

# تأثیر فعالیت‌های کشاورزی بر آلوده نمودن منابع آب زیرزمینی مناطق خشک و نیمه خشک

علی غلامی

استادیار گروه خاکشناسی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات خوزستان

نوشین شاهین زاده

دانشجوی دکتری شیمی و حاصلخیزی خاک، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات خوزستان - کارشناس معاونت مطالعات سازمان آب و برق

خوزستان

حسن آخوردزاده

کارشناس ارشد سازه‌های آبی، کارشناس مسئول معاونت مطالعات سازمان آب و برق خوزستان

## چکیده

رشد جهانی جمعیت و احتیاج رورافزون به مواد غذایی باعث شده که کشاورزی بیش از پیش توسعه یابد و هرساله زمین‌های بیشتری زیرکشت قرار گیرند. برای برداشت محصول بیشتر از واحد سطح زمین‌های کشاورزی، راهکارهای مختلفی به کار گرفته می‌شود. از جمله این راهکارها استفاده از مواد شیمیایی مختلف همچون کودهای شیمیایی، علف‌هرزکش‌ها و حشره‌کش‌ها می‌باشد که امروزه استفاده از این مواد برای برداشت محصول بیشتر و جلوگیری از ضایع شدن گیاهان توسط آفات از برداشت محصول، امری معمول در کشاورزی شده است. کاربرد کود شیمیایی در کشورهای توسعه یافته در حال افزایش است اما این کاربرد در کشورهای در حال توسعه بیشتر است. مصرف کودها بدون توجه به آثار سوء بر خصوصیات خاک، محصولات کشاورزی و به‌ویژه محیط زیست به طور چشمگیری افزایش یافته است. استفاده از این مواد در کشاورزی آلودگی خاک و همچنین آلودگی آبهای سطحی و زیرزمینی را در پی دارد. امروزه به‌علت محدود بودن منابع آب شیرین، حفظ و نگهداری این منابع امری اجتناب‌ناپذیر است. افزایش جمعیت نیاز به آب و محصولات کشاورزی را تشدید نموده و در نتیجه به‌منظور افزایش تولید مواد غذایی فعالیت‌های کشاورزی نیز به همان اندازه افزایش یافته است. ضرورت تولید محصولات بیشتر، عوارض جانبی را نیز به محیط زیست و منابع طبیعی وارد نموده است.

**واژه‌های کلیدی:** کشاورزی، کودهای شیمیایی، علف‌هرزکش‌ها، آبهای زیرزمینی، آلودگی

## مقدمه

فعالیت‌های کشاورزی آلوده‌کننده‌هایی را در محیط زیست رها می‌سازد که ممکن است تولید جریان آبهای سطحی یا آبهای زیرزمینی در فازهای مختلف سیکل هیدرولوژی باعث آلودگی منابع آب می‌گردند. از مهمترین منبع آلاینده منابع آبهای سطحی و زیرزمینی فعالیت‌های کشاورزی است. بسیاری از بیماری‌های انگلی و ویروسی ناشی از آلودگی منابع آب می‌باشد. ورود مواد آلوده‌کننده به آبهای زیرزمینی می‌تواند از قیل طرح و تعیین شده، تصادفی یا در اثر بی‌توجهی و فراموشی باشد. اکثر وقایع آلوده شدن آبهای زیرزمینی به فرم رها شدن مواد در سطح و یا نزدیکی سطح زمین اتفاق افتاده است. بنابراین آلاینده‌ها در وهله اول آبهای زیرزمینی کم عمق را مورد حمله قرار می‌دهند. به هر حال بعضی از فعالیت‌ها نظیر اکتشاف نفت و گاز، تزریق مواد آلوده در چاه‌های عمیق، پمپاژ آب شیرین در نزدیکی منابع آب شور سبب آلودگی آبهای عمیق خواهد شد.

آلودگی‌های که منشاء آن فعالیت‌های کشاورزی است به شرح زیر می‌توان نام برد:

## رسوبات ( sediment ) :

رسوبات به دلیل قابلیت انتقال آلودگی منشاء آلودگی مهمی به شمار می آیند. رسوبات در اثر فرسایش آبی یا بادی منتقل می شوند. رسوبات علاوه بر پر کردن حجم ذخیره مفید آبگیرها و نیز از بین بردن محیط زندگی ارگانیزم های آبی و ماهیها، خود آلوده کننده های نظیر آرسنیک، روی، جیوه و فسفر را به همراه دارند. شدت و میزان فرسایش آبی تحت تاثیر شدت بارندگی، روان آب سطحی، فرسایش پذیری خاک ( متأثر از بافت، ساختمان، نفوذ پذیری و میزان موادآلی) شیب زمین و پوشش گیاهی قرار دارد. فرسایش در اثر فعالیت های کشاورزی در آبیاری سطحی (جویچه ای و نواری) به خصوص اگر انتهای جویچه و نوار باز باشد، بسیار قابل توجه است. بنابراین در چنین مواردی با طراحی مناسب مزرعه و پوشش گیاهی و مدیریت صحیح آبیاری می توان فرسایش و بار رسوب را کاهش داد.

### مواد مغذی خاک:

نیترژن و فسفر اگر بیش از مقدار مورد نیاز گیاه در خاک مصرف شود، مقدار مازاد آن توسط آب شویی به آبهای زیر زمینی پیوسته و یا توسط رواناب وارد آبهای سطحی خواهد شد. اگر مقدار این مواد بیش از حد استاندارد باشد باعث پدیده مغذی شدن آبها (Entruphication) شده که به تبع آن رشد جلبک ها و سایر گیاهان آبی و در نتیجه کاهش اکسیژن محلول آب، کاهش شفافیت آب و افزایش BOD آب را به همراه خواهد داشت.

### آفت کش ها (Pesticide) شامل علف کشها، حشره کشها و قارچ کشها

توسعه کشاورزی و استفاده بیش از حد از انواع آفت کشها، منشاء دیگری از آلاینده هاست. آفت کشها ممکن است به صورت مستقیم از طریق روانابها آبشویی و پخش در هوا به منابع آب وارد شوند. انتقال آلودگی به خصوصیات فیزیکی و شیمیایی، روش و زمان کاربرد آن، شرایط آب و هوایی و خصوصیات زمین بستگی دارد. این مواد شیمیایی آلودگیهایی را ایجاد می کنند که در درازمدت باعث اثرات سوء و زیان بار بر منابع طبیعی می گردد. بنابر این برای کاهش این آلودگیها حداقل استفاده از این مواد، به کارگیری روشهای بیولوژیک مبارزه با آفات و بیماریهای گیاهی توصیه می گردد.

### فضولات حیوانی (Animal wastes) :

فعالتهای دامپروری به دو صورت متمرکز و غیر متمرکز باعث آلودگی آبهای سطحی و زیر زمینی خواهد شد. فضولات دامی به علت داشتن کلیفرم ممکن است باعث ایجاد بیماریهای مسری و عفونت های روده ای در انسان گردد. وجود بیش از حد این مواد باعث افزایش مواد آلی و BOD آب خواهد شد. بنابراین برای کاهش این آلودگیها روش های مدیریتی صحیح پخش کودهای دامی، دور کردن دامپرورها از منابع آب، جلوگیری از چرای بی رویه دامها و دور کردن دامها از آبراهه ها، راهکارهایی است که می تواند مؤثر باشند

### نمک ها و عناصر کمیاب ( salts and trace elements ) :

آبیاری اراضی کشاورزی با آبهای شور در طولانی مدت مقدار نمک را در سطح یا پروفیل خاک افزایش خواهد داد. این نمکها (شامل نمک های طبیعی،  $\text{HCO}_3$ ، K، NA، MG و غیره) توسط آب آبشویی به آبهای زیر زمینی پیوسته و یا توسط زهکشها به آبهای سطحی تخلیه خواهند شد. این زه آبها حاوی نمک ها و عناصری هستند که از آب آبیاری و یا شسته شدن نمک های خاک ناشی می شوند. بنابراین استفاده از آبهای با کیفیت مناسب، مدیریت صحیح آبیاری و استفاده از روش های مدرن آبیاری با بازده بالا می تواند مقدار آب آبشویی را کاهش داده و به همان اندازه در حفظ منابع آب مؤثر باشد. بنابراین با توجه به اهمیت حفظ منابع آبی و به منظور تداوم پیشرفت و توسعه کشاورزی، توجه به روش های مدیریت کیفی کشاورزی برای حفظ محیط زیست باید مد نظر قرار گیرد. اگر دو یا چند آبخوان از لحاظ هیدرولیکی در ارتباط با یکدیگر باشند و چاهی حفر شود که برای ازدیاد آبدی در کل عمق نفوذ کرده باشد، در این صورت امکان مخلوط شدن آب آلوده یک آبخوان با آبخوان های دیگر وجود دارد.

## منابع آلودگی آبهای زیرزمینی

### الف- مسائلی که بر روی سطح زمین ایجاد می‌شوند عبارتند از:

- ۱- نفوذ آب سطحی آلوده.
  - ۲- دفع مواد جامد و مایع بر روی سطح زمین.
  - ۳- دفع لجن مایع و جامد تصفیه خانه‌های آب و فاضلاب.
  - ۴- پخش نمک بر روی جاده‌ها در مناطق سردسیر و در فصول سردسال.
  - ۵- آلودگی توسط دامداری‌ها.
  - ۶- کودها و سموم شیمیایی مصرفی کشاورزی.
  - ۷- ریخته شدن مواد سمی و آلاینده‌ها بر اثر تصادفات جاده‌ای.
- ### ب- مسائلی که منشاء آنها در ابتدای سطح ایستابی است.

- ۱- تانک‌های سپتیک و جاده‌های توالت.
- ۲- انبار کردن مواد زائد در بالای سطح ایستابی.
- ۳- دفع فضولات در گودال‌ها.
- ۴- نشت مواد از مخازن ذخیره‌ای زیرزمینی ( نظیر پمپ بنزین‌ها).
- ۵- نشت از لوله‌های مواد آلاینده .
- ۶- تغذیه مصنوعی سفره‌های زیرزمینی.
- ۷- چاه‌ها و قنوت‌های متروکه خشک .
- ۸- گورستان‌ها.

### ج- مسائلی که منشاء آنها در زیر سطح ایستابی است.

- ۱- دفع فضولات در گودال‌های مرطوب.
- ۲- زهکشی اراضی کشاورزی.
- ۳- دفع فضولات در چاه‌های عمیق.
- ۴- ذخایر آلاینده‌ها در زیر سطح ایستابی.
- ۵- معادن.
- ۶- چاه‌های متروکه، چاه‌های اکتشافی و چاه‌های زیرزمینی آزمایشی.
- ۷- هجوم آبهای شور دریا به طرف آبهای شیرین ساحلی در اثر پمپاژ .
- ۸- عبور آب از گنبد‌های نمکی و هجوم آب‌های شور مناطق کویری به طرف آب‌های شیرین چاه‌ها در اثر ازدیاد برداشت از آب‌های زیرزمینی شیرین.

### حرکت آلاینده‌ها در آب‌های زیرزمینی و فاکتورهای موثر در آن:

آب حاصله از بارندگی یا ذوب برف‌ها پس از نفوذ به داخل به حرکت عمقی خود در داخل خاک ادامه می‌دهد تا سرانجام به لایه‌های غیرقابل نفوذی برخورد کند و متوقف گردد. آب نفوذی روی این لایه‌ها تمامی منافذ را پر می‌کند و منطقه اشباعی را به وجود می‌آورد که به آن لایه آبدار یا سفره آب زیرزمینی می‌گویند. حرکت آب در لایه اشباع مناسب با شیب هیدرولیکی در جهت جریان است (اسدی، ۱۳۸۲).

تأثیر لایه‌های مختلف زمین در ترقیق جزء آلاینده در سه منطقه به ترتیب زیر قابل بررسی می‌باشد:

- تأثیر لایه خاک سطحی
- تأثیر ناحیه غیراشباع
- تأثیر ناحیه اشباع

نوع و اندازه دانه‌های خاک و شکاف‌های موجود در ناحیه غیر اشباع، روند ترقیق سازی یا عبور آلاینده‌ها را مشخص خواهد ساخت. ناحیه اشباع، توان ذخیره‌سازی مقادیر زیادی آب را در خود دارد. حرکت آلاینده‌ها بستگی به چگالی آلوده کننده، شیب هیدرولیکی، ضریب هدایت هیدرولیکی سفره و بر همکنش جزء آلاینده و محیط اطراف آن دارد. در هر سه ناحیه فوق، ذرات رس بیشترین تاثیر را در ترقیق آلاینده‌ها داشته و بر حسب این که چند درصد از خاک مسیر از رس تشکیل یافته باشد تاثیرات متفاوتی در روند انتقال و ترقیق جزء آلاینده مشاهده خواهد شد (اسدی، ۱۳۸۲).

### تاثیرات ضریب هدایت هیدرولیکی در انتقال آلاینده‌ها

هدایت هیدرولیکی خاک توسط شدت و نوع کاتیون‌های حمل شده در آب، تحت تاثیر قرار می‌گیرد. تاثیر جزء آلاینده با مقدار ذرات کلئیدی در خاک افزایش می‌یابد. تورم خاک که به وسیله شوری ایجاد می‌شود، هدایت هیدرولیکی را کاهش می‌دهد. همچنین در انتقال عمودی آبهای آلوده چنانچه در مسیر حرکت لایه‌های متعدد با ضریب آبگذری متفاوت وجود داشته باشد، میزان گسترش آلاینده‌ها در لایه‌های مختلف متفاوت خواهد بود. به عبارت دیگر این آبهای آلوده از لایه‌های درشت دانه همچون ماسه و شن سریع‌تر عبور کرده و از گسترش کمتری برخوردار خواهند بود ولی در عبور از لایه‌ها ریز دانه همچون رس و سیلت این حرکت به کندی صورت گرفته و لذا گسترش آلوده کنندها بیشتر خواهد بود. لازم به ذکر است که اگر ذرات لایه نامتجانس باشند، طبعاً حرکت آلاینده‌ها در سراسر لایه با یک جبهه واحد صورت خواهد گرفت، ولی چنانچه در داخل این لایه نوارهای نامتجانس با ضریب آبگذری متفاوت با لایه اصلی وجود داشته باشند. در این صورت حرکت آلاینده‌ها در جهت افقی با یک جبهه واحد صورت نخواهد گرفت (اسدی، ۱۳۸۲).

### تاثیر کودها

ورود کودهای شیمیایی مصرفی در کشاورزی به آبهای زیرزمینی، باعث ایجاد معضلات زیست محیطی خواهد شد. از آنجا که در اکثر مناطق شهری و روستایی تامین آب شرب با برداشت از آبهای زیرزمینی صورت می‌گیرد، بنابراین ورود عناصر شیمیایی مصرفی در کشاورزی به آبهای زیرزمینی نگران کننده می‌باشد. علاوه بر مسائل و مشکلات زیست محیطی، از دیدگاه زراعی و اقتصادی فرار مواد مغذی باعث کاهش کارایی در مجموعه تولید محصول می‌گردد.

### فاضلاب خانگی

زندگی اجتماعی امروزی بشرهمواره با تولید فاضلابهایی همراه می‌باشد که از منازل، بیمارستان‌ها، درمانگاه‌ها، اماکن عمومی و غیره سرچشمه می‌گیرند و به نحوی باید از محیط زندگی خارج و دفع گردند در بسیاری از اجتماعات شهری و روستایی کشورمان دفع فاضلاب از طریق چاه‌های جذبی به داخل زمین می‌باشد که خود آلودگی آبهای زیرزمینی را به همراه خواهد داشت. جهت جلوگیری از آلودگی آب به فاضلاب علاوه بر رعایت استاندارد خروجی فاضلاب ضروریست موارد زیر مورد توجه قرار گیرد:

الف) از فاضلاب‌های تصفیه نشده برای استفاده در امر آبیاری و یا تزریق به آب زیرزمینی و یا جمع آوری در استخر تبخیر خودداری گردد.

ب) فاضلاب تصفیه نشده برای آبیاری میوه‌ها و سبزیجات مورد استفاده قرار نگیرد.

یکی از مهمترین پارامترهای آلوده کننده، سفره‌های آبهای زیرزمینی در منطقه مورد مطالعه، هدایت فاضلاب‌های خانگی تصفیه نشده به چاه‌های جذبی می‌باشد.

### مواد و روشها

در تحقیقی که علیچانی در سال (۱۳۸۱) در دشت ایذه انجام داد، وضعیت هیدرشمیایی آبخوان آبرفتی، توزیع مکانی و زمانی آلاینده‌های آب زیرزمینی، شناخت منشاءهای آلودگی آبخوان آبرفتی، مدل سازی کمی و کیفی آبخوان آبرفتی ایذه مورد بررسی قرار گرفت (زارع، ۱۳۸۹). در سال (۱۳۸۱) تحقیقی توسط پورمقدس تحت عنوان بررسی کیفیت آبهای زیرزمینی منطقه لنجان اصفهان انجام گرفت که به طور کلی نتایج حاصل از این پروژه نشان می‌دهد که آبهای زیرزمینی این شهرستان جزء آبهای سخت

می‌باشد (پورمقدس، ۱۳۸۱). در سال (۱۳۸۱) تحقیقی توسط محمد احرامپوش در شهر یزد در خصوص بررسی فاصله منبع تامین آب زیرزمینی واحدهای مسکونی و اراضی کشاورزی صورت گرفت و مشخص گردید که با افزایش فاصله رعایت حفظ حریم منابع آب زیرزمینی و مقدار آلاینده‌ها خصوصا نیترات به حداقل خود می‌رسند. در نتیجه چنانچه زمین‌های کشاورزی از منابع آب فاصله داشته باشند، در میزان نیترات حاصله از کودهای کشاورزی کاهش چشمگیر دیده می‌شود (احرامپوش، ۱۳۸۱). در سال (۱۳۸۱) تحقیقی توسط خزائی در منطقه زاهدان در زمینه غلظت نیترات آب چاه‌ها انجام گرفت که نتیجه این بررسی نشان از بالابودن نیترات و آمونیم چاه‌ها دانست و مشخص گردید که میزان بالای آمونیم و نیترات در منابع آب زیرزمینی به دلیل تازه بودن آلودگی آن توسط فاضلاب خانگی است (خزائی، ۱۳۸۱). در سال ۱۳۸۴ توسط آقای نخعی مطالعه دیگری تحت بررسی استعداد بالقوه آلودگی آبخوان دشت شیراز با استفاده از ابزار سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) انجام شد. تقریباً ۰/۸۵ از محدودیت دشت دارای بالا میباشند (نخعی، ۱۳۸۴). هونگ (۲۰۰۹) و همکاران در تحقیقی تحت عنوان ارزیابی آلودگی آب‌های زیرزمینی به نیترات با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی ارتباط کیفیت آب با موقعیت توپوگرافی و بافت زمین شناسی، نوع کاربری زمین و منابع آلودگی را در منطقه کشاورزی و صنعتی در کشور کره جنوبی مشخص نمود و نشان دادند که نیترات نقش مهمی در آلودگی آب‌های زیرزمینی دارد. در سال ۱۳۷۵ یک بررسی در زمینه آب‌های زیرزمینی تحت عنوان بررسی و بهسازی آب‌های زیرزمینی مناطق صنعتی بوشهر توسط منوچهر سیاسی انجام گرفت. در این تحقیق به این موضوع اشاره شد که دفع فاضلاب کارخانجات تولیدکننده موادشیمیایی و صنعتی به تدریج منابع آب زیرزمینی و خاک را آلوده می‌کند (سیاسی، ۱۳۷۵).

## بحث و نتیجه گیری

بهترین روش برای حفظ کیفیت منابع آب زیرزمینی شناسایی منابع آلاینده و پیشگیری از آلودگی آب است. اگر آب‌های زیرزمینی نواحی خشک و نیمه خشک تحت تاثیر فعالیتهای کشاورزی، آلوده شوند به مراقبت‌های ویژه‌ای از جمله کشت گیاهان مقاوم به شوری و زهکشی مناسب نیاز دارند.

## سپاسگزاری

نویسندگان مراتب تشکر و قدردانی خود را از معاونت مطالعات پایه و طرح‌های جامع منابع آب و دفتر تحقیقات و استانداردهای مهندسی آب سازمان آب و برق خوزستان به واسطه حمایت از این کار تحقیقاتی را اعلام می‌داریم.

## مراجع

احرامپوش، م. ۱۳۸۱. " بررسی میزان نیتريت و نیترات منابع آب آشامیدنی شهرستان یزد". همایش کشوری بهداشت محیط، تهران: دانشگاه علوم پزشکی تهران.

اسدی، ع. ۱۳۸۲. " بررسی وضعیت منابع آب زیر زمینی منطقه ۲۲ شهر تهران ". ششمین همایش ملی بهداشت محیط.

پورمقدس، ح. ۱۳۸۱. " بررسی کیفیت آب‌های زیرزمینی منطقه لنجان اصفهان ". مجله دانشکده بهداشت و تحقیقات انستیتو، ۴:۸-۱۲.

خزاعی، ا. ۱۳۸۱. " تاثیر گسترش شهری بر کیفیت آب زیرزمینی زاهدان ". مجله آب و محیط زیست، ۳۷: ۱۷-۱۰.

زارع، آ. ۱۳۸۹. " بررسی روند تغییرات کیفی آبخوان دشت دز شرقی با استفاده از ابزار GIS ". پایان‌نامه کارشناسی ارشد مهندسی محیط زیست آب و فاضلاب، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات خوزستان.

سیاسی، م. ۱۳۷۵. " بهسازی آب‌های زیرزمینی ". مجله آب و محیط زیست، ۱۵: ۱۸-۱۲.

نخعی، م. ۱۳۸۴. " بررسی استعداد بالقوه آلودگی سفره آب زیرزمینی دشت شیراز با استفاده از GIS ". مجموعه مقالات نهمین همایش انجمن زمین شناسی ایران، دانشکده تربیت معلم تهران.

Hong- Ahllo. Hyo-tekchom 2009. Assessment of groundwater contamination using geographical information system.