نشریه آبیاری و زهکشی ایران
شماره۱، جلد۹، فروردین -اردیبهشت ۱۳۹۴، ص. ۸۲-۷۵

Iranian Journal of Irrigation and Drainage
No. 1, Vol. 9, Mar.-Apr. 2015, p. 75-82

ارزیابی آسیب‌پذیری آب زیرزمینی دشت آستانه-کوچصفهان با استفاده از مدل اصلاح شده DRASTIC-NW

معصومه آرزومند امیدی لنگرودی[۱]، عباس خاشعی سیوکی[۲*]، سامان جوادی[۳]، سیدرضا هاشمی[۴]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/۹/۸ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۴/۱/۱۹

چکیده

امروزه با افزایش جمعیت و رشد صنایع، کمبود آب به‌عنوان یکی از مشکلات جوامع مطرح می‌باشد. علاوه بر کمیت، کیفیت آب نیز از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. در این میان حفظ کیفیت آب‌های زیرزمینی و ممانعت از آلودگی بیش‌تر آن‌ها بالاخص در مناطقی که آبخوان آسیب‌پذیر بالایی دارند اهمیت ویژه‌ای دارد. بیش‌تر کانال‌ها در دشت آستانه – کوچصفهان بدون پوشش هستند که این عامل تلفات زیاد آب را در پی دارد. از سوی دیگر این تلفات نقش به‌سزایی در آلودگی آب زیرزمینی این منطقه دارد زیرا سطح ایستابی در این منطقه بالا است و زراعت عمده این منطقه زراعت آبی است. در این مقاله تلاش شد میزان نشت از کانال‌های خاکی با استفاده از نرم افزار seep w مشخص شود و با توجه به آن لایه شبکه ساخته شده و این پارامتر به‌عنوان هشتمین پارامتر به پارامترهای دراستیک اضافه گردید. نتایج مدل متفاوت از حالت استاندارد بود. با مقایسه ۲نقشه دراستیک استاندارد و دراستیک NW مشخص شد که میزان آسیب‌پذیری زیاد در نقشه دراستیک NW برابر ۹/ ۷ درصد بوده ولی در نقشه دراستیک استاندارد برابر۱/۶۷ درصد است. برای صحت‌سنجی و مقایسه دو نقشه از ضریب همبستگی R (بین شاخص آسیب‌پذیری و غلظت نیترات) استفاده شد که مقدار آن برای دراستیک استاندارد برابر ۴۰ درصد و برای دراستیک NW برابر با ۶۰ درصد بوده که نشان‌دهنده این است که نقشه دراستیک NW از دقت بالاتری برخوردار است.

واژه های کلیدی : دراستیک استاندارد، دراستیک NW، شبکه آبیاری و زهکشی، مدل نشت seep w

مقدمه

آب زیرزمینی از مهم‌ترین منابع طبیعی در جهان است، در شرایط کنونی، بخش قابل ملاحظه‌ای از مصارف آب کشور ایران به‌خصوص در بخش شرب توسط منابع آب زیرزمینی تأمین می‌گردد (خدائی و همکاران، ۱۳۸۵) معمولاً تأثیرپذیری آبخوان در مقابل آلودگی‌ها، سریع و آشکار نبوده و در بسیاری از موارد آلودگی آب‌های زیرزمینی پس از آلوده شدن آبخوان مشخص می‌شود. رفع آلودگی آب زیرزمینی بسیار پرهزینه و فرآیندی طولانی است و اغلب، زمانی آلودگی تشخیص داده می‌شود که رفع آلودگی آبخوان تقریباً غیرممکن است. به همین دلیل جلوگیری از آلودگی آب‌های زیرزمینی در مدیریت منابع آب زیرزمینی یک امر ضروری است (Mirzaee, 2012).

یکی از راه‌های مناسب برای جلوگیری از آلودگی آب‌های زیرزمینی، شناسایی مناطق آسیب‌پذیر آبخوان و مدیریت کاربری اراضی است (خدائی و همکاران، ۱۳۸۵). تاکنون تعاریف زیادی در مورد آسیب‌پذیری آبخوان و مفهوم آن در هیدروژئولوژی ارائه شده است، که از آن جمله می‌توان به تعریف کمیته ملّی علوم آمریکا در سال ۱۹۹۳ اشاره کرد. این کمیته، آسیب‌پذیری آب‌های زیرزمینی نسبت به آلودگی را، تمایل یا احتمال رسیدن آلاینده‌ها به یک مکان مشخص در سیستم آب زیرزمینی بعد از به وجود آمدن آن‌ها در برخی محل‌ها در بالای سطح آبخوان می‌دانند. روش‌های مختلفی برای بررسی و ارزیابی پتانسیل آلودگی در یک آبخوان وجود دارد که از آن جمله می‌توان به روش‌های مبتنی بر شبیه‌سازی، روش‌های آماری و روش‌های شاخص و همپوشان اشاره کرد (almasri, 2008). دراستیک یک روش شاخص و همپوشان است که در آن، اطّلاعات حاصل از پارامترهای مختلف به صورت تلفیقی و به طور موازی مورد تجزیه و تحلیل قرار می‌گیرند. اصولاً روش‌های شاخص و همپوشان از ترکیب پارامترهای هیدروژئولوژیک مؤثّر در انتقال آلودگی به آب‌های زیرزمینی تشکیل می‌شوند. در این روش‌ها برای تعیین اهمیت نسبی،

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی منابع آب دانشگاه بیرجند
۲ - استادیار گروه مهندسی آب دانشگاه بیرجند
۳ - استادیار گروه مهندسی آب پردیس ابوریحان دانشگاه تهران
۴ - استادیار گروه مهندسی آب دانشگاه بیرجند
(*- نویسنده مسئول : Email : abbaskhashei@birjand.ac.ir)

هر کدام از پارامترها نسبت به سایرین ارزیابی می‌شوند. گرچه این روش‌ها فرایندهای مؤثّر در آلوده شدن منابع آب زیرزمینی را کاملاً شرح نمی‌دهند، اما به دلیل ساده بودن روش و در دسترس بودن داده‌های مورد نیاز، از اهمیت ویژه‌ای برخوردارند(Gogu and Dassargues, 2000). تحقیقات زیادی در این زمینه انجام گرفته است از جمله: خلقی و تاکی (۱۳۸۴) طی مقاله‌ای به ارزیابی آسیب‌پذیری آب‌های زیرزمینی دشت قزوین پرداختند. در این تحقیق برای برآورد آسیب‌پذیری دشت قزوین از روش دراستیک استفاده شد. به کمک سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) نقشه آسیب‌پذیری آبخوان تهیه و مقدار شاخص دراستیک عمومی از ۳۵ تا ۱۰۸ در کل منطقه برآورد شد. طبق نقشه، آسیب‌پذیری دراستیک محدوده باتلاق و اراضی بایر واقع در شرق و مرکز دشت دارای آسیب‌پذیری زیاد بوده و با میزان افزایش نیترات و هم‌چنین مقدار هدایت الکتریکی در منطقه مطابقت داشت. خاشعی سیوکی و همکاران (۱۳۹۰) طی تحقیقی پتانسیل استحصال آب از آبخوان دشت نیشابور را با روش فرآیند تحلیل سلسله مراتبی فازی ارزیابی کردند. نتایج نقشه پهنه-بندی شاخص حاکی از این بود که نواحی جنوب شرقی دشت قابلیت خیلی زیاد و حاشیه شرق دشت قابلیت زیادی در استحصال آب داشته و بهترین نواحی برای برداشت آب زیرزمینی محسوب می‌شدند.

ماکس و جانسون با استفاده از اندازه‌گیری زمان تأخیر و پارامترهای هیدروژئولوژی شاخص دراستیک نظیر خصوصیات تغذیه آب زیرزمینی، روش کلی جهت ارزیابی آسیب‌پذیری آب زیرزمینی در منطقه‌ای واقع در جنوب استکهلم ارائه گردید با مقایسه انجام شده بین نقشه آسیب‌پذیری این روش و نقشه‌های آسیب‌پذیری که بر اساس ساختمان زمین شناسی و چینه شناسی بود، نتیجه‌گیری شد که نقشه آسیب‌پذیری کمی روش دراستیک به‌عنوان ابزار مفید و سودمندی در تصمیم گیری‌های مدیریتی می‌باشند (Maxe and Johansson, 1998)

کیم و هام بیان کردند یکی از مشکلات محیط زیستی در کره جنوبی آلودگی آب زیرزمینی مناطق شهری و روستایی می‌باشد. آلودگی مناطق شهری ناشی از افزایش جمعیت و توسعه بخش صنعتی و هم‌چنین آلودگی مناطق روستایی ناشی از استفاده بی‌رویه از کودها و آفت‌کش‌ها می‌باشد (Kim and Hamm, 1999).

لی استفاده با روش دراستیک، محل مناسب دفع زباله و ضایعات برای جلوگیری از آلوده شدن آب زیرزمینی منطقه‌ای در کره جنوبی را مشخص کرد. وی از پارامتر تأثیر منطقه غیراشباع به دلیل در دسترس نبودن اطلاعات مورد نیاز صرف‌نظر کرد و با توجه به ساختار منطقه مورد مطالعه پارامتر lineament density را اضافه نمود. این پارامتر شامل عوارض زمین نظیر ساختارهای زمین‌شناسی (درز و شکاف، منبع حرکت آلودگی و جریان آب) می‌باشد و بسیار شبیه پارامتر نوع آبخوان می‌باشد. اما در نوع آبخوان فقط به لیتولوژی آبخوان توجه کرده و گسل‌ها و درز و شکاف‌ها را در نظر نگرفت. بنابراین تلفیق این فاکتور و روش دراستیک موجب شد که ارزیابی آسیب‌پذیری با دقت بیش‌تری صورت گیرد(Lee, 2003) .

امروزه استراتژی کشور ایران در بخش کشاورزی مبتنی بر مکانیزه نمودن ذخیره‌سازی و توزیع آب می‌باشد، که این امر با احداث سدهای مخزنی بزرگ و طراحی شبکه‌های آبیاری و زهکشی میسر گردیده است. مطالعات انجام شده در برخی از کشورها نشان می‌دهد که پایین بودن عملکرد شبکه‌های آبرسانی و زهکشی حاصل مدیریت ضعیف بهره‌برداری، میزان تلفات و نشت آب بالا بوده که می‌تواند تبعات زیست محیطی زیادی را فراهم سازد.(آرزومندی ۱۳۹۳)

در پروژه‌ها و طرح‌های آبی به منظور تولید محصولات یا افزایش آن، انتقال آب باید براساس یک راندمان قابل قبول سیستم آبیاری انجام پذیرد (1987, USBR).

پوشش کانال‌های آبیاری یکی از روش‌های بسیار مؤثر در جلوگیری از تلفات آب و فرسایش خاک است ولی متاسفانه در دشت آستانه-کوچصفهان مانند بسیاری از شبکه‌های آبیاری و زهکشی کشور بیش‌تر کانال‌های درجه ۳و۴ بدون پوشش هستند. پوش‌شدار نبودن کانال‌های انتقال آب ۲نوع مشکل برای منطقه به وجود می‌آورد:

۱- هدر رفتن مقدار زیادی از آب کشاورزی

۲- کاهش کیفیت آب زیرزمینی در زمین‌های نزدیک به کانال‌ها

در این تحقیق تلاش شده که نقش شبکه آبیاری و زهکشی در آسیب‌پذیری آب زیرزمینی بررسی شود. به همین دلیل پارامتر شبکه به پارامترهای دراستیک اضافه شده و میزان تأثیرگذاری این پارامتر در آلودگی آب زیرزمینی با استفاده از پارامتر نیترات بررسی گردید.

مواد و روش‌ها

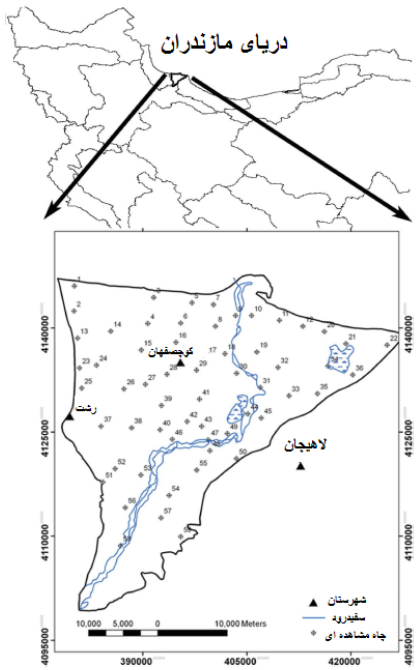
معرفی منطقه مورد مطالعه

دشت آستانه- کوچصفهان در استان گیلان و بر روی مخروط افکنه رودخانه سپیدرود تشکیل شده که مساحت آن حدود ۱۱۰۰ کیلو مترمربع ذکر شده است. این محدوده بین طول شرقی ′۱۲ °۴۰ تا ′۵ °۵۰ و عرض شمالی ′۷ °۳۷ تا ′۲۵ °۳۷ قرار دارد (بی‌نام، ۱۳۸۵). شکل ۱ محدوده مورد مطالعه را نشان می‌دهد.

معرفی روش دراستیک

سازمان حفاظت محیط زیست ایالات متحده آمریکا (US-EPA, 1993) این روش را جهت تعیین پتانسیل آلودگی آب زیرزمینی توسعه داد (Aller et al, 1987). این شاخص بدون بعد و غیرقابل اندازه‌گیری می‌باشد و به خصوصیات آبخوان بستگی دارد. شاخص

آسیب‌پذیری در این روش از مجموع حاصل‌ضرب وزن و رتبه هفت پارامتر مطابق فرمول ۱ به‌دست می‌آید. رتبه مربوط به هر پارامتر بین ۱ تا ۱۰ متغیر بوده و وزن هر پارامتر با توجه به اهمیت آن بین ۱ تا ۵ متغیر می‌باشد.



شکل ۱- موقعیت دشت آستانه-کوچصفهان

$$D_i = \sum_{j=1}^{7} (wj \times Rj) \qquad (۱)$$

که:

D_i- مقدار نهایی شاخص

W_j- وزن فاکتور j

R_j- رتبه فاکتور j

پس از محاسبه شاخص می‌توان گفت که کدام منطقه در خطر آلودگی بیش‌تر قرار دارد. این روش بر اساس هفت پارامتر عمق آب، تغذیه خالص، محیط آبخوان، بافت خاک، توپوگرافی، تأثیر منطقه غیراشباع و هدایت هیدرولیکی آبخوان ارزیابی را صورت می‌دهد.

عمق آب زیرزمینی: اطلاعات آماری عمق آب زیرزمینی از اطلاعات پیزومترهای موجود در آبخوان به‌دست آمده است. با استفاده از روش درون‌یابی کریجینگ اقدام به تهیه نقشه هم ارزش عمق آب زیرزمینی شده است. برای کلاسه‌بندی و تعیین ارزش عددی عمق آب زیرزمینی مربوط به هر کلاس ابتدا محدوده‌های عمق آب زیرزمینی تفکیک شده سپس با توجه به تقسیم‌بندی محدوده‌های مختلف عمق آب زیرزمینی کلاسه‌بندی عمق آب زیرزمینی انجام شده است.

تغذیه خالص: برای تهیه نقشه تغذیه خالص از جدول بیلان آب زیرزمینی موجود در اطلس آب منطقه‌ای استان گیلان استفاده شد. با توجه به جدول عوامل ورودی به آب زیرزمینی که باعث تغذیه می‌شدند عبارتند از:نفوذ بارندگی در دشت، نفوذ از جریان‌های سطحی، نفوذ از پساب شرب و صنعت، نفوذ از پساب کشاورزی و جریان زیرزمینی ورودی که از این میان چون جریان ورودی آب زیرزمینی باعث آلودگی نمی‌شود از آن در تهیه لایه تغذیه استفاده نشد. برای تهیه لایه تغذیه ابتدا برای هر کدام از این عوامل یک لایه در GIS ساخته شد و در نهایت لایه‌ها همپوشانی شدند. برای تهیه لایه نفوذ از بارندگی، از عدد موجود در بیلان استفاده شد ولی چون این اعداد بر حسب میلیون متر مکعب بودند بر مساحت دشت تقسیم شد و با تبدیل واحد به میلی‌متر تبدیل گردید و این مقدار به کل دشت اختصاص داده شد. برای تهیه لایه‌های نفوذ از پساب شرب-صنعت و کشاورزی از آمار چاه‌های بهره‌برداری استفاده شد و میزان تخلیه از این چاه‌ها محاسبه شدند و با استفاده از تبدیل واحد به میلی‌متر تبدیل گردیدند.برای تهیه لایه رواناب سطحی هم از نقشه رودخانه‌های استان استفاده شد. در نهایت این لایه‌ها در GIS با استفاده از دستور UNION همپوشانی شد و با استفاده از جدول الر کلاس‌بندی شد.

منطقه غیراشباع: در این دشت اطلاعات مربوط به محیط غیراشباع از لوگ حفاری چاه‌های پیزومتری به‌دست آمده است. این اطلاعات وارد نرم افزار GIS شده و سپس براساس مختصات جغرافیایی مربوط به یک لایه نقطه‌ای تبدیل و سپس با استفاده الگوریتم‌های درون‌یابی به سطح منطقه تعمیم داده شده‌اند. با طبقه-بندی مجدد ارزش عددی هر موقعیت براساس کلاسه‌ها تعیین گردید و اثر منطقه غیراشباع آبخوان دشت آستانه-کوچصفهان تهیه و ارائه شده است.

نوع خاک: به‌منظور تعیین نوع خاک در دشت‌های مختلف کشور می‌توان از نقشه‌های خاک تهیه شده توسط مؤسسات آب و خاک کشور و یا انجام مطالعات خاکشناسی و حفر پروفیل خاک و نمونه-برداری استفاده نمود. به منظور تهیه لایه خاک از لوگ حفاری چاه‌های پیزومتری استفاده شد و ۵ متر اول لوگ را به عنوان لایه خاک لحاظ شد. بقیه مراحل همانند اثر منطقه غیراشباع تهیه شد.

مواد تشکیل دهنده آبخوان:با توجه به اطلاعات دردسترس خصوصیات محیط آبخوان دشت آستانه-کوچصفهان توسط لوگ‌های حفاری چاه‌های محدوده مطالعات و با توجه به تقسیم‌بندی ارزش عددی روش دراستیک تخمین زده شد.

هدایت هیدرولیکی:به‌طور کلی با توجه به اینکه در آزمایشات پمپاژ، مقدار پارامتر ضریب قابلیت انتقال آب اندازه‌گیری می‌شود، لذا با استفاده از ضخامت اشباع آبخوان، مقدار هدایت هیدرولیکی از تقسیم ضریب قابلیت انتقال آب بر ضخامت اشباع به‌دست می‌آید.

توپوگرافی:نقشه DEM منطقه از آب منطقه‌ای استان گیلان

دریافت شد و سپس نقشه شیب از مدل رقومی ارتفاع بر اساس توابع موجود در نرم افزار Arc GIS محاسبه و استخراج شده است. ارزش عددی مربوط به هریک از کلاس‌های شیب توپوگرافی تعیین شده است.

این مقاله بر آن است که نقش شبکه بر میزان آسیب‌پذیری آب زیرزمینی را بررسی کند به همین دلیل به محاسبه نشت از کانال‌های خاکی توسط نرم افزار seep w پرداخته می‌شود .

محاسبه هیدرولیکی اتلاف آب از بدنه کانال

$$q = -kA\frac{\partial h}{\partial t} \quad (۲)$$

که در آن q دبی نشت (مترمکعب بر ثانیه)، k ضریب نفوذپذیری (متر بر ثانیه)، A سطح مقطع جریان آب و خاک (متر مربع) و $\frac{\partial h}{\partial t}$ شیب هیدرولیکی جریان است.

معادله حاکم بر جریان آب در محیط متخلخل معادله پوآسن است که شکل تعمیم یافته معادله معروف لاپلاس است:

$$q = k_x\frac{\partial^2 h}{\partial x^2} + k_y\frac{\partial^2 h}{\partial y^2} \quad (۳)$$

که در آن Kx و Ky به‌ترتیب هدایت هیدرولیکی خاک در دو جهت افقی و قائم (متر بر ثانیه)، h پتانسیل آب در خاک(متر) و q دبی جریان ورودی به توده خاک (متر مکعب بر ثانیه در واحد سطح) است.اگر دبی ورودی به توده خاک وجود داشته باشد علامت q مثبت و برعکس اگر دبی خروجی وجود داشته باشد علامت q منفی خواهد بود.

رابطه فوق برای جریان در شرایط دائمی و خاک همگن صادق است و برای شرایط غیردائمی خواهیم داشت:

$$\frac{\partial}{\partial x}(k_x\frac{\partial h}{\partial x}) + \frac{\partial}{\partial y}(k_y\frac{\partial h}{\partial y}) = q + \frac{\partial \theta}{\partial t} \quad (۴)$$

که در آن $\frac{\partial \theta}{\partial t}$ تغییرات حجمی رطوبت نسبت به زمان است. حل معادله پوآسن یکی از مسائل پیچیده ریاضی است. روش‌های عددی، زمین‌های برای حل معادلات دیفرانسیل و تبدیل آن‌ها به مجموع‌های از معادلات جبری است. از جمله نرم افزارهایی که برای حل معادله پوآسن از روش اجزا محدود مورد استفاده می‌کند ، نرم افزار seep w است.

معرفی نرم افزار seep w

نرم افزار seep w یکی از نرم افزارهای بسته نرم افزاری GEO-SLOPE است. اساس مدل‌سازی در این نرم افزار بر پایه روش اجزا محدود بوده و کاربردهای آن در مدل‌سازی جریان آب و همچنین توزیع فشار آب منفذی در محیط‌های متخلخل، مانند خاک است.این نرم افزار با فرمول‌بندی جامع خود قادر است مسایل ساده و پیچیده مربوط به نشت را حل نماید. فرمول‌بندی این نرم افزار بر اساس معادله پوآسن است. برای بررسی مسائل در این نرم افزار باید شکل کلی مساله ترسیم گردد. سپس نوع ماده متخلخل (نوع خاک)، خصوصیات نفوذپذیری و قابلیت نگهداری آب به نرم افزار معرفی شود. در مرحله بعد باید شرایط مرزی لازم را در هر یک از مرزها در نظر گرفت. در نهایت با اجرای برنامه شکل جریان آب در خاک، میزان جریان و فشار آب منفذی در هر نقطه قابل محاسبه و مشاهده است.

نحوه مدل کردن طول خط نشت در نرم افزار seep w

برای استفاده از مدل نرم افزاری seep w، پس از جمع‌آوری اطلاعات اولیه مسئله در مدل تعریف شد. برای ترسیم شبکه تفاضل محدود از روش شبکه‌بندی ۳ و ۴ نقطه‌ای استفاده گردید. شرایط مرزی اول مربوط به نقاط داخل کانال است که زیر بار آب قرار گرفتند، به این نقاط مقادیری از بار کلی برابر با ارتفاع سطح آب کانال نسبت به تراز سطح ایستابی اختصاص داده شد. شرط مرزی دوم مربوط به نقاط همتراز سطح ایستابی می‌باشد که به این نقاط بار فشاری صفر تعلق گرفت. تراز سطح آب زیرزمینی در کانال‌های خاکی درجه ۱ و ۲ و ۳ و۴ این منطقه برابر کف کانال در نظر گرفته شد زیرا در زمین‌های این منطقه وقتی بیش‌تر از ۴۰ سانتی‌متر حفر شود به سطح آب بر می‌خورد که البته لازم به ذکر است این آب، رواناب زیرسطحی است نه آب زیرزمینی. توده خاک این منطقه از نوع لومی رسی ،تمیز و یکنواخت فرض شده است. لذا محیط متخلخل از نظر مدل همگن و همروند بوده و مقدار نفوذپذیری در جهت افقی و قائم مساوی می‌باشد. این مقدار از نقشه هدایت هیدرولیکی دشت برداشت شد و برابر ۰۰۰۰۲/. متر بر ثانیه است که وارد نرم افزار شد.

نحوه ساختن لایه شبکه در GIS

لایه GIS کانال‌های درجه ۱و۲ و ۳ و ۴ موجود بود. برای هر کانال یک محدوده تأثیر ۱۰۰ متر در GIS لحاظ شد و ۴ لایه کانال-های خاکی به همراه مرز حوضه آبخوان همپوشانی شد. برای رتبه-بندی لایه شبکه از نتایج به‌دست آمده از نرم افزار seep w استفاده شد. دبی نشت از هر کانال بیش‌تر بود به آن رتبه بیش‌تری داده شد.

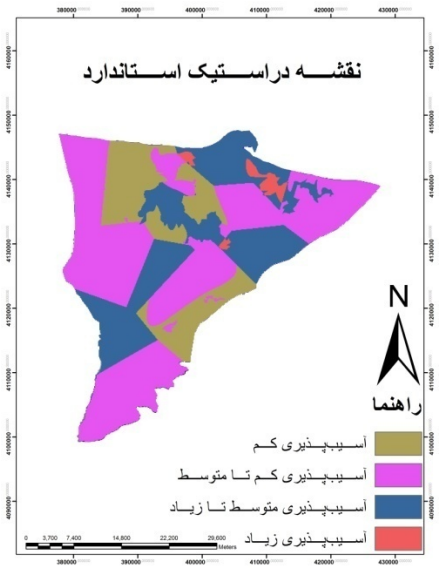
تعیین وزن لایه شبکه

در استان گیلان به دلیل وجود سطح ایستابی بالا و ریزش‌های جوی زیاد، ۲ پارامتر عمق تا سطح ایستابی و تغذیه بیش‌ترین تأثیر در آلودگی آب زیرزمینی را دارا هستند و منطقه مورد مطالعه از لحاظ توپوگرافی، دشت تلقی می‌شود و تأثیر به سزایی در آلودگی آبخوان

داشت. با توجه به این مسائل و ارجحیت سه پارامتر عمق، تغذیه و توپوگرافی به لایه شبکه وزن ۲ داده شد. پارامترهای بافت خاک، محیط اشباع و غیر اشباع و هدایت هیدرولیکی به دلیل وجود رس در خاک منطقه از ارجحیت کم‌تری نسبت به پارامتر شبکه در آسیب‌پذیری آبخوان دارند.

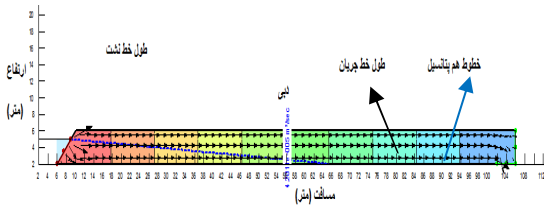
نتایج و بحث

بعد از اینکه پارامترهای دراستیک در منطقه به دست آمد، با یکدیگر ترکیب شده و نقشه آسیب‌پذیری آبخوان به دست آمد. مقدار مشخص آسیب‌پذیری بین ۱۰۷ تا ۱۸۰ بوده و این نقشه در ۴ کلاس آسیب‌پذیری کم-کم تا متوسط-متوسط تا زیاد-زیاد طبقه‌بندی شده است. شکل ۲ نقشه آسیب‌پذیری آبخوان را با استفاده از روش دراستیک استاندارد نشان می‌دهد.



شکل۲ - نقشه دراستیک استاندارد

سپس میزان نشت توسط نرم افزار seep w محاسبه شد. شکل ۳ شکل شبیه‌سازی شده طول خط نشت جریان در کانال خاکی درجه ۴ توسط نرم افزار seep w را نشان می‌دهد.



شکل۳- شکل شبیه سازی شده کانال درجه٤

و به همین ترتیب کانال‌های خاکی درجه ۱ و ۲ و ۳ با توجه به ابعاد و اندازه سطح آب هر کانال شبیه‌سازی می‌شود و میزان نشت شبیه‌سازی شده برای هر ۴ کانال در جدول ۱ آورده شده است.

جدول۱- میزان نشت کانال‌های خاکی

نام کانال	دبی (متر مکعب در سال)
درجه ۴	۳/۴۶
درجه ۳	۲۴۸
درجه۲	۷۸۶۰
درجه ۱	۳۴۴۰۰

همانطور که ملاحظه می‌شود میزان دبی نشت کانال درجه ۱ بیش‌ترین و کانال درجه ۴ کم‌ترین هست ولی نکته قابل توجه این است که این مقدار نشت محاسبه شده برای کانال درجه ۱ و ۲ خاکی هست در صورتی‌که کانال‌های مد نظر در استان بتنی هستند.

پوشش نمودن کانال‌های آبیاری سنتی در شرایط مختلف بین ۸۵ تا ۹۷ درصد، نشت آب را کاهش داده است (شاهرخ نیا و زارع،۱۳۹۳).

بنابراین برای محاسبه مقدار نشت کانال‌های بتنی درجه ۱و۲، ۱۰درصد از نشت شبیه‌سازی شده به‌عنوان نشت کانال‌های بتنی درجه ۱و۲ گرفته شد. در این حالت هم کانال‌های درجه ۱ و ۲ نشت بیش‌تری از کانال‌های ۳ و ۴ دارند. با توجه به میزان نشت، کانال‌ها در جدول ۲ رتبه‌بندی شدند.(شاهرخ نیا و زارع، ۱۳۹۳).

جدول۲- رتبه‌بندی لایه شبکه

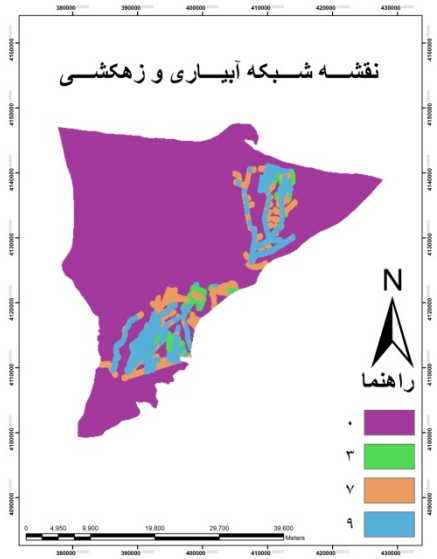
نوع کانال	رتبه
درجه ۱	۹
درجه ۲	۷
درجه ۳	۵
درجه ۴	۳

براساس جدول ۲ لایه شبکه رتبه‌بندی شد. شکل ۲ لایه شبکه را نشان می‌دهد.

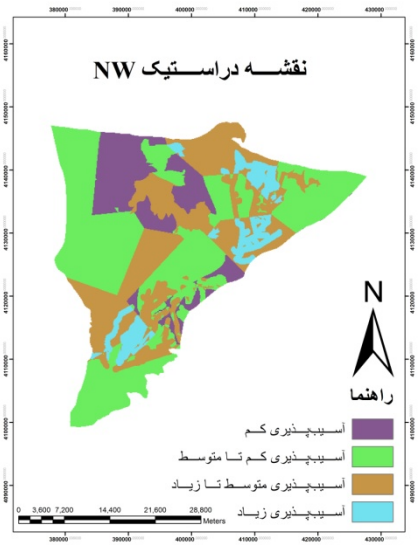
در نرم افزار GIS لایه شبکه به همراه هفت لایه دراستیک طبق فرمول دراستیک، ترکیب می‌شود و و سپس رتبه‌بندی می‌شود. شکل ۴ نقشه DRASTIC-NW[1] را نشان می‌دهد.

مقدار شاخص آسیب‌پذیری در نقشه دراستیک NW در فاصله ۱۰۷ تا ۲۰۲ بود که مقدار بیش‌تری نسبت به دراستیک استاندارد بوده و محدوده آسیب‌پذیری زیاد در دراستیک NW بیش‌تر است.

1 -Network



شکل ٤- نقشه شبکه آبیاری و زهکشی



شکل ٥- نقشه دراستیک NW

مهم‌ترین منبع آلوده کننده احتمالی آب زیرزمینی در دشت آستانه-کوچصفهان کودهای شیمیایی مورد استفاده در کشاورزی است، به همین دلیل انتظار می‌رود که مهم‌ترین آلاینده موجود در آب زیرزمینی نیترات حاصل از فرو نشست این کودها از سطح خاک باشد. نیترات آب زیرزمینی دشت آستانه-کوچصفهان در خرداد ۹۳ اندازه-گیری شد. مقادیر اندازه‌گیری شده در بازه ۳۹/. تا ۲۸/۶۴ متغیر است. حد مجاز نیترات در آب شرب ۴۵ میلی‌گرم بر لیتر است.(با توجه به این استاندارد در حال حاضر خطری از لحاظ نیترات متوجه آب زیرزمینی نیست. جدول ۳ میزان همبستگی بین شاخص دراستیک استاندارد و NW را با غلظت نیترات نشان می‌دهد.

جدول ۳- میزان همبستگی شاخص‌های آسیب‌پذیری با غلظت نیترات

R	مدل دراستیک
۵۰ درصد	دراستیک استاندارد
۶۱ درصد	دراستیک NW

شاخص همبستگی برای دراستیک استاندارد و دراستیک NW به ترتیب برابر ۵۰ و ۶۱ درصد است و به این معنی است که نقشه دراستیک NW نقشه دقیق‌تری است و همبستگی بیش‌تری با غلظت نیترات اندازه‌گیری شده دارد.

نتیجه‌گیری

نتایج حاصل از مدل دراستیک استاندارد نشان می‌دهد که آسیب‌پذیری آبخوان دشت آستانه-کوچصفهان در چهار محدوده قرار دارد که ۱۸/۵۶درصد دشت دارای آسیب پذیری کم، ۵۱/۲۹ درصد دارای آسیب پذیری کم تا متوسط، ۲۸/۴۶ درصد دارای آسیب پذیری متوسط تا زیاد، ۱/۶۷درصد دارای آسیب پذیری زیاد است. نقشه دراستیک NW نتایج بهتری ارئه داد به‌طوریکه ۱۴/۹۱ درصد دشت دارای آسیب پذیری کم، ۴۶/۸۷ درصد دارای آسیب پذیری کم تا متوسط، ۳۰/۲ درصد دارای آسیب پذیری متوسط تا زیاد، ۷/۹ درصد دارای آسیب پذیری زیاد است. برای مقایسه دو نقشه از همبستگی بین غلظت نیترات و شاخص آسیب‌پذیری استفاده شد و مشاهده شد که میزان همبستگی برای نقشه دراستیک NW بیش‌تر است بنابراین این نقشه آسیب‌پذیری دقیق‌تری را نشان می‌دهد. علت آلودگی در این دشت زراعت آبی و به خصوص شالیکاری است زیرا در زمین‌های شالی به علت مصرف زیاد آب و وجود مقدار زیاد رس در خاک، جذب آب زیاد است و سطح ایستابی بالاست و از آنجایی که کشاورزان مقدار زیادی کود نیترات استفاده می‌کنند این کود در آب حل می‌شود و به راحتی به در زمین نفوذ می‌کند و به سطح ایستابی می‌رسد و باعث آلودگی زیاد می‌شود. پیشنهاد می‌گردد در مناطق با آسیب‌پذیری خیلی زیاد (نواحی شمالی و شمال شرقی دشت) ضمن عدم استفاده از کودهای شیمیایی در فعالیت‌های کشاورزی از ایجاد واحدهای صنعتی مولد آلودگی در این مناطق جلوگیری شود.

منابع

آرزومندی،م . ۱۳۹۳ ارزیابی آسیب‌پذیری آبخوان با استفاده از دراستیک فازی (مطالعه موردی: دشت آستانه-کوچصفهان). پایان نامه کارشناسی ارشد منابع آب دانشکده کشاورزی دانشگاه بیرجند ص ۱۲۰

بی نام، ۱۳۸۵. گزارش بررسی و تکمیل مطالعات بیلان

هیدروکلیماتولوژی دشت آستانه-کوچصفهان، شرکت مهندسین مشاور کمند آب.

بی نام، ۱۳۸۰ استاندارد آب شرب فیزیکی و شیمیایی. مرکز استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران شماره ۱۰۵۳

خاشعی سیوکی،ع.، قهرمان،ب و کوچک زاده،م. ۱۳۹۰. ارزیابی پتانسیل استحصال آب از آبخوان از روش فرآیند تحلیل سلسله مراتبی فازی (مطالعه موردی :دشت نیشابور)، *مجله پژوهش آب ایران*، ۵. ۹: ۱۸۰-۱۷۱.

خدائی،ک.، شهسواری،ع.ا و اعتباری،ب. ۱۳۸۵. ارزیابی آسیب پذیری آبخوان دشت جوین به روش‌های drastic و GODS، زمین شناسی ایران، ۲. ۴: ۸۷-۷۳.

خلقی،م و تاکی،ر. ۱۳۸۴. ارزیابی آسیب‌پذیری آب‌های زیرزمینی دشت قزوین، مجله زمین‌شناسی مهندسی، ۱. ۳.

شاهرخ نیا،م.ع و زارع،ا. ۱۳۹۳. بررسی فنی و اقتصادی پوشش کانال-های آبیاری شهرستان داراب، نشریه آبیاری زهکشی ایران، ۱.۸: ۴۴-۵۲

Aller,L., Bennet,T., Leher,JH., Petty,RJ., Hackett,G., 1987. DRASTIC: a standardized system for evaluating ground water pollution potential using hydrogeological settings. EPA 600/2-87-035,622.

Almasri,M.N. 2008. Assessment of intrinsic vulnerability to contamination for Gaza coastal aquifer,Palestine. Journal of Environmental. Management.. 88: 577–593.

Gogu,R.C and Dassargues,A. 2000. Current trendsand future challenges in groundwater vulnerabilityassessment using overlay and index methods. Environtal.Geology. 39 .6: 549–559.

Kim,Y.J and Hamm,S. 1999. Assessment of the potential for groundwater contamination using the DRASTIC/EGIS technique, Cheongju area, South Korea. Hydrogeology Journal. 7: 35-227.

Lee,S. 2003. Evaluation of waste disposal site using the DRASTIC system in Southern Korea. Journal of Korean Society Groundwater Environ. 3.2:101–109.

US-EPA. 1993. A review of methods for assessing aquifer sensivity and groundwater vulnerability to pesticide contamination, Report No,EPA 813-R-93-002-Washington DC.

Maxe,L and Johansson,P.O. 1998. Assessing groundwater vulnerability using travel time and specific surface area as indicators. Hydrogeology Journal 6: 441-449.

Iranian Journal of Irrigation and Drainage
No. 1, Vol. 9, Mar.-Apr. 2015, p. 75-82

نشریه آبیاری و زهکشی ایران
شماره۱، جلد۹، فروردین - اردیبهشت ۱۳۹۴، ص. ۸۲-۷۵

Groundwater Vulnerability Assessment by the use of Drastic-Nw Modified model (Case study: Kuchesfehan-Astane plain).

M. Arezooman omidi langrudi[1], A. khashei siuki[2*], S. javadi[3], S. R. hashemi[4]
Recived: Nov.29, 2014 Accepted: Apr.8, 2015

Abstract

Water shortage is one of the society's problems regarding to population increase and industries development nowadays. In addition to quantity, water quality is of special importance. The quality of groundwater and prevent further contamination, especially in areas where have highly vulnerable aquifers is particularly important .Most of the canals in the Kuchesfehan-Astane plain are no lining and this factor leads to more water waste. High water leakage has the main role of underground water pollution in this region because ground water level is high and the salient farming is the water farming in this region. This article attempts to determine the rate of water leakage from traditional irrigation canals by the Seep w software and regarding this the network parameter was made and added to drastic parameters as the 8th parameter. A new plan was drawn that presented better results regarding to the standard drastic plan. It is realized that the vulnerability rate of NW drastic plan is about 7.9 percent but in the standard drastic plan is about 1.67 percent by the comparison of standard drastic plan and NW drastic plan. Correlation coefficient was used for the appropriateness assessment and comparison of two plans (between vulnerability and nitrate density factors) and it was about 40 percent for the standard drastic and 60 percent for the NW drastic that shows the high accuracy of NW drastic plan.

Key words: Standard drastic, Drastic-NW, Seep W leakage model, Network Irrigation and Drainage

1- M.Sc. Student of Water Resoures Management, University of Birjand
2- Assistant Prof of Water Engineering, Department. University of Birjand
3-Assistant Prof of Water Engineering, Department. University Tehran, Abureyhan
4- Assistant Prof of Water Engineering, Department. University of Birjand
(*-Corresponding Author: Email : abbaskhashei@birjand.ac.ir)