



دانشکده‌ی کشاورزی و منابع طبیعی

گروه آموزشی مهندسی آب

پایان نامه برای دریافت درجه‌ی کارشناسی ارشد
در رشته‌ی مهندسی آب گرایش آبیاری و زهکشی

عنوان:

ارزیابی آسیب‌پذیری آلودگی آب زیرزمینی دشت ارومیه با استفاده از روش‌های
همپوشانی

استاد راهنما:

دکتر جوانشیر عزیزی

استاد مشاور:

دکتر علی رسول زاده

پژوهشگر:

مهسا مسعودلک

شهریور 1396

نام خانوادگی دانشجو: مسعودلک	نام: مهسا
عنوان پایان نامه: ارزیابی آسیب پذیری آلودگی آب زیرزمینی دشت ارومیه با استفاده از روش های همپوشانی	
استاد راهنما: دکتر جوانشیر عزیزی مبصر	استاد مشاور: دکتر علی رسول زاده
مقطع تحصیلی: کارشناسی ارشد	رشته: مهندسی آب
گرایش: آبیاری و زهکشی	دانشگاه محقق اردبیلی
دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی	تاریخ دفاع: 96/6/29
صفحات: 110	تعداد
چکیده:	
<p>آب زیرزمینی بهترین و در برخی موارد تنها راه حل مشکل تأمین آب شرب و کشاورزی در ایران و کشورهای نیمه-خشک می باشد. آب های زیرزمینی به شکل های مختلف در معرض آلودگی قرار دارند که بهترین روش جلوگیری از آلودگی آن ها، شناسایی منابع آلوده کننده و مناطق آسیب پذیری، تهیه نقشه های پهنه بندی آسیب پذیری و اتخاذ سیاست های مدیریتی مناسب می باشد. به همین منظور در این تحقیق آسیب پذیری آب های زیرزمینی دشت ارومیه بررسی شد. دشت ارومیه، در شمال غرب ایران قرار دارد که از شرق به دریاچه ارومیه متصل است. در این دشت ارومیه با توجه به فعالیت های کشاورزی و صنعتی امکان آلودگی آب های زیرزمینی بسیار زیاد است. در این تحقیق از مدل های SI، DRASTIC، SINTACS استفاده شد. مدل DRASTIC، در مجموع توسط پارامترهای عمق آب زیرزمینی، تغذیه خالص، محیط آبخوان، جنس خاک، توپوگرافی، محیط غیراشباع و هدایت هیدرولیکی به دست آمد و مدل SINTACS نیز همانند مدل DRASTIC توسط همان 7 پارامتر تشکیل شد. مدل SI توسط 5 پارامتر تشکیل شد که در مجموع شامل عمق آب زیرزمینی، تغذیه خالص، مواد تشکیل دهنده آبخوان، کاربری اراضی و توپوگرافی بود. با استفاده از هر مدل نقشه های آسیب پذیری تهیه و دقت نقشه های آسیب پذیری هر یک از این مدل ها با استفاده از نقشه های پهنه بندی نیترات سنجیده شد. با استفاده از مدل SINTACS، 17/815 درصد از مساحت دشت ارومیه در آسیب پذیری بی نهایت زیاد، 39/943 درصد در آسیب پذیری خیلی زیاد و 42/240 درصد در آسیب پذیری زیاد قرار داشت. با استفاده از مدل SI، 9/619 درصد از مساحت دشت ارومیه دارای آسیب پذیری زیاد، 41/107 درصد دارای آسیب پذیری متوسط تا زیاد، 20/805 درصد دارای آسیب پذیری کم تا متوسط، 25/782 درصد دارای آسیب پذیری کم و 2/684 درصد دارای آسیب پذیری خیلی کم بود. با توجه به مدل DRASTIC، 11/957 درصد از مساحت دشت ارومیه دارای آسیب پذیری کم، 61/477 درصد دارای آسیب پذیری کم و 26/565 درصد بدون خطر آلودگی بود. با توجه به مقایسه آماری با نیترات، مدل SINTACS با شاخص آماری R^2 برابر با 70/3 درصد، بهترین مدل برای ارزیابی آسیب پذیری دشت ارومیه مشخص شد. اولویت رسیدگی و مدیریت آب های زیرزمینی با مناطق اطراف دریاچه ارومیه می باشد که آسیب پذیری زیادی داشت.</p>	
کلید واژه ها: پتانسیل یابی، آب زیرزمینی، SI، DRASTIC، SINTACS	

فهرست مطالب

شماره و عنوان مطالب	صفحه
فصل اول: کلیات پژوهش	
1-1-1- مقدمه	2
2-1-2- پیشینه‌ی پژوهش	5
فصل دوم: مبنای نظری پژوهش	
1-2-1- آب زیرزمینی	15
1-1-2- منشأ آب زیرزمینی	16
2-1-2- محیط زیرزمینی برای آب‌های زیرزمینی	16
1-2-1-2- بخش غیراشباع یا لایه هوادار	17
2-2-1-2- اشباع	17
3-2-1-2- حاشیه موئین	18
3-1-2-3- مشکلات کیفیت منابع آب زیرزمینی در ایران و نحوه تعیین اهداف برنامه	18

1-3-1-2 نامشخص بودن کیفیت منابع آب زیرزمینی
18.....

2-3-1-2 افزایش شوری آب
18.....

2-2 آلودگی
19.....

1-2-2 علل آلودگی آب‌های زیرزمینی
19.....

3-2 آلاینده‌های آب
20..... زیرزمینی

1-3-2 منابع آلاینده نقطه‌ای و غیرنقطه‌ای
20.....

2-3-2 منابع آلاینده آب‌های زیرزمینی در ایران
21.....

1-2-3-2 منابع آلاینده طبیعی
21.....

2-2-3-2 منابع آلاینده انسان ساخت
21.....

4-2 الزامات و اهداف حفاظت آب زیرزمینی
22.....

5-2 آسیب‌پذیری
23.....

- 2-5-1- ضرورت و جایگاه استفاده از مفهوم آسیب‌پذیری در استقرار کاربری‌ها.....23
- 2-5-2- آسیب‌پذیری آبخوان‌های منابع آب زیرزمینی24
- 2-5-3- تعاریف آسیب‌پذیری24
- 2-5-4- انواع آسیب‌پذیری25
- 2-5-5- عوامل موثر در آسیب‌پذیری25
- 2-5-6- ضرورت تعیین پتانسیل آسیب‌پذیری آب‌های زیرزمینی27
- 2-5-7- محدودیت‌های موجود در ارزیابی آسیب‌پذیری28
- 2-5-8- مزایای موجود در ارزیابی آسیب‌پذیری.....29

فصل سوم: مواد و روش پژوهش

- 3-1- مقدمه31
- 3-2- موقعیت جغرافیایی دشت ارومیه32

3-3	ویژگی	فیزیکی	و	هیدرودینامیکی	آبخوان	دشت	ارومیه	33
4-3				مدل				DRASTIC
5-3		سیستم	اطلاعات		جغرافیایی			GIS
6-3		لایه‌های		مدل				DRASTIC
7-3				روش				SI
1-7-3	نقش	پارامترهای	شاخص	SI	در	ارزیابی	آسیب‌پذیری	آبخوان
2-7-3		پارامترهای			روش			SI
3-7-3		وزن‌دهی		پارامترها		در		SI
8-3				روش				SINTACS
9-3	گسترش آلاینده نیترات در آبخوان محدوده‌ی مطالعاتی							53.....
1-9-3	انتخاب	نقاط	نمونه‌برداری	منابع	آب	زیرزمینی		55.....
10-3	اصلاح			مدل				DRASTIC
								57.....

3-10-1- بازبینی در رتبه هر پارامتر
57.....

3-10-2- بازبینی فاکتور وزن‌ها.....
60.....

فصل چهارم: نتایج و یافته‌های پژوهش

4-1- مقدمه
62.....

4-2- تفسیر نقشه‌های مربوط به پتانسیل آسیب‌پذیری در مدل SI
62.....

4-2-1- ارزیابی پتانسیل آسیب‌پذیری دشت ارومیه در مدل SI
62.....

4-2-2- مقایسه میانگین غلظت نترات و میزان آسیب‌پذیری در ایستگاه‌های مختلف در دشت ارومیه با مدل SI
63.....

4-2-3- ارزیابی نقشه‌های لایه‌های مدل SI
68.....

4-3- تفسیر نقشه‌های مربوط به پتانسیل آسیب‌پذیری در مدل SINTACS
73.....

4-3-1- ارزیابی پتانسیل آسیب‌پذیری دشت ارومیه در مدل SINTACS
73.....

4-3-2- مقایسه میانگین غلظت نترات و میزان آسیب‌پذیری در ایستگاه‌های مختلف در دشت ارومیه با مدل SINTACS
74.....

SINTACS	مدل	لایه‌های	نقشه‌های	ارزیابی	3-3-4
					75.....
DRASTIC	مدل	در	پتانسیل	مربوط به آسیب‌پذیری	4-4
					تفسیر نقشه‌های
					82.....
DRASTIC	مدل	در	پتانسیل	آسیب‌پذیری	1-4-4
					دشت ارومیه
					82.....
					2-4-4
					مقایسه میانگین غلظت نیترات و میزان آسیب‌پذیری در ایستگاه‌های مختلف در دشت ارومیه با
					مدل
					83.....
DRASTIC	مدل	لایه‌های	نقشه‌های	ارزیابی	3-4-4
					84.....
					5-4
					مقایسه پارامترها با نقشه‌ی پهنه‌بندی غلظت نیترات
					91.....
					6-4
					ارزیابی پتانسیل آسیب‌پذیری در مدل اصلاح شده DRASTIC و مقایسه آن با
					نیترات.....
					97.....
					7-4
					نتیجه‌گیری
					100.....
					8-4
					پیشنهادات
					102.....

فهرست منابع و مآخذ

منابع.....

فهرست جدول‌ها

صفحه	شماره و عنوان جدول
	جدول 3 - 1: وزن‌های نسبت داده شده به پارامترهای هفت‌گانه DRASTIC 43.....
	جدول 3 - 2: رتبه‌بندی درصد شیب توپوگرافی (T) (آلر و همکاران 1987) 41.....
	جدول 3 - 3: رتبه‌بندی عمق آب زیرزمینی (D) (آلر و همکاران 1987) 37.....

جدول 3-4: رتبه‌بندی مواد تشکیل‌دهنده آبخوان (A) (آلر و همکاران 1987).....41

جدول 3-5: رتبه‌بندی منطقه غیراشباع (T) (آلر و همکاران 1987).....41

جدول 3-6: رتبه‌بندی نوع خاک (S) (آلر و همکاران 1987).....40

جدول 3-7: رتبه‌بندی هدایت هیدرولیکی (C) (آلر و همکاران 1987).....42

جدول 3-8: رتبه‌بندی تغذیه خالص (R) (آلر و همکاران 1987).....39

جدول 3-9: تقسیم‌بندی پتانسیل آلودگی آب زیرزمینی با استفاده از شاخص DRASTIC.....44

جدول 3-10: علائم اختصاری و ضرایب وزنی مربوط به مشخصه‌های مختلف در مدل SI

.....45 جدول 3-11: رتبه‌بندی بازه‌های مختلف عمق آب زیرزمینی در روش SI
.....47

جدول 3-12: رتبه‌بندی تغذیه خالص در روش SI.....48

جدول 3-13: رتبه‌بندی محیط آبخوان در روش SI.....49

جدول 3-14: رتبه‌بندی توپوگرافی در SI.....49

جدول 3-15: رتبه‌بندی کاربری اراضی در SI

50.....

جدول 3-16: وزن‌دهی نسبت داده شده به پارامترهای مدل SI

51 جدول 3-17: رتبه‌بندی و وزن‌دهی به پارامترهای روش

SINTACS..... 52

جدول 3-18: رتبه‌بندی اصلاح شده عمق آب زیرزمینی در مدل

DRASTIC..... 58

جدول 3-19: رتبه‌بندی اصلاح شده درصد شیب توپوگرافی در مدل

DRASTIC..... 58

جدول 3-20: رتبه‌بندی اصلاح شده تغذیه خالص در مدل DRASTIC

58.....

جدول 3-21: رتبه‌بندی اصلاح شده منطقه غیراشباع در مدل DRASTIC

59.....

جدول 3-22: رتبه‌بندی اصلاح شده نوع خاک در مدل

DRASTIC..... 59

جدول 3-23: رتبه‌بندی اصلاح شده هدایت هیدرولیکی در مدل DRASTIC

60.....

جدول 3-24: وزن‌های اولیه و اصلاح شده عوامل DRASTIC و ضریب همبستگی بین عوامل

DRASTIC و غلظت

نیترات..... 61

جدول 4-1: مشخصات ایستگاه‌های نمونه‌برداری برای تعیین غلظت نیترات در دشت ارومیه

65.....

فهرست شکل‌ها

شماره و عنوان شکل	صفحه
شکل 3 - 1: نقشه‌ی کلی محدوده مطالعاتی	33.....
شکل 4 - 1: نقشه‌ی رتبه‌بندی آسیب‌پذیری آبخوان در مدل SI	63.....

شکل 4 - 2: نقشه پهنه‌بندی غلظت نیترات در دشت ارومیه
66.....

شکل 4 - 3: نقشه توزیع نیترات در آب زیرزمینی دشت ارومیه
67.....

شکل 4 - 4: ارزیابی و مقایسه نقشه آسیب‌پذیری مدل SI با نقشه توزیع نیترات
68.....

شکل 4 - 5: نقشه رتبه‌بندی عمق آب زیرزمینی در مدل SI
69.....

شکل 4 - 6: نقشه‌ی پهنه‌بندی تغذیه خالص دشت ارومیه در مدل SI
70.....

شکل 4 - 7: نقشه‌ی پهنه‌بندی محیط آبخوان دشت ارومیه در مدل SI
71.....

شکل 4 - 8: نقشه‌ی پهنه‌بندی شیب دشت ارومیه در مدل SI
72.....

شکل 4 - 9: نقشه‌ی پهنه‌بندی کاربری اراضی دشت ارومیه در مدل SI
73.....

شکل 4 - 10: نقشه پتانسیل آسیب‌پذیری دشت ارومیه در مدل SINTACS
74.....

شکل 4 - 11: ارزیابی و مقایسه نقشه آسیب‌پذیری مدل SINTAC با نقشه مقادیر نیترات
75.....

شکل 4 - 12: نقشه رتبه‌بندی عمق آب زیرزمینی دشت ارومیه در مدل SINTACS
76.....

- شکل 4 - 13: نقشه رتبه‌بندی تغذیه خالص دشت ارومیه در مدل SINTACS
 شکل 4 - 14: نقشه رتبه‌بندی محیط آبخوان دشت ارومیه در مدل
 SINTACS.....78
- شکل 4 - 15: نقشه رتبه‌بندی جنس خاک دشت ارومیه در مدل SINTACS
79
- شکل 4 - 16: نقشه رتبه‌بندی توپوگرافی دشت ارومیه در مدل SINTACS
80
- شکل 4 - 17: نقشه رتبه‌بندی محیط غیراشباع دشت ارومیه در مدل SINTACS
81
- شکل 4 - 18: نقشه رتبه‌بندی هدایت هیدرولیکی دشت ارومیه در مدل SINTACS
82
- شکل 4 - 19: نقشه‌ی رتبه‌بندی پتانسیل آسیب‌پذیری در مدل SINTACS
83
- شکل 4 - 20: ارزیابی و مقایسه نقشه آسیب‌پذیری مدل DRASTIC با نقشه مقادیر نترات
84
- شکل 4 - 21: نقشه رتبه‌بندی عمق آب زیرزمینی دشت ارومیه در مدل DRASTIC
85
- شکل 4 - 22: نقشه رتبه‌بندی تغذیه خالص دشت ارومیه در مدل DRASTIC
86
- شکل 4 - 23: نقشه رتبه‌بندی محیط آبخوان دشت ارومیه در مدل DRASTIC
87

شکل 4 - 24: نقشه رتبه‌بندی جنس خاک دشت ارومیه در مدل DRASTIC
88.....

شکل 4 - 25: نقشه رتبه‌بندی شیب دشت ارومیه در مدل
DRASTIC.....89

شکل 4 - 26: نقشه رتبه‌بندی محیط غیراشباع دشت ارومیه در مدل DRASTIC
90.....

شکل 4 - 27: نقشه رتبه‌بندی هدایت هیدرولیکی دشت ارومیه در مدل DRASTIC
91.....

شکل 4 - 28: مقایسه عمق آب زیرزمینی با غلظت نیترات در دشت ارومیه
92.....

شکل 4 - 29: مقایسه تغذیه خالص و نیترات در دشت ارومیه
92.....

شکل 4 - 30: مقایسه توپوگرافی و نیترات در دشت ارومیه
93.....

شکل 4 - 31: مقایسه هدایت هیدرولیکی و نیترات در دشت ارومیه
93.....

شکل 4 - 32: مقایسه محیط آبخوان مدل‌های DRASTIC و SI با نیترات در دشت ارومیه
94.....

شکل 4 - 33: مقایسه جنس خاک با نیترات در دشت ارومیه
95.....

شکل 4 - 34: مقایسه محیط غیراشباع مدل‌های DRASTIC و SI با نیترات در دشت ارومیه
95.....

شکل 4 - 35: مقایسه کاربری اراضی و نیترات در دشت ارومیه
96.....

شکل 4 - 36: مقایسه محیط غیراشباع مدل SINTACS و نیترات در دشت ارومیه
96.....

شکل 4 - 37: مقایسه محیط آبخوان در مدل SINTACS و نیترات در دشت ارومیه
97.....

شکل 4 - 38: نقشه پتانسیل آسیب‌پذیری دشت ارومیه در مدل اصلاح شده DRASTIC
99.....

شکل 4 - 39: ارزیابی و مقایسه نقشه آسیب‌پذیری مدل اصلاح شده DRASTIC با نقشه
نیترات.....100

فصل اول:

کلیات پژوهش

1-1- مقدمه:

آب منشاء حیات و رکن اصلی زندگی بشری است. از آنجایی که آب نقش مهمی در توسعه همه جانبه مناطق شهری و روستایی ایفا می‌کند، لزوم مطالعه و بررسی منابع آب و به‌خصوص آب‌های زیرزمینی که همواره مورد توجه کشورها از جمله ایران بوده، کاملاً مشهود است. بخش اعظم آب کره زمین یعنی $94/2$ درصد آن به‌صورت آب شور در اقیانوس‌ها قرار گرفته که عملاً غیر قابل استفاده است. از $5/8$ درصد آب شیرین موجود در کره زمین آب‌های زیرزمینی $4/13$ درصد، یخ‌های قطبی $1/65$ درصد و $0/02$ درصد باقیمانده را آب‌های سطحی رودخانه‌ها، رطوبت خاک و بخار آب موجود در اتمسفر تشکیل می‌دهد (کردوانی، 1371). همانطور که از ارقام بالا مشخص است آب‌های زیرزمینی به عنوان یک منبع عظیم آب شیرین جهان بوده و تقریباً 20 درصد از آب مصرفی کل جهان از آن تامین می‌گردد. آب یکی از مهم‌ترین سرمایه‌ها و منابع حیاتی برای کشور ایران که در یک منطقه خشک و نیمه‌خشک جهان واقع گردیده، محسوب می‌شود و آب‌های زیرزمینی بهترین و در برخی موارد تنها راه حل مشکل تأمین آب شرب و کشاورزی در ایران و کشورهای نیمه‌خشک می‌باشد. همچنین در کشور ما توزیع بارندگی از نظر زمانی و مکانی یکنواخت نبوده و مقدار بارش سالیانه کم‌تر از یک سوم متوسط بارندگی سالیانه جهان (870) میلی‌متر است. از این رو در اکثر نقاط کشور همواره با مشکل کم‌آبی مواجه هستیم. بعلاوه اثرات دراز مدت شرایط اقلیمی کشور ما سبب گردیده تا در طول زمان مساحت قابل توجهی از مناطق مسطح کشورمان به شوره‌زارهای کویری لم‌یزرع مبدل شده و از سطح زمین‌های قابل کشت کشور کاسته شود (کردوانی، 1371). در شرایط کنونی بخش قابل ملاحظه‌ای از مصارف آب کشور ایران به‌خصوص در بخش شرب توسط منابع آب زیرزمینی تامین می‌گردد. در سال‌های اخیر

افزایش جمعیت و به تبع آن افزایش نیازهای آبی و کاهش کیفیت و آلودگی آب‌های زیرزمینی به دلیل توسعه صنعت و کشاورزی موجب توجه به منابع آب زیرزمینی شده است. همچنین استفاده‌ی بیش از حد از کودهای شیمیایی گرچه ممکن است به بیش‌تر شدن محصول و توسعه بخش کشاورزی بیانجامد، ولی خطری جدی برای آب‌های زیرزمینی و بالطبع برای بهره‌برداران آن محسوب می‌شود. با افزایش روزافزون برداشت آب، سطح آب زیرزمینی در بسیاری از دشت‌ها در کشور به حد بحرانی رسیده است. این در حالی است که بخش قابل ملاحظه‌ای از مصارف شرب، کشاورزی و صنعت از آب زیرزمینی تامین می‌گردد. بنابراین حفاظت کیفی و مدیریت آب‌های زیرزمینی از اهمیت فوق‌العاده‌ای برخوردار است. رفع آلودگی آب زیرزمینی بسیار پرهزینه و گاه غیرممکن است. روش مناسب‌تر، جلوگیری از آلوده شدن آب‌های موجود یا جلوگیری از ورود آلودگی به مناطقی است که باعث آلودگی آب می‌شود. برای این کار می‌توان نقشه استعداد حساسیت‌پذیری منطقه به آلودگی را تهیه کرد تا بر روی این مناطق مستعد مدیریت خاص اعمال گردد (استورناراس^۱، 2011). با افزایش روز افزون برداشت آب، سطح آب زیرزمینی در اکثر نقاط جهان به حد بحرانی رسیده است. در ایران نیز اکثر سفره‌ها در وضعیت بحرانی است و لذا می‌طلبند که در مورد آب‌های موجود مدیریت قوی‌تری اعمال گردد. برای انجام این کار می‌توان نقشه استعدادپذیری منطقه نسبت به آلودگی را تهیه کرد و بر روی این مناطق مستعد مدیریت خاص داشته باشیم (بمانی احمد آباد، 1387).

حساسیت آبخوان بر اساس وضعیت هیدروژئولوژیکی (عمق آب زیرزمینی، حضور یا فقدان لایه‌های محبوس‌کننده یا رسی)، تغذیه آب زیرزمینی، هدایت هیدرولیکی خاک، قدرت نگهداشت خاک و عوامل رقیق‌کننده مورد ارزیابی قرار می‌گیرد (لاو و بوتلر^۲، 2003). مفهوم آسیب‌پذیری برای اولین بار در اواخر

1- Stournaras

2- Lowe and Butler

3- Vrba

سال 1960 میلادی در فرانسه برای آگاهی بخشی در مورد آلودگی آب زیرزمینی ارائه شد (وربا^۱، 1994).

آسیب‌پذیری را می‌توان به‌عنوان امکان نفوذ و پخش آلاینده‌ها از سطح زمین به سیستم آب زیرزمینی تعریف کرد. آسیب‌پذیری آبخوان، نیروی آبخوان را برای نفوذ و پخش آلاینده‌ها از سطح زمین به سیستم آب زیرزمینی نشان می‌دهد. به‌طوری که آلودگی تولید شده در سطح زمین بتواند به آب زیرزمینی برسد و در آن پراکنده شود (بیسین^۲، 2002). آسیب‌پذیری نوعی خصوصیت نسبی، بدون بعد و غیرقابل اندازه‌گیری است و به ویژگی‌های آبخوان محیط زمین‌شناسی و هیدروژئولوژی بستگی دارد (آنتوناکس و لامبراکیس^۳، 2007). روش‌های مختلفی برای تعیین پتانسیل آسیب‌پذیری آبخوان وجود دارد که از جمله می‌توان به روش‌های هم‌پوشانی شامل GOD, DRASTIC, SINTAC, COP, AVI، روش‌های ریاضی و روش‌های آماری اشاره کرد (ولایکو^۴، 2008). روش‌های هم‌پوشانی بر پایه‌ی تلفیق لایه‌های حاصل از پارامترهای مختلف بنا نهاده شده است و اساس کار یکسانی دارند. این روش‌ها بر ارزیابی توصیفی و کمی آسیب‌پذیری تکیه دارند. این روش‌ها در به کارگیری نوع و تعداد پارامترها باهم تفاوت داشته ولی در نهایت منجر به ثبت یک شاخص عددی یا امتیاز برای هر ویژگی می‌گردد. مدل DRASTIC تابعی از مشخصات و خصوصیات ذاتی آبخوان می‌باشد. از کاربردی‌ترین روش‌های شاخص هم‌پوشانی، روش DRASTIC می‌باشد که توسط سازمان حفاظت محیط زیست ایالات متحده آمریکا جهت تعیین پتانسیل آلودگی آب زیرزمینی ارائه شده است. DRASTIC یک مدل اندیس و هم‌پوشانی است که برای تولید نمرات آسیب‌پذیری برای نقاط مختلف با ترکیب چندین لایه موضوعی طراحی شده است. این مدل بر پایه مفهوم وضعیت هیدروژئولوژیکی استوار است. وضعیت هیدروژئولوژیکی در حقیقت توصیف‌کننده‌ی ترکیبی از تمام عوامل زمین‌شناسی و هیدرولوژیکی است که حرکت آب زیرزمینی را در

1- Besien

2- Antonakos and lambrakis

3- veliko

ورود، درون، خروج از سیستم در یک ناحیه تحت تاثیر قرار داده و کنترل می‌کند. امروزه با استفاده از تکنیک GIS این کار آسان‌تر شده و دقت انجام این محاسبات نیز تا حد زیادی افزایش یافته است. به دلیل رونق زیاد کشاورزی، استفاده از کودهای شیمیایی و مواد آفت کش در منطقه‌ی مورد مطالعه دشت ارومیه احتمال آلودگی آبخوان وجود دارد، بنابراین در این تحقیق به منظور شناسایی نواحی مستعد در برابر آلودگی، آسیب‌پذیری آبخوان ارومیه مورد بررسی قرار گرفت.

1-2- پیشینه‌ی پژوهش:

در سال‌های اخیر تلاش‌های زیادی توسط محققان و پژوهشگران برای ارزیابی پتانسیل آلودگی آب‌های زیرزمینی توسط مدل‌های مختلف مخصوصاً توسط مدل DRASTIC انجام شده است که از جمله‌ی آن‌ها می‌توان به موارد زیر اشاره کرد.

رحمان^۱ (2008) آسیب‌پذیری آب‌های زیرزمینی در آبخوان کم عمق دشت علیگر^۲ در هند را توسط مدل DRASTIC در محیط GIS ارزیابی کرد. نتایج این مطالعه نشان داد که بیش از 80 درصد آب‌های زیرزمینی شهر دارای آسیب‌پذیری متوسط تا بالاست و 56/34 درصد از مساحت کل منطقه تحت مطالعه دارای آسیب‌پذیری بالا و حدود 20 درصد از سطح منطقه دارای آسیب‌پذیری کم می‌باشد.

لئون و همکاران^۳ (2009) آسیب‌پذیری و خطر آلودگی نیتروژن کشاورزی را برای آبخوان اصلی مجارستان به وسیله‌ی مدل DRASTIC ارزیابی کردند. آن‌ها دریافتند که شاخص دراستیک در دو گروه مختلف توزیع شده است. برای آسیب‌پذیری کم شاخص DRASTIC بین 60 الی 80 و آسیب‌پذیری بالا شاخص 110 الی 155 در نظر گرفته شده است. گروه اول نشان می‌دهد که هیچ نیتراتی وجود ندارد در گروه دوم از 0 تا 160 میلی‌گرم بر لیتر متفاوت بود.

1- Atiqur Rahman

2- Aligarh

3- A. Leone et al

4- Liping Bai et al

لیپینگ بای و همکاران^۱ (2011) در ارزیابی آسیب‌پذیری آب‌های زیرزمینی منطقه‌ای در چین از تئوری DRASTIC استفاده کردند. با توجه به نتایج بدست آمده حدود 80 درصد از منطقه‌ی مورد مطالعه دارای آسیب‌پذیری بالا و بسیار بالا بود و این مناطق از کیفیت آب بدی برخوردار هستند. در حالی که با استفاده از مدل DRASTIC اصلاح شده معلوم شد که 96 درصد از مناطق آسیب‌پذیری بالا و بسیار بالا داشتند. مناطقی که آسیب‌پذیری کم داشتند به‌طور عمده در منطقه شمال و مناطقی که بالاترین آسیب‌پذیری به آلودگی را داشتند در منطقه جنوب توزیع شده بودند.

ساماکه^۲ (2011) آلودگی آب زیرزمینی را در آبخوان لینفن^۳ واقع در شمال کشور چین را مورد بررسی قرار داد که برای این تحقیق از مدل DRASTIC در محیط GIS استفاده شد. بر اساس تحلیلی که انجام گرفت، شاخص DRASTIC در این تحقیق بین 54 الی 147 به دست آمد. با توجه به مطالعاتی که در منطقه انجام گردید، مساحت مورد مطالعه به سه گروه از نظر آسیب‌پذیری طبقه‌بندی شد. مناطق با آسیب‌پذیری خیلی پایین (شاخص DRASTIC کمتر از 79)، مناطق با آسیب‌پذیری پایین (شاخص DRASTIC بین 80 الی 119) و مناطق با آسیب‌پذیری متوسط (شاخص DRASTIC بین 120 الی 150).

مالک محمد و همکاران^۴ (2013) آب‌های زیرزمینی دشت لاهور واقع در کشور پاکستان را از نظر پتانسیل آلودگی ارزیابی کردند. شاخص آسیب‌پذیری DRASTIC در این تحقیق بین 95 تا 162 محاسبه شد. 28/8 درصد از مساحت منطقه‌ی مورد مطالعه دارای آسیب‌پذیری بالا، 46/3 درصد از

1- Samake

2- Linfen

3- Malik Muhammad

4- Firat Ersoy* and Gültekin

مساحت آسیب‌پذیری متوسط، 14/5 درصد از مساحت مورد مطالعه دارای آسیب‌پذیری کم و 10/4 درصد از مساحت دشت نیز آسیب‌پذیر نبود.

فرات ارسوی و گولتکین¹ (2013) آسیب‌پذیری آب‌های زیرزمینی را در حوضه‌ی گوموش آجی کوی و مرزیفون را مورد ارزیابی قرار دادند. سه منطقه با آسیب‌پذیری مختلف در این حوضه با توجه به شاخص DRASTIC تعیین شد. شاخص کمتر از 100 برای آسیب‌پذیری کم، بین 100 الی 140 متوسط و بزرگ‌تر از 140 برای آسیب‌پذیری زیاد در نظر گرفته شد. براساس نقشه‌ی آسیب‌پذیری، مشخص شد که حوضه‌ی گوموش آجی کوی دارای پتانسیل آلودگی کم است. 15 درصد از حوضه دارای آسیب‌پذیری بالا و 47 درصد آسیب‌پذیری پایین بود.

پراساد و همکاران² (2014) پتانسیل آلودگی منطقه‌ی موگاعون در هند را توسط مدل DRASTIC مورد ارزیابی قرار دادند. نتایج تحقیق آن‌ها نشان داد که 34/87 درصد از مساحت کل منطقه‌ی مورد مطالعه از نظر آسیب‌پذیری در حد پایین، 32/28 درصد از مساحت منطقه آسیب‌پذیری متوسط و 34/85 درصد از نظر آسیب‌پذیری دارای رتبه‌ی بالا بود.

گوپتا³ (2014) آسیب‌پذیری آب‌های زیرزمینی دشت جبل پور در منطقه‌ی مادها (پرادش) را با استفاده از مدل DRASTIC مورد ارزیابی قرار دادند. نقشه‌ی به‌دست آمده از مدل مساحت آسیب‌پذیری کم و متوسط و بالا را نشان داد. بر اساس نتایج نقشه حدود 70 درصد از مساحت منطقه دارای آسیب‌پذیری متوسط و 20 درصد آن دارای آسیب‌پذیری کم بود. در حالی که کم‌تر از 10 درصد از این منطقه بسیار آسیب‌پذیر بود و در بخش شرقی منطقه واقع شده بود. البته بخش عمده‌ی منطقه به آلودگی آب‌های زیرزمینی نسبتاً آسیب‌پذیر بود.

1- Prasad and J.P. Shukla

2- Gupta

3- Neshat et al

نشاط و همکاران^۱ (2014) آب‌های زیرزمینی دشت کرمان را با استفاده از روش بهبودیافته‌ی DRASTIC در محیط GIS از نظر آسیب‌پذیری مورد ارزیابی قرار دادند. با توجه به نقشه‌ی آسیب‌پذیری این آبخوان، شاخص دراستیک نشان داد که 50/09 درصد در کلاس‌بندی بسیار بالا و بالا قرار داشت در حالی که کم‌تر از یک پنجم از مساحت کل دارای آسیب‌پذیری کم و بسیار کم بود.

لاتمنی و همکاران^۲ (2015) آسیب‌پذیری آبخوان دشت میسور^۳ واقع در کارناتاکای هند را بررسی کردند. در این تحقیق شاخص DRASTIC محدوده‌ی آسیب‌پذیری آبخوان را نشان داد. کم‌تر از 70 آسیب‌پذیری خیلی کم، 70 الی 80 پایین، 80 الی 90 متوسط و 90 الی 100 بالا و بزرگتر از 100 عنوان بسیار بالا را به خود اختصاص داد.

ویکتورین نه و همکاران^۴ (2015) آسیب‌پذیری سفره‌های آب زیرزمینی دوالا در کامرون^۵ را توسط مدل DRASTIC در محیط GIS ارزیابی کردند. نتایج تحقیق آن‌ها نشان داد که شاخص DRASTIC بین 120 الی 128 آسیب‌پذیری خیلی پایین، 135 الی 128/1 آسیب‌پذیری کم، 135/1 الی 140 آسیب‌پذیری متوسط و بین 160 الی 167 نشان دهنده‌ی آسیب‌پذیری بالا می‌باشد.

-
- 1- Lathamani et al
 - 2- Mysore
 - 3- Victorine Neh and et al
 - 4- Douala-Cameroon
 - 5- Baalousha
 - 6- Kihumba et al
 - 7- Kinshasa

بالوشا^۱ (2016) آلودگی آبخوان قطر را توسط دو روش DRASTIC و EPIK در سیستم جغرافیایی GIS ارزیابی کرد. نتایج تحقیق او نشان داد که مناطق شمالی و ساحلی در بالاترین کلاس آسیب‌پذیری قرار داشت و مدل DRASTIC بیش‌تر از مدل EPIK برای ارزیابی آسیب‌پذیری دشت قطر مناسب بود.

کی هامبا و همکاران^۲ (2017) آب‌های زیرزمینی منطقه کینشاسا^۳، را با استفاده از مدل کالیبره‌شده DRASTIC ارزیابی کردند. شاخص DRASTIC برای این منطقه در 5 کلاس طبقه‌بندی شد. شاخص DRASTIC بین 84 الی 107 نشان‌دهنده‌ی آسیب‌پذیری خیلی کم، 107 الی 124 آسیب‌پذیری کم، 124 الی 132 آسیب‌پذیری متوسط و 132 الی 137 آسیب‌پذیری زیاد و 137 الی 166 آسیب‌پذیری خیلی زیاد بود. 21 درصد از مساحت کل منطقه مورد مطالعه دارای آسیب‌پذیری خیلی کم، 20 درصد آسیب‌پذیری کم، 22 درصد متوسط و 8 درصد زیاد و 29 درصد خیلی زیاد بود.

الوچ و همکاران^۴ (2017) منطقه‌ای در سواحل شرق تونس را از نظر آلودگی آب‌های زیرزمینی توسط مدل DRASTIC ارزیابی کردند. شاخص DRASTIC بین 37 الی 168 به دست آمد و به سه دسته‌ی آسیب‌پذیری پایین، متوسط و بالا تقسیم گردید. کلاس آسیب‌پذیری کم حدود 25 درصد از منطقه مورد مطالعه را پوشش داد که مناطق مرکزی دشت را شامل بود. آسیب‌پذیری متوسط نشان‌دهنده 64 درصد از مساحت کل منطقه بود و حدود 11 درصد از کل مساحت آبخوان آسیب‌پذیری بالایی داشت. این تحقیق یک روش جدید برای ارزیابی آلودگی ناشی از فعالیت‌های انسانی و نفوذ آب دریا را فراهم کرد.

شرستا و همکاران^۵ (2017) آلودگی آب‌های زیرزمینی جلگه کاتماندو^۱ واقع در نپال^۲ را توسط مدل DRASTIC ارزیابی کردند. نتیجه‌ی تحقیق نشان داد که حدود 80 درصد از مساحت کل منطقه مورد مطالعه دارای آسیب‌پذیری زیاد بود.

1- Allouche et al

2- Shrestha et al

3- Kathmandu

4- Nepal

5- Nadiri et al.

نادری و همکاران^۳ (2017) آلودگی آب‌های زیرزمینی دشت اردبیل را توسط مدل DRASTIC مشروط به نظارت و ماشین‌آلات کمیته اطلاعات ارزیابی کردند. شاخص DRASTIC بین 82 الی 151 محاسبه شد. براساس این مدل 55 درصد از منطقه‌ی مورد مطالعه دارای آسیب‌پذیری خیلی کم، 36/3 درصد از مساحت منطقه دارای آسیب‌پذیری کم و 8/7 درصد دارای آسیب‌پذیری متوسط بود.

در ایران قوانین و برنامه‌های حفاظتی ویژه‌ای برای حفاظت از کیفیت سفره‌های آب زیرزمینی که دارای ضمانت قانونی نیز باشد وضع نشده است و تنها قوانینی به‌صورت کلی که جنبه کمی آن بیش‌تر حائز اهمیت می‌باشد وضع شده است. اما در سال‌های اخیر با وخیم‌شدن کیفیت آب آبخوان‌ها و اهمیت موضوع، مطالعات و پروژه‌های تحقیقاتی بسیاری در دانشگاه، وزارت نیرو، شرکت مدیریت منابع آب ایران و شرکت مهندسی آب و فاضلاب کشور انجام شده است.

رنگزن (1387) پهنه‌بندی آسیب‌پذیری آبخوان دشت ورامین را با استفاده از DRASTIC انجام داد. نتیجه تحقیق نشان داد که 0/06 درصد از آبخوان کاملاً آسیب‌پذیر و 1/94 درصد دارای پتانسیل آلودگی خیلی زیاد، 8 درصد زیاد، 17 درصد متوسط تا زیاد، 26 درصد کم تا متوسط، 38 درصد کم و 9 درصد دارای پتانسیل آلودگی خیلی کم بود. به طور کلی نواحی شمالی، جنوب غربی منطقه از آسیب‌پذیری بالا و بخش‌های میانی از پتانسیل آلودگی کم‌تر برخوردار بودند.

میرزایی و همکاران (1387) پتانسیل آسیب‌پذیری آبخوان دشت شهرکرد را با استفاده از مدل DRASTIC بررسی کردند. شاخص DRASTIC در دشت شهرکرد بین 59 الی 130 قرار داشت. نقشه‌ی نهایی نشان داد که این منطقه به سه محدوده از لحاظ آسیب‌پذیری تقسیم می‌شود. 59 الی 75 که در محدوده‌ی آسیب‌پذیری خیلی پایین قرار داشت و 76 الی 105 که در محدوده‌ی آسیب‌پذیری پایین و 106 الی 135 که در محدوده‌ی آسیب‌پذیری متوسط قرار داشت. حدود 29/4 درصد منطقه مورد

مطالعه آسیب‌پذیری خیلی کم، حدود 46/5 درصد آسیب‌پذیری کم و حدودا 24/1 درصد آسیب‌پذیری متوسط داشتند. براساس این تحقیق بخش عمده‌ی دشت در محدوده آسیب‌پذیری پایین قرار داشت.

افروزی و همکاران (1389) ارزیابی آسیب‌پذیری آبخوان دشت فارسان- جونقان نسبت به آلودگی با استفاده از DRASTIC در GIS انجام دادند. نقشه‌ی پهنه‌بندی آسیب‌پذیری آبخوان دشت، از تلفیق نقشه‌های رستری هفت‌گانه پارامترهای مدل DRASTIC با لحاظ کردن وزن هر پارامتر در محیط GIS به‌دست آمد. نتایج نشان داد که در دشت فارسان- جونقان پارامترهای عمق سطح ایستابی و هدایت هیدرولیکی بیش‌ترین تاثیر را در تعیین میزان آسیب‌پذیری آبخوان داشت. شاخص DRASTIC در نقشه‌ی پهنه‌بندی آسیب‌پذیری دشت بین 100 تا 180 متغیر بوده و پیشنهاد گردید در مناطق با پتانسیل آسیب‌پذیری بالا (مناطق مرکزی) ضمن عدم استفاده از کود شیمیایی در فعالیت‌های کشاورزی، از ایجاد واحدهای صنعتی مولد آلودگی در این مناطق جلوگیری شود.

فاضلی و همکاران (1389) پهنه‌بندی خطر آلودگی دشت زیدون واقع در استان خوزستان را به روش‌های DRASTIC و SINTACS مورد ارزیابی قرار دادند. نتایج حاصله از دو روش نشان داد که بیش‌ترین آسیب‌پذیری آب‌های زیرزمینی مربوط به رده‌ی متوسط واقع در شمال شرق و شرق منطقه است.

حیدری موسوی و همکاران (1389) به دلیل انتخاب محل مناسب برای تغذیه‌ی مدیریتی سفره‌ی آبدار، دشت زیدون را از نظر آسیب‌پذیری با مدل DRASTIC مورد ارزیابی قرار دادند. نتایج نشان داد که شاخص DRASTIC در منطقه‌ی مورد مطالعه بین 72 تا 147 قرار داشت. بیش‌ترین پتانسیل آلودگی منبع آب زیرزمینی مربوط به محدوده‌ای در شمال منطقه‌ی مورد مطالعه بود، و بخش زیادی از منطقه در محدوده با پتانسیل آلودگی خیلی کم واقع بود.

رحیمی و همکاران (1390) پتانسیل آلودگی آب زیرزمینی دشت شهرکرد را ارزیابی کردند. با توجه به نتایج حاصله و وضعیت آبدی دشت به‌ویژه از نظر کمی و کیفی منابع آب در محدوده دشت شهرکرد مناطق با پتانسیل بالا دارای ریسک کم‌تری برای حفرچاه و همچنین دارای شرایط مناسب برای تغذیه

مصنوعی آب‌های زیرزمینی بود. از نتایج دیگر وجود شرایط مناسب برای انجام عملیات آبخیزداری در محدوده مناطق با پتانسیل متوسط می‌باشد.

ناصری و صارمی نژاد (1390) آسیب‌پذیری آبخوان دشت گل گیر واقع در مسجد سلیمان را به روش‌های DRASTIC و منطق فازی مورد ارزیابی قرار دادند. نتایج مدل DRASTIC نشان داد که بیش‌ترین میزان آسیب‌پذیری در شرق دشت مشاهده شده است. 15/54 درصد از دشت آسیب‌پذیری خیلی زیاد، 39/25 درصد آسیب‌پذیری زیاد، 45/21 درصد آسیب‌پذیری متوسط داشت.

امیر احمدی (1390) ارزیابی آسیب‌پذیری آبخوان دشت داورزن واقع در غرب شهر سبزوار به روش DRASTIC با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی GIS را انجام داد. نتایج نشان داد حدود 23/2 درصد از منطقه‌ی مورد مطالعه در محدوده‌ی آسیب‌پذیری خیلی کم و 21/4 درصد آسیب‌پذیری کم و 17/38 درصد آسیب‌پذیری متوسط و 25/43 درصد آسیب‌پذیری زیاد و 12/59 درصد در محدوده‌ی آسیب‌پذیری خیلی زیاد قرار داشت. بر پایه‌ی نتایج حاصل از مدل DRASTIC آسیب‌پذیری دشت داورزن تقریباً در نیمه‌ی شرقی در گروه آسیب‌پذیری کم و نیمه‌ی غربی در گروه آسیب‌پذیری زیاد قرار گرفت. نتایج نشان داد میزان آلودگی و پتانسیل آلودگی آبخوان بالا بوده و با توجه به اهمیت منابع آب زیرزمینی در منطقه‌ی مورد مطالعه که برای مقاصد مختلف مورد استفاده قرار می‌گیرد، حفاظت این مناطق به منظور جلوگیری از آلودگی و مدیریت بهینه‌ی منابع آب ضروری است.

معروفی و همکاران (1391) ارزیابی آسیب‌پذیری آبخوان دشت ملایر واقع در استان همدان را با استفاده از مدل‌های DRASTIC و SINTACS و SI انجام دادند. در این تحقیق براساس نقشه‌ی بدست آمده، 15/5 درصد از وسعت منطقه‌ی مورد مطالعه در محدوده‌ی آسیب‌پذیری کم، 71/66 درصد در محدوده‌ی متوسط، 12/84 درصد از منطقه در محدوده‌ی آسیب‌پذیری زیاد قرار گرفت. با توجه به نقشه‌ی آسیب‌پذیری، بیش‌ترین درصد پتانسیل آلودگی دشت مربوط به کلاس آسیب‌پذیری متوسط و کم‌ترین

. *Int. Contributions to Hydrogeology*, Verlag Heise, Hannover 16.

Family name: Masoudlak	Name: Mahsa
Title of Thesis : Groundwater Pollution Vulnerability Assessment Using Overlap Methods in Urmia plain	
Supervisor: Javanshir Azizi Mobaser	Advisor: Ali Rasoulzade
Graduate Degree M.Sc	
Major: Water engineering	Specialty: Irrigation & Drainage
University: Mohaghegh Ardabili	Faculty: Agricultural and Natural resources
Graduation date:	Number of pages: 110
<p>Abstract:</p> <p>Ground waters are the best and in some cases are the only option to obviate the need for drinkable water and agricultural needs and semi-arid countries. Underground waters are prone to pollution from several aspects. The best way to avoid pollution is recognizing sources of contamination, vulnerable regions, obtaining configuration maps, and adopting suitable management plans. In this regard, this study investigates the vulnerability of underground waters in Urmia plain. Urmia plain is located at the west of Iran and is attached to the Urmia Lake from the east. The high possibility of contamination in this region is attributed to numerous agricultural and industrial activities. In this research, SI, DRASTIC and SINTACS models have been used. In total, the DRASTIC model is obtained using the following parameters: depth of the underground water, net water withdrawal, aquifer conditions, and type of soil, topography, unsaturated atmosphere and hydraulic conductivity. Similarly, the SINTACTS model involves the same 7 parameters. Unlike the former two models the SI model involves 5 parameters as follows: depth of the underground water, net water withdrawal, materials forming the aquifer, usage of the land and topography. Finally, a configuration map for vulnerability is obtained which requires an assessment with the configuration map of nitrates. SINTACTS model shows that 17.5% of the Urmia plain is within extreme vulnerability range, 39.943 within very high vulnerability and 42.240% within high vulnerability. SI model gives the following results: 9.619% of the Urmia plain is within very high vulnerability range, 41.107% within average high vulnerability, 20.805% within low average vulnerability, 25.782% within low vulnerability and 2.684% within very low vulnerability range. Based on the DRASTIC model, 11.957% of the plain is within low vulnerability range, 61.477 within low vulnerability range and 26.565% face no vulnerability/pollution. Statistical comparisons of results with that of nitrates' show that the statistical index R^2 for SINATICS equals to 70.3% which is the most favorable criterion for damage evaluation. First and foremost, management plans should be adopted for underground water around the Urmia Lake which suffers from high vulnerability.</p>	
Keywords: Potential mapping, Groundwater, DRASTIC, SI, SINTACS	



University of Mohaghegh Ardabili

Faculty of Agricultural and Natural resources

Department of Water engineering

**Thesis submitted in partial fulfilment of the requirements for the degree of
M.Sc. in Agricultural Engineering Irrigation and Drainage branch**

Title:

**Groundwater Pollution Vulnerability Assessment Using Overlap Methods
in Urmia plain**

Supervisor:

Dr. Javanshir Azizi Mobaser

Advisor:

Dr. Ali Rasoulzade

By:

Mahsa Masoudlak

September – 2017