‌ها، از یک قیف بلند استفاده شد و همزمان به ستون خاک به طور منظم ضرباتی زده شد تا یکنواختی قرارگیری ذرات خاک در ستون حفظ شود. شکل (۱) ستون‌های مورد آزمایش و نحوه پر کردن آن‌ها از خاک را نشان می‌دهد. برای وارد کردن نیترات به ستون‌های خاک از کود اوره حاوی ۴۶ درصد نیتروژن خالص استفاده

www.SID.ir

Archive of SID

شد. میزان کود اوره مطابق نیاز کودی گیاه ذرت در منطقه که ۲۰۰ کیلوگرم نیتروژن یا ۴۵۰ کیلو گرم کود اوره در هکتار می‌باشد، در نظر گرفته شد، کود اوره به صورت سرک برای هر ستون محاسبه و در هفته‌های یک و شش (همزمان با برنامه کود دهی در منطقه برای کشت ذرت) به ستون‌های خاک اضافه گردید. سپس ستون‌های خاک روی شبکه فلزی با پایه‌های ۱۲۰ سانتی‌متر قرار داده شدند و برای جمع آوری زهاب خروجی از ستون‌ها یک صفحه فلزی زیر شبکه فلزی قرار گرفت و سپس ظرف‌هایی بر روی صفحه زیر هر قیف متصل به ستون‌ها قرار گرفتند. آبیاری ستون‌ها به وسیله آب شهری انجام شد. همچنین برای سهولت در اعمال آبیاری، سرم‌هایی در ارتفاع ۵۰ سانتی‌متری، آویخته به میله‌های فلزی که روی شاسی تعبیه شده بود، روی ستون‌ها قرار گرفتند (استفاده از سرم قابلیت تعیین زمان آبیاری و اعمال میزان آبیاری به طور دقیق را فراهم کرد). آبیاری ستون‌های خاک نیز بر اساس وزن از دست رفته ستون خاک شاهد (روش وزنی) و اعمال ۱۵ درصد آبشویی (جهت خروج زهاب) انجام شد؛ بدین صورت که یک ستون مجزا (ابعاد دقیقا مطابق لوله‌های آزمایش) با خاک شاهد پر گردید و با داشتن اطلاعات خاک از قبیل رطوبت ظرفیت زراعی موجود (FC) و رطوبت نقطه پژمردگی دائم (PWP) و با خارج شدن رطوبت سهل الوصول (MAD=٪۵۰) اقدام به آبیاری گردید. تعداد آبیاری‌ها شامل ۱۰ آبیاری و میزان آب وارد شده به هر ستون در هر آبیاری حدود ۳۵۰ میلی‌لیتر بود. بعد از هر آبیاری نمونه‌های زهاب به آزمایشگاه منتقل و به منظور تعیین غلظت نیترات محلول‌های مورد مطالعه، از دستگاه اسپکتروفتومتری مدل (DR5000) و در طول موج ۴۰۰ میکرومتر و از روش ماوراء بنفش استفاده گردید(Mulvaney., 1996). سپس روند حرکت نیترات در خاک تحت تأثیر کاربرد سطوح مختلف بیوچار، هیدروچار، زئولیت و سوپرجاذب، در طول آبیاری‌ها و نتایج آزمایش و مقایسه اثرات فاکتورها با استفاده از نرم‌افزار SPSS نسخه 22 و با آزمون دانکن مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفت. مشخصات خاک و خصوصیات شیمیایی آب مورد استفاده در تحقیق به ترتیب در جدول‌های ۱ و ۲ آورده شده است.

شکل ۱- ویژگی‌های ستون‌های آزمایشگاهی مورد استفاده در پژوهش و نحوه قرار گیری



شکل ۲- تصویر شماتیک ستون (لوله آزمایش) مورد استفاده

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۱- مشخصات خاک مورد استفاده در تحقیق

اسیدیته	هدایت الکتریکی (دسی‌زیمنس بر متر)	تخلخل (درصد)	جرم مخصوص واقعی (گرم بر سانتی‌متر مکعب)	جرم مخصوص ظاهری (گرم بر سانتی‌متر مکعب)	بافت	رس (درصد)	سیلت (درصد)	شن (درصد)
۷/۷۷	۲/۴۳	۴۲	۲/۶	۱/۴۸	لوم	۱۲/۳	۴۷/۷	۴۰

جدول ۲- خصوصیات شیمیایی آب مورد استفاده در تحقیق

کلسیم	منیزیم	سدیم	کلر	سولفات بی کربنات	کربنات	نیترات (میلی‌گرم بر لیتر)	هدایت الکتریکی (دسی زیمنس برمتر)	SAR –
			(میلی اکی والان بر لیتر)					
۷/۷۹	۶/۸۵	۵/۲۳	۱۳	۹/۸ ۱۰	۰	۷/۵	۲/۲	۴/۶۲

همچنین لازم به ذکر است که زئولیت مورد استفاده در تحقیق از نوع زئولیت پتاسیمی از معدن زئولیت آبگرم در استان سمنان و سوپر جاذب مورد استفاده از نوع A200 از شرکت نانو هورسان واقع در کرج تهیه شد که برخی از خصوصیات آن‌ها در جداول ۳ و ۴ ذکر شده است.

جدول ۳- ترکیبات زئولیت پتاسیمی مورد استفاده (Malekian et al., 2011)

پتا اکسید دی فسفر	منیزیم اکسید	تیتانیوم اکسید	پتاسیم اکسید	سدیم اکسید	کلسیم اکسید	دی فرو تری اکسید	دی آلومینیوم تری اکسید	سیلیسیم اکسید
(درصد)								
۰/۰۰۶	۰/۰۱۷	۰/۱۵۳	۳/۴۳	۳/۱۰	۱/۱۲	۰/۹۱	۶/۶۷	۷۰/۲۵
کروم	نیکل	سرب	روی	مس	استرانسیوم	باریوم	کلر	گوگرد تری اکسید
(قسمت در میلیون)								(درصد)
٦	۵	۲۷	۲	۵۶	۶۶۶	۱۱۵۸	۲۰۴۹	۰/۶۰

جدول ٤- برخی از خصوصیات کلی سوپر جاذب A200 (Kent et al., 2009)

مشخصات	A200
رطوبت (درصد)	۵-۷
چگالی (مگا گرم بر متر مکعب)	۱/۴-۱/۵
اسیدیته محلول آبی	۶-۷
اندازه ذرات (میکرو متر)	۱۰۰-۲۵۰
ظرفیت جذب آب مقطر (گرم بر گرم)	۲۲۰
ظرفیت جذب آب شهر (گرم بر گرم)	۱۹۰

تولید بیوچار باگاس نیشکر

نحوه تولید بیوچار بدین صورت بود که باگاس نیشکر پس از تهیه، چندین مرتبه با آب شسته و در هوای آزاد خشک گردید. پس از آسیاب شدن در ظروف درپوش دار مخصوص ریخته شد و در کوره به مدت چهار ساعت با نرخ ۲۰ درجه سلسیوس بر دقیقه قرار گرفت. کوره در دمای۳۰۰ درجه سلسیوس بر دقیقه تنظیم گردید و باگاس نیشکر در این دما به بیوچار تبدیل شد (Yuan et al., 2011).

تولید هیدروچار باگاس نیشکر

برای تولید هیدروچار نیز پس از تهیه باگاس و آسیاب کردن آن در ظروف درپوش دار مخصوص ریخته شد. سپس در اتوکلاو از جنس فولاد ضد زنگ به همراه آب دیونیزه قرار داده شد. اتوکلاو در درجه حرارت ۲۰۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۶ ساعت حرارت داده شد. بعد از این مرحله و رسیدن دمای ظرف به دمای اتاق آزمایشگاه، پس از عبور محتویات از کاغذ صافی، ذرات جامد را با آب دیونیزه شستشو داده (برای رفع ناخالصی‌های مواد) و سپس در آون به مدت ۲۴ ساعت در دمای ۷۰ درجه سانتی خشک گردید (Fang et al., 2015). شکل (۳) ظرف درپوش دار مخصوص را نشان می‌دهد.

www.SID.ir

Archive of SID

شکل ۳- ظرف درپوش دار مخصوص تولید بیوچار و هیدروچار باگاس نیشکر

اصلاح‌سازی بیوچار و هیدروچار باگاس نیشکر

نحوه اصلاح‌سازی هیدروچار و بیوچار باگاس نیشکر بدین گونه بود که ۳۰۰ گرم از هر کدام به ۱۸۰ میلی‌لیتر اپی کلروهیدرین[1] و ۱۵۰ میلی‌لیتر دی متیل فرومایید[2] اضافه گردید. مخلوط حاصل به مدت ۶۰ دقیقه در دمای ۸۵ درجه سلسیوس نگهداری شد. پس از آن، ۶۰ میلی‌لیتر اتیلن دی آمین[3] به ترکیب اضافه گردید و مدت ۴۵ دقیقه در دمای ۸۵ درجه سلسیوس قرار داده شد. سپس ۱۵۰ میلی‌لیتر تری میتل آمین[4] ۴۰ درصد به سوسپانسیون اضافه شد و به مدت ۱۲۰ دقیقه در دمای ۸۵ درجه سلسیوس نگهداری شد. در نهایت برای پاک کردن بقایای مواد شیمیایی از سطح بیوچار و هیدروچار، چندین مرتبه با آب دیونیزه شسته شدند و در دمای ۶۰ درجه سلسیوس به مدت ۲۴ ساعت خشک گردید (Xu et al., 2012).

نتایج و بحث

طبق تعریف زئولیت‌ها، این مواد دارای حفره‌های ریز در حد ابعاد مولکولی هستند. این حفره‌ها توسط توسط کانال‌هایی به یکدیگر مرتبط می‌شوند که نوع کانال‌ها بر خواص فیزیکی و شیمیایی زئولیت‌ها تأثیرگذار می‌باشند (Moradzadeh et al., 2012). عملکرد بیوچار به عنوان یک منبع غنی از کربن به شدت تحت خصوصیات منحصر به فرد آن از قبیل سطح ویژه، حجم خلل و فرج و گروه‌های عاملی آن می‌باشد (Chintala et al., 2013). سطح بیوچار نسبت به باگاس دارای خلل و فرج درشت که به صورت حفره‌های لانه زنبوری است می‌باشد. این شبکه لانه زنبوری در واقع بیانگر اسکلت کربن در ساختار بیوچار است (Ghani et al., 2013). بخشی از ساختار زئولیت، کانال‌های موجود در آن است. حضور گروه‌های عاملی سطحی اکسیژن‌دار مانند گروه‌های هیدروکسیلی، کربوکسیلی و کربونیلی در هیدروچار باعث ظرفیت تبادل کاتیونی هیدروچار شده و در نتیجه منجر به افزایش نگهداشت مواد مغذی و جذب آلودگی‌ها نظیر فلزات سنگین در محیط‌های آبی و خاکی می‌شود (Fang et al., 2015; Yu and Kookana, 2010).

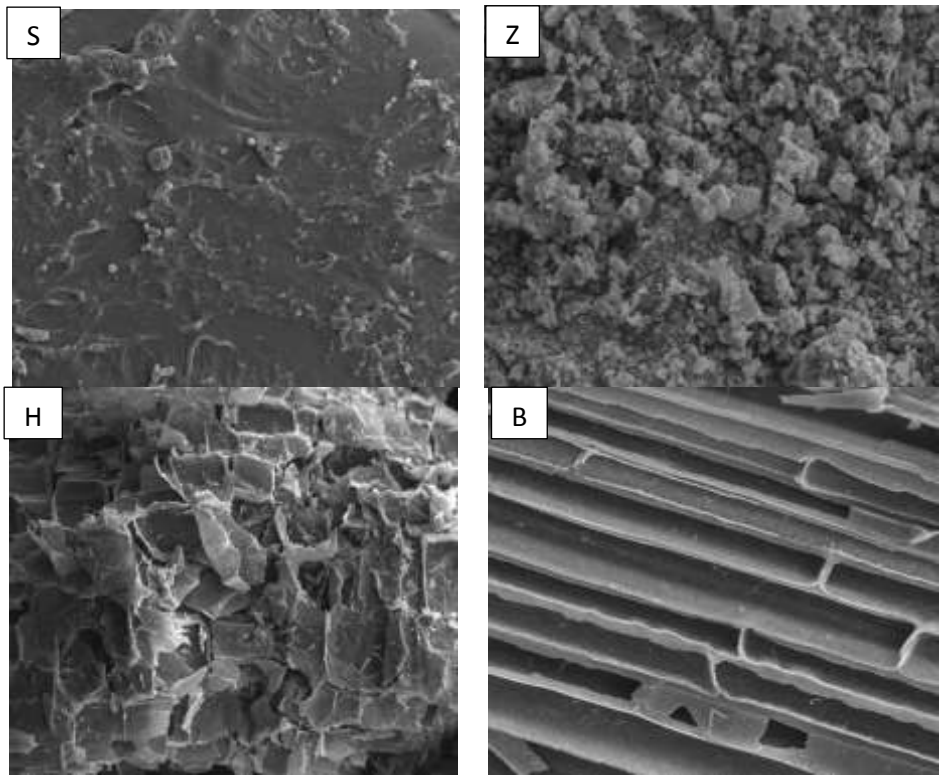
شکل ۴ به ترتیب ساختار ظاهری تصویر سوپرجاذب A200 (S)، زئولیت پتاسیمی (Z)، بیوچار (B) و هیدروچار (H) مورد استفاده به روش تصویر برداری میکروسکوپ الکترونی روبشی را در بزرگنمای ۵۰۰ نشان می‌دهد.

نتایج تجزیه واریانس (جدول ۵) نشان داد که اثر زئولیت و سوپرجاذب در تمام ۱۰ آزمایش (آبیاری) برای تیمارهای ۵ گرم در کیلوگرم خاک در سطح ۵ درصد بر کاهش آبشویی نیترات معنی‌دار بود و مطابق نتایج مقایسه میانگین (جدول ۷) بین سطوح مختلف ۲ و ۵ گرم زئولیت در کیلوگرم خاک نتایج نشان داد که در آبیاری‌های (آزمایش‌ها) ۶، ۸ و ۱۰ تفاوت معنی‌داری وجود نداشته و در مابقی آبیاری‌ها تفاوت بین این دو سطح در جلوگیری از آبشویی نیترات معنی‌دار بود. بین سطوح مختلف ۲ و ۵ گرم سوپرجاذب در کیلوگرم خاک نتایج تجزیه واریانس نشان داد که در آبیاری‌های ۳، ۹ و ۱۰ تفاوت معنی‌داری وجود ندارد، اما در مابقی آبیاری‌ها این تفاوت معنی‌دار بود (جدول ۷). همچنین اثر بیوچار در تمام آبیاری‌ها و هیدروچار غیر از آبیاری ۴ و ۶ در سطح ۵ درصد بر کاهش آبشویی نیترات معنی‌دار بود. نتایج مقایسه میانگین (جدول ۶) نشان داد که بین سطوح مختلف ۲ و ۵ گرم بیوچار در کیلوگرم خاک در آبیاری‌های ۳، ۸ و ۱۰ تفاوت معنی‌دار بوده و در سایر آبیاری‌ها تفاوت معنی‌داری نمی‌باشند و برای سطوح مختلف ۲ و ۵ گرم هیدروچار در کیلوگرم خاک نیز نتایج نشان داد که در آبیاری‌های ۲، ۳ و ۸ بین این سطوح تفاوت معنی‌داری وجود داشته و در سایر آبیاری‌ها این تفاوت معنی‌دار نبود.

1- Epicholorohydrin
2- N-dimethylformamide
3- Ethylenediamine
4- Trimethylamine

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ٤- تصویر سوپر جاذب A200 (S)، زئولیت پتاسیمی (Z)، بیوچار (B) و هیدروچار (H) (بزرگنمایی ۵۰۰)

جدول ۵- تجزیه واریانس اثر زئولیت، سوپرجاذب، هیدروچار و بیوچار بر جلوگیری از آبشویی نیترات

		میانگین مربعات			
شماره آبیاری	درجه آزادی	زئولیت	بیوچار	هیدروچار	سوپرجاذب
۱	۲	۵۴*	۹۶/۵۱*	۴۵*	۶۹*
۲	۲	۳۳۷*	۲۴۹/۳۱*	۴۹۶*	۷۷۷*
۳	۲	۶۴۵۲*	۱۳۱۶*	۶۲۷*	۷۳۵۰*
٤	۲	۱۵۰۴۸*	۴۵۲۳*	۳۸۱ns	۱۲۳۰۹*
۵	۲	۱۳۸۰۳*	۲۲۸۶*	۱۵۵۱*	۲۲۷۷۷*
٦	۲	۳۰۳۹*	۱۲۹۹۸*	۱۳۴۵ns	۱۲۱۱۲*
۷	۲	۸۱۲۴*	۸۲۶۶*	۳۶۸۷*	۱۹۲۰۱*
۸	۲	۱۰۵۷۴*	۱۲۶۸*	۱۲۱۱*	۳۵۵۹۲*
۹	۲	۶۱۷۸*	۳۲۵۵*	۸۶۵۸*	۱۱۱۸۹*
۱۰	۲	۶۵۷۰*	۶۶۹۳*	۱۰۰۸*	۱۹۴۶۴*

*و ns به ترتیب معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد و عدم معنی‌داری

شکل ۵ مقایسه میزان نیترات خروجی تیمار شاهد با تیمارهای دو و پنج گرم زئولیت در کیلو گرم خاک (شکل ۵- الف)، دو و پنج گرم سوپرجاذب (شکل ۵- ب)، دو و پنج گرم بیوچار (شکل ۵- پ) و دو و پنج گرم هیدروچار (شکل ۵- ت) را نشان می‌دهد.

مطابق شکل ۵ بیشترین آبشویی نیترات مربوط به تیمار شاهد بوده و همچنین نقاط اوج این نمودار نشان دهنده بالاترین خروجی نیترات است که در آزمایش (آبیاری) ۷ رخ داده است، که علت این امر می‌تواند کوددهی در آبیاری ۶ باشد. شیب نمودار نیترات خروجی در کوددهی اول (آبیاری اول) همانند هفته ۷ نبوده و نمودار یک روند صعودی ملایم تا آبیاری ۴ را نشان می‌دهد که به نظر می‌رسد علت این پدیده ظرفیت بالای جذب جاذب‌ها (۶۰ درصد جذب) در اوایل آزمایش‌ها (آبیاری‌ها) باشد.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ٦- مقایسه میانگین اثر زئولیت، سوپرجاذب، بیوچار و هیدروچار بر جلوگیری از آبشویی نیترات

شماره آبیاری	تیمار زئولیت	غلظت نیترات خروجی (میلی‌گرم برلیتر)	تیمار سوپر جاذب	غلظت نیترات خروجی (میلی‌گرم بر لیتر)	تیمار بیوچار	غلظت نیترات خروجی (میلی‌گرم بر لیتر)	تیمار هیدروچار	غلظت نیترات خروجی (میلی‌گرم بر لیتر)
۱	$M0^a$	۱۵	$M0^a$	۱۵	$M0^a$	۱۵	$M0^a$	۱۵
	$M2^b$	۱۰	$M2^b$	۹	$M2^b$	۷	$M2^b$	۱۰
	$M5^c$	۷	$M5^c$	۶	$M5^b$	۵	$M5^b$	۹
۲	$M0^a$	۳۲	$M0^a$	۳۲	$M0^a$	۳۲	$M0^a$	۳۲
	$M2^a$	۲۵	$M2^b$	۹	$M2^b$	۱۴	$M2^b$	۱۷
	$M5^b$	۱۴	$M5^c$	۶	$M5^b$	۱۲	$M5^c$	۸
۳	$M0^a$	۹۵	$M0^a$	۹۵	$M0^a$	۹۵	$M0^a$	۹۵
	$M2^b$	۳۳	$M2^b$	۲۳	$M2^b$	۷۱	$M2^b$	۸۵
	$M5^c$	۱۹	$M5^b$	۱۷	$M5^c$	۵۷	$M5^c$	۶۹
٤	$M0^a$	۱۵۹	$M0^a$	۱۵۹	$M0^a$	۱۵۹	$M0^a$	۱۵۹
	$M2^b$	۱۰۱	$M2^b$	۷۳	$M2^b$	۱۲۵	$M2^a$	۱۵۸
	$M5^c$	۳۶	$M5^c$	۵۵	$M5^b$	۹۲	$M5^a$	۱۵۰
۵	$M0^a$	۱۷۵	$M0^a$	۱۷۵	$M0^a$	۱۷۵	$M0^a$	۱۷۵
	$M2^b$	۱۰۰	$M2^b$	۶۹	$M2^b$	۷۶	$M2^b$	۹۱
	$M5^c$	۶۱	$M5^c$	۳۱	$M5^b$	۲۹	$M5^c$	۷۸
٦	$M0^a$	۱۶۰	$M0^a$	۱۶۰	$M0^a$	۱۶۰	$M0^a$	۱۶۰
	$M2^b$	۱۳۷	$M2^a$	۱۵۸	$M2^b$	۸۶	$M2^a$	۱۳۵
	$M5^b$	۷۵	$M5^b$	۶۰	$M5^b$	۴۷	$M5^a$	۱۰۱
۷	$M0^a$	۳۱۵	$M0^a$	۳۱۵	$M0^a$	۳۱۵	$M0^a$	۳۱۵
	$M2^b$	۱۶۷	$M2^a$	۱۹۴	$M2^b$	۱۷۱	$M2^b$	۱۵۱
	$M5^b$	۱۰۷	$M5^b$	۸۵	$M5^c$	۱۵۰	$M5^b$	۱۳۶
۸	$M0^a$	۲۴۵	$M0^a$	۲۴۵	$M0^a$	۲۴۵	$M0^a$	۲۴۵
	$M2^b$	۱۷۵	$M2^b$	۱۲۴	$M2^a$	۲۱۲	$M2^a$	۲۳۵
	$M5^b$	۱۴۷	$M5^c$	۷۳	$M5^b$	۱۴۰	$M5^b$	۱۵۳
۹	$M0^a$	۱۹۶	$M0^a$	۱۹۶	$M0^a$	۱۹۶	$M0^a$	۱۹۶
	$M2^a$	۱۷۶	$M2^b$	۱۱۴	$M2^b$	۱۷۴	$M2^b$	۱۳۹
	$M5^b$	۱۲۰	$M5^b$	۱۰۲	$M5^b$	۱۴۵	$M5^b$	۱۰۳
۱۰	$M0^a$	۱۸۷	$M0^a$	۱۸۷	$M0^a$	۱۸۷	$M0^a$	۱۸۷
	$M2^b$	۱۰۷	$M2^b$	۷۵	$M2^b$	۱۱۸	$M2^b$	۱۱۷
	$M5^b$	۱۱۲	$M5^b$	۵۲	$M5^c$	۱۱۱	$M5^b$	۸۹

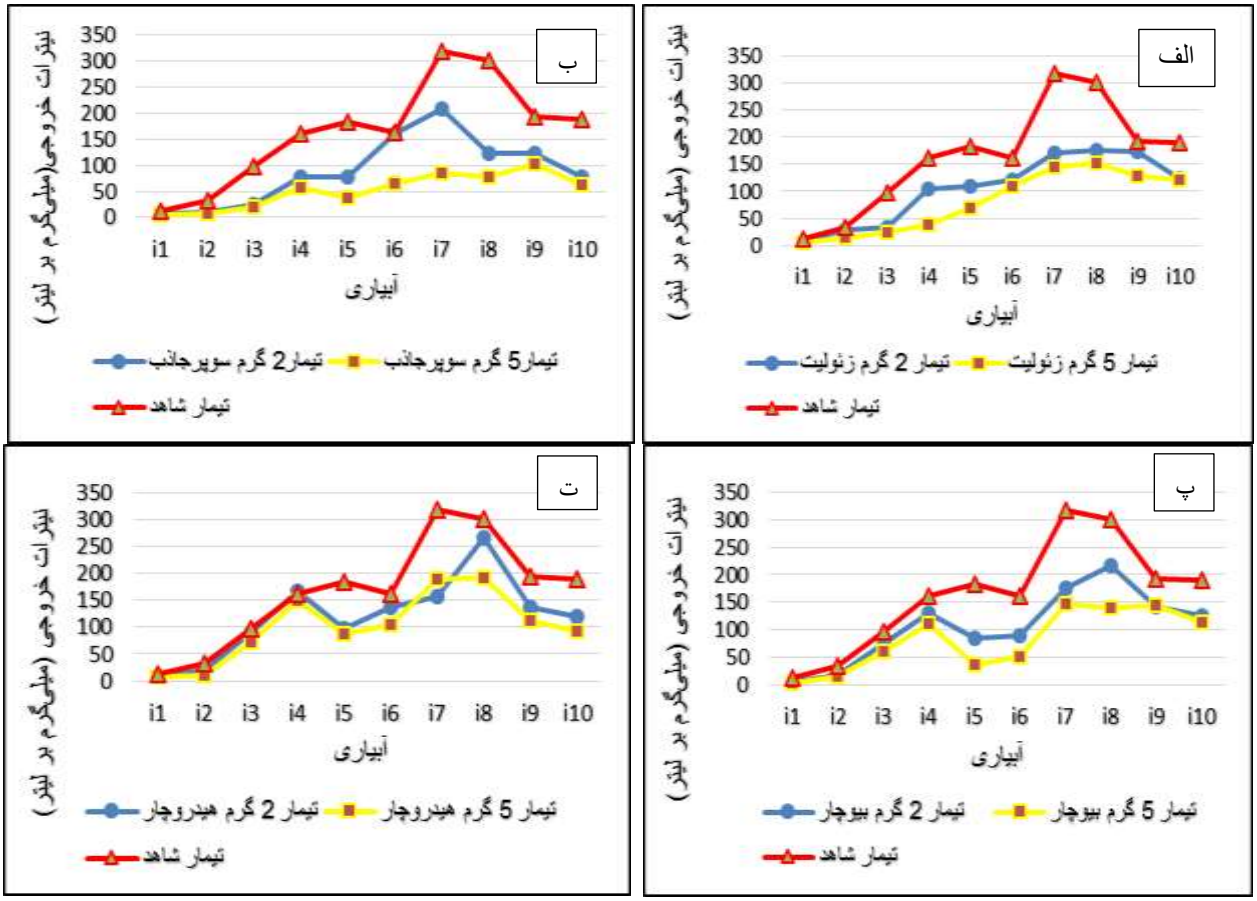
حروف مشابه به معنی عدم معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد با آزمون دانکن می‌باشد (M0، M2 و M5 به ترتیب صفر (شاهد)، ۲ و ۵ گرم در کیلوگرم خاک زئولیت، سوپر جاذب، بیوچار و هیدروچار را نشان می‌دهد).

برای تیمار ۵ گرم سوپرجاذب در کیلوگرم خاک نیز با وجود عملکرد بسیار مطلوب نسبت به تیمار شاهد نوسانات نموداری این تیمار (شکل ۵- ب) تقریبا مشابه تیمار شاهد بوده، با این تفاوت که نقاط اوج خروجی نیترات در حضور سوپرجاذب در آبیاری‌های ۹ بوده و همچنین بین آبیاری‌های ۵ تا ۶ و ۸ تا ۹ نمودار روندی وارونه را نسبت به کل نشان میدهد (نوسانات جذبی در حضور سوپرجاذب) که به نظر می‌رسد علت این امر پر شدن ظرفیت جذبی سوپرجاذب در بازه‌های زمانی ذکر شده باشد. نمودار تیمار ۵ گرم زئولیت در کیلوگرم خاک نیز در فرایند جذب نیترات روندی مشابه را نشان می‌دهد و نقاط اوج (بیشترین) نیترات خروجی در حضور این تیمار در آبیاری‌های ۸ (۲ هفته پس از کوددهی) رخ داده است. برای تیمار ۵ گرم بیوچار و هیدروچار در کیلوگرم خاک نیز مشابه تیمار شاهد بوده (شکل ۵ پ و

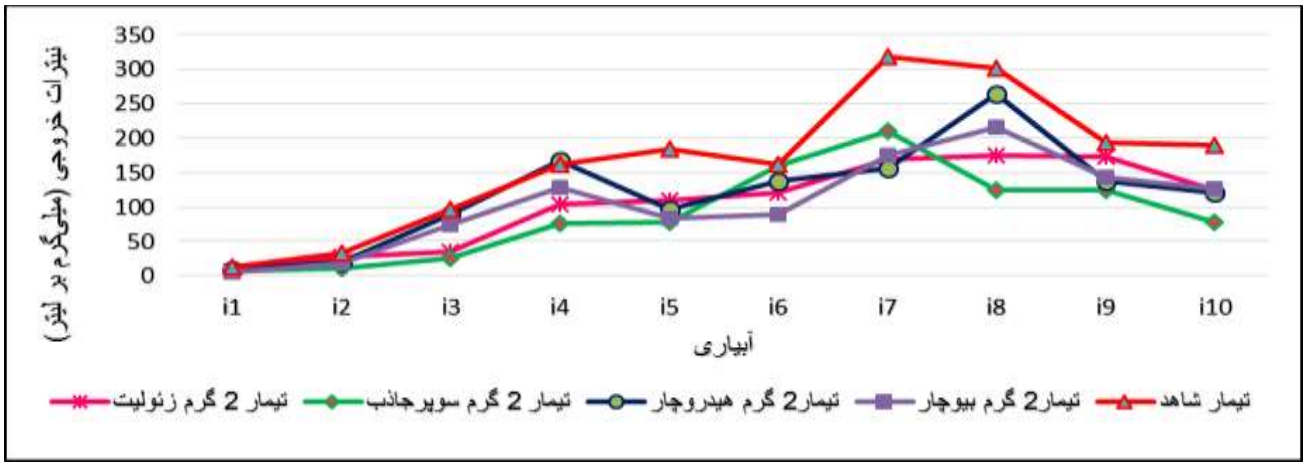
www.SID.ir

Archive of SID

ت) با این تفاوت که نقاط اوج آبشویی این نمودارها در آزمایش‌های ۸ رخ داده است (دو هفته پس از کوددهی). این روند نشان می‌دهد که تیمارهای هیدروچار و بیوچار در سطح ۵ گرم علاوه بر کاهش میزان آبشویی نیترات نسبت به تیمار شاهد قابلیت به تعویق انداختن خروج نیترات را نیز دارا می‌باشند. در حالت کلی آبشویی نیترات در سطح پایین هیدروچار و بیوچار بیشتر بوده و با افزایش مقدار هیدروچار و بیوچار در هر یک از آبیاری‌ها آبشویی کاهش داشته است (شکل ۵). به‌طور کلی تیمار ۵ گرم سوپرجاذب (S) در کیلوگرم خاک نسبت به تیمارهای دیگر (B, H و Z) در جلوگیری از آبشویی نیترات عملکرد بهتری را از خود نشان داده است.



شکل ۵- تأثیر سطوح مختلف زئولیت، سوپر جاذب، بیوچار و هیدروچار در جلوگیری از آبشویی نیترات و مقایسه اثر تیمارها با یکدیگر

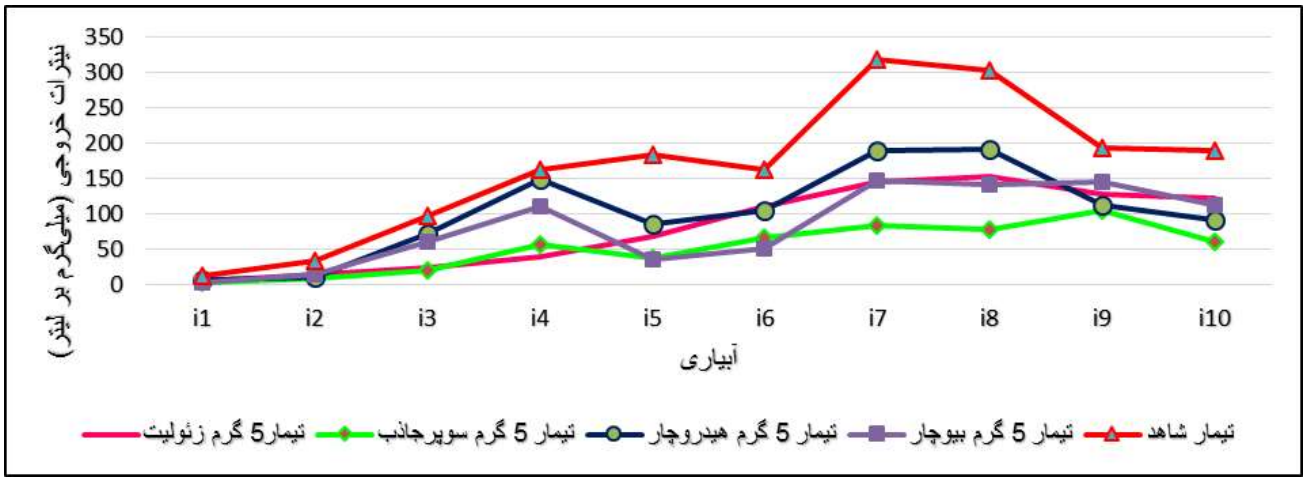


شکل ٦- مقایسه سطوح مختلف ۲ گرم زئولیت، سوپرجاذب، هیدروچار و بیوچار با تیمار شاهد بر آبشویی نیترات

www.SID.ir

Archive of SID

مطابق شکل ۶ برای سطوح ۲ گرم تیمارها نشان می‌دهد که بیشترین آبشویی نیترات مربوط به تیمار شاهد می‌باشد و همچنین تمام تیمارها نسبت به تیمار شاهد عملکرد مطلوبی در جلوگیری از آبشویی نیترات از خود نشان دادند، تیمار دو گرم سوپرجاذب جز در مواردی محدود، در اکثر آبیاری‌ها عملکرد بهتری نسبت به سایر تیمارها (دو گرم بیوچار، هیدروچار و زئولیت) از خود نشان داد. تیمار دو گرم بیوچار پس از تیمار سوپر جاذب عملکرد مطلوبی را بر کاهش آبشویی نیترات داشت، به دنبال آن تیمار دو گرم هیدروچار و زئولیت کاهش آبشویی نیترات را سبب شدند.



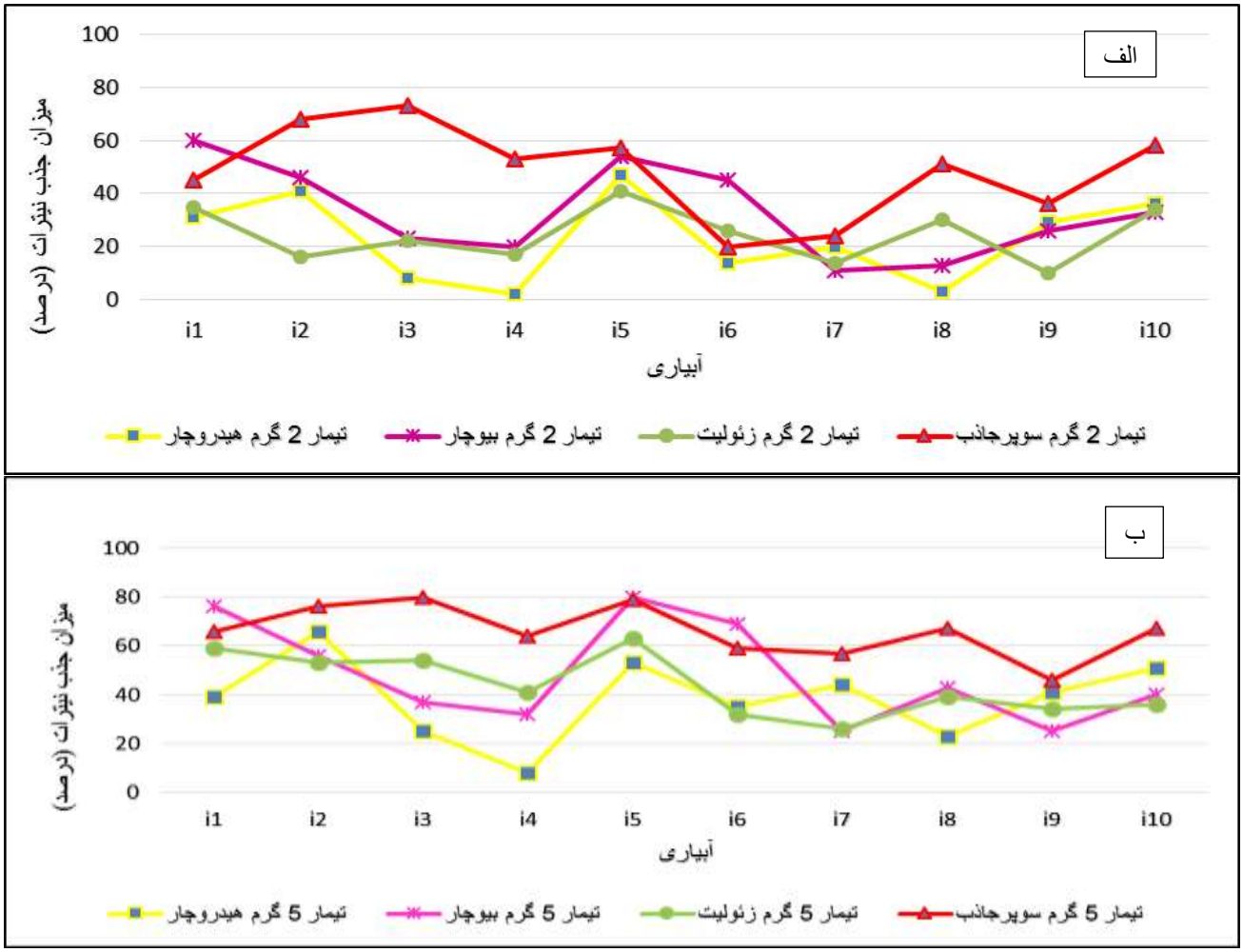
شکل ۷- مقایسه تیمارهای ۵ گرم بیوچار، هیدروچار، زئولیت، سوپرجاذب و تیمار شاهد برآبشویی نیترات

مطابق شکل ۷ در حضور تیمارهای ۵ گرم نیز بالاترین میزان آبشویی نیترات مربوط به تیمار شاهد بوده و شدت جذب نیترات در حضور تیمارهای مختلف مورد استفاده در تحقیق نسبت به تیمار شاهد قابل مشاهده است، تیمار ۵ گرم سوپر جاذب بر کیلوگرم خاک بیشترین تاثیر را بر کاهش آبشویی نیترات دارد و به دنبال آن تیمار بیوچار عملکرد مطلوبی را بر در کاهش آبشویی نیترات از خود نشان می‌دهد. در تیمار شاهد بالاترین خروجی نیترات در آبیاری هفتم و تقریبا برابر ۳۲۵ میلی‌گرم بر لیتر بود، در حالی‌که بالاترین خروج نیترات از خاک برای تیمار ۵ گرم سوپر جاذب در آبیاری ۹ بوده و تقریبا برابر ۱۰۰ میلی‌گرم بر لیتر است.

مطابق شکل ۸ (الف و ب) مشاهده می‌شود که سطح پنج گرم بر کیلوگرم خاک از تیمارهای مورد استفاده در تحقیق نسبت به سطح ۲ گرم در کیلوگرم خاک از این مواد تقریبا در تمام آبیاری‌ها (آزمایش‌ها) درصد جذب بالاتری از نیترات را داشته است. برای تیمار ۵ گرم زئولیت در کیلو گرم خاک بالاترین جذب نیترات نزدیک به ۶۰ درصد نسبت به تیمار شاهد و در آبیاری ۱ و ۵ قابل مشاهده است و همچنین قدرت جذب نیترات برای تیمار ۵ گرم سوپر جاذب در کیلو گرم خاک تا حدود ۸۰ درصد نسبت به تیمار شاهد در آبیاری ۳ (دو هفته پس از کوددهی) را می‌توان دید. با کم شدن میزان تیمارهای مورد استفاده در پژوهش میزان جذب نیترات کاهش پیدا کرده است. سطح ۵ گرم در کیلو گرم خاک از مواد بیوچار و هیدروچار نسبت به سطح ۲ گرم در کیلو گرم خاک از این مواد تقریبا در تمام آبیاری‌ها (آزمایش‌ها) درصد جذب بالاتری از نیترات را داشته است. برای تیمار ۵ گرم هیدروچار در کیلو گرم خاک بالاترین جذب نیترات نزدیک به ۶۰ درصد نسبت به تیمار شاهد و در آبیاری ۲ (یک هفته پس از کوددهی) قابل مشاهده است و همچنین قدرت جذب نیترات برای تیمار ۵ گرم بیوچار در کیلوگرم خاک تا حدود ۸۰ درصد را می‌توان دید. با افزایش میزان بیوچار و هیدروچار باگاس نیشکر در خاک درصد جذب نیترات افزایش یافت؛ بنابراین در صورت استفاده این مواد در زمین‌های کشاورزی، زمان نگهداشت نیترات در منطقه ریشه افزایش می‌یابد و امکان بیشتری برای جذب نیترات توسط گیاهان فراهم می‌گردد. نتایج تحقیق با نتایج کامایا و همکاران (۲۰۱۲)، زنگ و همکاران (۲۰۱۳)، یاو و همکاران (۲۰۱۲) و لایرد و همکاران (۲۰۱۰) نیز مطابقت دارد. این محققان نیز کاهش آبشویی نیترات در اثر اعمال بیوچار و افزایش جذب را با افزایش بیوچار گزارش کردند (Kameyama et al., 2012؛ Zhang and Sun., 2013؛ Yao et al., 2012 و Laird et al., 2010).

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۸- مقایسه تیمارهای ۲ گرم (الف) و ۵ گرم (ب) بیوچار، هیدروچار، زئولیت و سوپرجاذب (درصد)

نتایج نشان داد که تیمار ۲ و ۵ گرم بیوچار در کیلو گرم خاک به ترتیب ۲۶ و ۳۹ درصد و تیمار ۲ و ۵ گرم هیدروچار در کیلوگرم خاک به ترتیب ۱۶ و ۲۷ درصد نسبت به تیمار شاهد در جلوگیری از آبشویی نیترات موثر بودند. کاهش هدر رفت نیترات نیتروژن ناشی از آبشویی به واسطه حضور بیوچار در مطالعات پیشین نشان داده شده است (Laird et al., 2010؛ Mukherjee et al., 2014 و Mukherjee and Zimmerman, 2011). در حدود ۳۳ درصد کاهش آبشویی نیترات نیتروژن به واسطه بیوچار با نرخ یک درصد وزنی، معادل ۱۰ گرم بیوچار در یک کیلوگرم خاک در مطالعه‌ای با خاک لوم سیلتی در اوهایو آمریکا گزارش شد (Mukherjee et al., 2014). سیکا و هاردی (۲۰۱۴) از ستون‌های آزمایشگاهی با خاک شنی و بیوچار (۰/۵، ۲/۵ و ۱۰ درصد وزنی) استفاده کردند و کاهش آبشویی نیترات را به ترتیب به میزان ۲۶، ۴۲ و ۹۶ درصد گزارش کردند (Sika and Hardi, 2014). در تحقیق دیگری بر پایه لایسیمتر با استفاده از مقدار ۱۰ تن بیوچار در هکتار تغییر مطلوبی از نقش بیوچار در آبشویی نیترات گزارش شد، در پژوهش آن‌ها هیچ اثری از آبشویی تجمعی حتی پس از ۴ ماه استفاده از بیوچار مشاهده نشد اما آبشویی به میزان ۷۵ درصد تحت کنترل در فصل کشت کاهش یافت (Ventura et al., 2012).

آبشویی کمتر در خاک های دارای بیوچار ممکن است ناشی از عملکرد جذبی بیوچار (Mukherjee et al., 2014)، نرخ کاهش یافته نیتریفیکاسیون (Dempster et al., 2012)، جذب NH_4 در تبادل‌ها و عدم وجود آن برای فرآیند نیتریفیکاسیون (Chan et al., 2008)، عدم تحرک نیتروژن به دلیل غلظت بالای ترکیبات فنولیک حل شونده که در مواد فرار بیوچار موجود است (Mukherjee et al., 2014) و یا به دلیل جذب میکروبی نیتروژن معدنی و تبدیل آن به شکل آلی به وسیله جذب مداوم کربن آلی توسط سطح بیوچار (Guerena et al., 2013) باشد. برای تیمار ۵ گرم زئولیت در

www.SID.ir

Archive of SID

کیلوگرم خاک به طور میانگین ۳۳ درصد جذب (کاهش) نیترات که بالاترین میزان جذب نزدیک به ۶۰ درصد (آبیاری‌های یک و پنج) نسبت به تیمار شاهد قابل مشاهده است و همچنین برای تیمار ۵ گرم سوپر جاذب در کیلوگرم خاک به طور میانگین ۵۸ درصد جذب (کاهش) نیترات که بالاترین میزان جذب تا حدود ۸۰ درصد (آبیاری‌های یک و پنج) نسبت به تیمار شاهد قابل مشاهده است. با کم شدن میزان مواد زئولیت و سوپر جاذب در خاک (از پنج گرم به دو گرم در کیلو گرم خاک) میزان جذب نیترات نیز کاهش پیدا کرده است.

نتیجه‌گیری

نتایج تحقیق حاضر بیانگر موثر بودن اثر کاربرد زئولیت، سوپرجاذب، بیوچار و هیدروچار در کاهش آبشویی نیترات از خاک به‌صورت لایه‌ای و در حالت غیر اشباع است. با ثابت در نظر گرفتن سایر عوامل به کار رفته در این آزمایش، سوپرجاذب A200 اثر بیشتری بر کاهش آبشویی نیترات نشان داد ولی با تفکیک مقدار به کار رفته از مواد سوپرجاذب و زئولیت، مشاهده شد که بیشترین کاهش آبشویی نیترات با کاربرد ۵ گرم سوپرجاذب در کیلوگرم خاک به دست آمد. همچنین میزان جذب نیترات در مقادیر کمتر تیمارهای آزمایش نیز مشاهده شد. با توجه به نتایج تحقیق حاضر و تحقیقات مشابه قبلی، با افزودن کود اوره به خاک آبشویی نیترات نیز افزایش می‌یابد ولی می‌توان با استفاده از تیمارهای ذکرشده تا حدودی، حاشیه اطمینان بیشتری برای کاربرد این کودها از نظر انتقال آلودگی ایجاد کرد. بر اساس نتایج حاصله از این تحقیق مشاهده شد که کاربرد زئولیت پتاسیمی، سوپرجاذب نوع A200، بیوچار و هیدروچار باگاس نیشکر در سطح ۵ درصد وزنی تأثیر بیشتری داشته است. نتایج نشان داد که با کاربرد این تیمارها به طور متوسط و به ترتیب تا ۲۹، ۵۸، ۴۳ و ۳۱ درصد از تلفات کود اوره از خاک کاسته شد.

منابع

مرادزاده، م.، معاضد، م.، صیاد، غ.، حاجی خانلو، ح.، و صادقی لاری، ع. ۱۳۹۱. تاثیر کاربرد زئولیت پتاسیمی بر نگهداشت نیترات و آمونیوم در یک خاک لوم شنی در شرایط اشباع. مجله پژوهش‌های خاک (علوم خاک و آب)، (۱): ۱۰۸-۱۰۰.

Celik, M.S., Ozdemir, B., and Turan, M. 2001. Removal of ammonia by natural clay mineral using fixed and fluidized bed column reactors, Water Science and Water Technology. 11: 81-88.

Chen, X., Chen, G.L., Chen, Y., Lehmann, J., McBride, M.B., and A.G. 2011. Adsorption of cipper and by biochars produced from pyrolysis of hardwood and corn straw in aqueous solution. Bioresource Technology Technology. 102: 8877-8884.

Chan, K.Y., Zwieten, L.V., Meszaros, I., Downie, A., and Joseph, S.2008. Using poultry litter biochars as soil amendments. Aust. J. Soil Res. 46: 437-444.

Chen, Y., Sheng, G., Chiou, C.T., and Xing, B. 2008. Comopositions and sorptive propertis of crop residue- derived chars. Environmental Scince and Technology 38: 4649-4655.

Cho, D.W., Chon, C.M., Jeon, B.H., Kim, Y., Khan, M.A., and Song, H. 2010. The role of clay minerals in the reduction of nitrate in groundwater by zero-valent iron. Journal soil and water sciences. 81: 611-616.

Dempster, D.N., Gleeson, D.B., Solaiman, Z.M., Jones, D.L., and Murphy, D.V. 2012. Decreased soil microbial biomass and nitrogen mineralisation with Eucalyptus biochar addition to a coarse textured soil. Plant Soil. 354:311–324.

Dozier, M.C., Morgan, G., and Sij J. 2008. BMPs to reduce nitrate impacts in groundwater and to assess atrazine and arsenic occurrences in private water wells. Texas State Soil and Water Conservation Board. 122: 25-30.

Egrinya Enejiv, A., Islam, R., An, P., and Amalu, U.C. 2013. Nitrate retention and physiological adjustment of maize to soil amendment with superabsorbent polymers. Cleaner Production. 16:474-480.

Fang, J., Gao, B., Chen, J., and Zimmerman, A.R. 2015. Hydrochars derived from plant biomass under various conditions: Characterization and potential applications and impacts. Chemical Engineering Journal. 267: 253–259.

Gilbert, P.M., Harrison, J., Heil, C., and Seitzinger, S. 2006. Escalating worldwide use of urea – a global change contributing to coastal eutrophication, Biogeochemistry. Water Science and Water Technology. 77: 441-463.

Guerena, D., Lehmann, J., Hanley, K., Enders, A., Hyland, C., and Riha, S. 2013. Nitrogen dynamics following field application of biochar in a temperate North American maize-based production system. Plant Soil. 365: 239–254.

Gajic, A., and Koch, H.J. 2013. Sugar beet (*Beta vulgaris* L.) growth reduction caused by hydrochar is related to nitrogen supply. J. Environ. Qual. 41: 1067–1075.

Heilmann, S.M., Davis, H.T., Jader, L.R., Lefebvre, P.A., Sadowsky, M.J., Schendel, F.J., et al. 2010. Hydrothermal Cabonizathion of Microalgae. Biomass Bioenerg. 34: 875-882.

www.SID.ir

Archive of SID

Aquasorb polyacryamid Hydration in soil. Journal of Health and Environment. 21: 61-68.

Malekian, M., Maazed, M., and Sadeghi Lari, H. 2011. Effect of pthios Zeolite applicathion on storage Nitrate and Ammonium sandy loom soil in saturathion condition. Soil Research Journal soil and water sciences.1:100-108.

Perez, R., Caballero, J., Gil, C., Benitez, J., and Gonazalez, L. 2008. The effect of adding zeolite to soilsin order to improve the N-K nutrition of olive trees, Preliminary results. American Journal of Agricultural and Biologicaln Science. 2: 321-324.

Polat, E., Karaca, M., Demir, H., and Naci Onus, A. 2004. Use of natural zeolite (clinoptilolite) in agriculture. Journal of Fruit and Ornamental Plant Research. 12: 183-189.

Sepaskhah, A.R., and Yousefi, F. 2007. Effects of zeolite application on nitrate and ammonium retention of a loamy soil under saturated conditions. Australian Journal of Soil Research. 45: 368-373.

Sevilla, M., and Fuertes, AB. 2009. Chemical and Structural Properties of Carbonaceous Products Obtained by Hydrothermal Carbonization of Saccharides. Chem-Eur J. 15: 4195-4203.

Sohi, S., Lopez-Capel, E., Krull, E. and Bol, R. 2010. Biochar, climate change and soil: A review to guide future research: CSIRO Glen Osmond, Australia.

Sika, M.P., and Hardie, A.G. 2014. Effect of pinewood biochar on ammonium nitrate leaching and availability in a South African sandy soil. Eur. J. Soil Sci. 65:113–119.

Soleimani, M., Ansari, A., Haj Abbasi, M.A., and Abedi-Kopai, J. 2008. Investigation of Nitrate and Ammonium Removal from Groundwater by Mineral Filters. Water & Wastewater. 19: 18-26.

Xu, G., Lv, Y., Sun, J., Shao, H., and Wei, L. 2012. Recent Advances in Biochar Applications in Agricultural Soils: Benefits and Environmental Implications. Clean-Soil Air Water. 40: 1093-1098.

Yu, X., Panl, G., and Kookana, R.S. 2010. Enhanced and irreversible sorption of pesticide pyimethanil by soil amendel with biochars. Journal of Environmental Sciences. 22: 615-620.

Yuan, G.H., Xu, R.K., and Zhang, H. 2011. The forms of alkalis in the biochar produced from crop residues at different temperatures. Bioresource Technology. 102: 3488–3497.

Yao, Y., Gao, B., Zhang, M., Inyang, M. and Zimmerman, A.R. 2012. Effect of biochar amendment on sorption and leaching of nitrate, ammonium, and phosphate in a sandy soil. Chemosphere. 89: 1467-1471.

Zhang, L. and Sun, X. 2014. Changes in physical,

Jahed Khaniki, G., Mahdavi, M., Ghasri, A., and Saeednia, S. 2006. Investigation of Nitrate Concentrations in Some Bottled Water Available in Tehran. Iranian Journal of Health and Environment. 1: 45-50.

Kapoor, A., and Viraraghavan, T. 1997. Nitrate removal from drinkingwater. Journal of Environmental Engineering, ASCE. 123: 371-380.

Kameyama, K., Miyamoto, T., Shiono, T., and Shinogi, Y. 2012. Influence of sugarcance bagasse-drrived biochar application on nitrate leaching in calcaric dark red soil. Journal of Environmental Quality. 41: 1131-1137.

Kent, G.A., Douglqss, F., and Kasten Dumerose, R. 2009. Root desiccation and drought stress responses of bareroot Quercus rubra seedlings treated with a hydrophililc polymer root dip. Journal of Agricultural and Biologicaln Science. 315: 229-240.

Laird, D., Fleming, P., Wang, B., Horton, R., Laird, Z. and Karlen, D. 2010. Biochar impact on nutrient leaching from a Midwesten agricultural soil. Geoderma. 158: 436-442.

Lee, L.Y., Tan, L., Wu, W., Yeo, S.K., and Ong, S.L. 2013. Nitrogen removal in saturated zone with vermicompost as organic carbon source. Sustainable Environment Research; 23: 85-92.

Lehmann, J., Gaunt, J., and Rondon, M. 2006. Biochar sequestration in terrestrial ecosysteme-a review. Mitigation and adaptation strategies for global. 11: 395-419.

Mulvaney, R.L. 1996. Nitrogen-inorganic forms. In: Sparks DL (ed). Methods of Soil Analysis. Part 3. Chemical Methods-SSSA Book Series No. 5. Soil Science Society of America and American Society of Agronomy, Madison. 1123–1184 p.

Masto, R.E., Kumar, S. Rout, T., Sarkar, P., George, J., and Ram, L. 2013. Biochar from water hyacinth (*Eichornia crassipes*) and its impact on soil biological activity. Catena. 111: 64-71.

Mukherjee, A. and Zimmerman A.R. 2013. Organic carbon and nutrient release from a range of laboratory-produced biochars. Geoderma. 193-194: 122-130.

Mukherjee, A., Zimmerman, A.R., and Harris, W.G. 2011. Surface chemistry variations among a series of laboratory-produced biochars. Geoderma. 163: 247–255.

Mukherjee, A., Lal, R., and Zimmerman, A.R. 2014. Impacts of biochar and other amendments on soil–carbon and nitrogen stability: a laboratory column study. Soil Sci. Soc. Am. J. doi:http://dx.doi.org/10.2136/sssaj2014.01.0025.

Movahedi Naeini, S.A. 2004. Factors offecting

www.SID.ir

Archive of SID

chemical, and microbiological properties during the tow-stage co-composting of green waste with spent mushroom compost and biochar. Bioresource Technology. 171: 274-284.

www.SID.ir

Archive of SID
Iranian Journal of Irrigation and Drainage
No. 4, Vol. 14, Oct.-Nov. 2020, p. 1322-1335

نشریه آبیاری و زهکشی ایران
شماره۴، جلد ۱۴، مهر - آبان ۱۳۹۹، ص. ۱۳۳۵-۱۳۲۲

Evaluation and Comparison of the Effect of Modified Biochar and Hydrochar, Zeolite and Superabsorbent as a Layer to Reduce Nitrate Leaching in a Loam Soil

Y. Khodarahmi[1*], Z. Hamid[2], A. Soltani Mohammadi[3]
Recived: Apr.22, 2020 Accepted: Jun.09, 2020

Abstract

The presence of nitrate in water resources is one of the most important global concerns, so it can be very helpful to prevent it from entering the water using materials such as hydrocar, biochar, zeolites and superabsorbents. For this purpose, this study with four treatments at 3 different levels and 4 repetitions was conducted in 2019. In this study, 36 PVC pipes with diameter and height of 10.5 and 50 cm, respectively, were used at research farm Faculty of Water Sciencs Engineering, Shahid Chamran University of Ahvaz. Treatments included hydrocar (H), biochar (B), potassium zeolite (Z), and superabsorbents of type A200 (S) at three levels (M0, M2, and M5, respectively, including zero, 2, and 5 g / kg soil), respectively. The duration of the experiment included 10 irrigations, and at the end of each irrigation, the output nitrate was measured. The results showed that the effect of superabsorbent, zeolite and biochar in all irrigations and hydrocar other than irrigation 4 and 6 at 5% level was significant on reducing nitrate leaching. SM2 and SM5 treatments were 42% and 58%, respectively, ZM2 and ZM5 treatments were 20% and 29%, respectively, BM2 and BM5 treatments were 30% and 43%, respectively, and HM2 and HM5 treatments were 20% and 31%, respectively, compared to control treatment was effective in preventing nitrate leaching. In general, superabsorbent treatment is recommended due to higher absorption.

Keywords: Nitrate leaching, Modified biochar, Zeolite, Superabsorbents, Modified hydrochar

1 -Ph.D. Student of Irrigation and Drainage, Faculty of Water Sciences Engineering, Shahid Chamran Univrsity of Ahvaz, Ahvaz, Iran
2- M.Sc. Student of Irrigation and Drainage, Faculty of Water Sciences Engineering, Shahid Chamran Univrsity of Ahvaz, Ahvaz, Iran
3- Department of Irrigation and Drainage, Faculty of Water Sciences Engineering, Shahid Chamran Univrsity of Ahvaz, Ahvaz, Iran
(*- Corresponding Author Email: Khodarahmi1372@gmail.com)

www.SID.ir