كمي سازي رابطه پارامترهاي كيفي آب زيرزميني و پديده هاي سطح زمين (حوزه آبخيز قره سو، استان گلستان)

بهناز راحلي نمين*[1]، عبدالرسول سلمان ماهيني[2] و حميدرضا مرادي[3]
[1] دانش آموخته كارشناسي ارشد، گروه محيط زيست، دانشگاه تربيت مدرس نور، ايران
[2] دانشيار، گروه محيط زيست، دانشگاه علوم كشاورزي و منابع طبيعي گرگان، ايران
[3] استاديار، گروه آبخيزداري، دانشگاه تربيت مدرس نور، ايران
(تاريخ دريافت: ۱۳۸۹/۱۲/۱ ، تاريخ تصويب: ۱۳۹۰/۱۱/۱۰)

چكيده
دراين بررسي، از سامانه اطلاعات جغرافيايي و شبكه عصبي مصنوعي براي كمي سازي رابطه كيفي آب زيرزميني و پديده هاي سطح زمين در حوزه آبخيز قره سو واقع در استان گلستان استفاده شد. طبقه بندي تصويرها و تهيه نقشه كاربري زمين، با استفاده از تصوير ماهواره IRS سال ۲۰۰۸ صورت گرفت. داده‌هاي كيفي آب از آزمايشگاه تعيين كيفيت، سازمان آب و فاضلاب منطقه اي استان گلستان تهيه شدند. نتايج اين پژوهش، نشان داد كه با وجود مناسب بودن وضعيت كلي عناصر، برخي از آن ها در آستانه رسيدن به شرايط نامطلوب قرار دارند. اين موضوع به خصوص براي برخي از فاكتورها از جمله TDS (۱۶۰۰ MG/li) ملموس تر است. نتايج نشان داد ساختار زمين شناسي و خاک شناسي منطقه در چگونگي پراكنش پارامترهاي كيفي آب و مخصوصا منيزيم موثر بوده است. سطح آب زيرزميني و فاصله از مناطق مسكوني رابطه‌اي قوي با پراكنش كلر، سولفات و TDS داشته است. ميزان r^2 ميان مقادير مدل‌سازي شده و مقادير اندازه گيري شده در مدل براي تمام پارامترهاي مورد مطالعه كيفيت آب بيش از ۹۸% بود كه نشان دهنده كارايي بالاي مدل شبكه عصبي مصنوعي در امر پيش بيني است. با استفاده از نتايج اين پژوهش مي توان به مديريت كيفيت آب هاي زير زميني در شرايط كنوني و برنامه هاي توسعه در آينده پرداخت.

واژه‌هاي كليدي: منابع آب زيرزميني، سامانه اطلاعات جغرافيايي، قره سو، كاربري اراضي/ پوشش زمين، شبكه عصبي مصنوعي

* نويسنده مسئول: تلفن: ۰۹۱۴۴۵۴۳۰۲۳ فاكس: ۰۱۷٤٦۷۲۲٤٦۰ E-mail: Raheli_behnaz@yahoo.com

مقدمه

رشد اقتصادي و صنعتي شدن باعث رشد شهرها و جمعيت گشته است. اين رشد براي شهرها مزايايي همچون قرار گرفتن در مركز توليد، تعليم و تربيت، حكومت و ديگر فعاليت هاي خدماتي و اجتماعي داشته، اما از سويي ديگر باعث به وجود آمدن مشكل هاي متعدد زيست محيطي مي شود كه آلودگي منابع آب زيرزميني از جمله آنها است (Koike& Moukan, (2007). ارزيابي كيفيت آب زيرزميني و ارتباط آن با كاربري زمين، به منظور استفاده پايدار از اين منابع مهم است (Schiedek *et al.*, 2008). پيش بيني كميت و كيفيت اين منابع و رابطه خاص آن با سطح زمين، حداقل تلاش در مورد حفاظت از اين منابع ارزشمند خواهد بود (Tellam & Thomas، 2005). آب هاي زيرزميني نه تنها از لحاظ تامين شرب انسان مهم هستند، بلكه براي حفاظت و حمايت از زيستگاه هاي حيات وحش و نيز براي نگهداري جريان پايه رودخانه ها ضروري مي باشند (Babiker *et al.*, 2006). امروزه، بهره‌گيري از فن آوري‌هاي جديد و همچنين سامانه هاي پشتيبان پردازش اطلاعات مي‌تواند نقش بسزايي در مديريت منابع به خصوص منابع محدود آب كه يكي از منابع باارزش و حياتي بشمار مي آيد، و همچنين مدل سازي رياضي و فضايي آن داشته باشد (Dams *et al.*, 2008). استفاده از سامانه اطلاعات جغرافيايي[1] كه بتواند به طور كارآمد داده‌ها را ذخيره، كنترل، پردازش، تجزيه و تحليل و نيز به روز كرده و بين اطلاعات و داده هاي مكاني ارتباط برقرار نمايد و با اطلاعات حاضر وضعيت جديد را پيش بيني كند، روش موثري خواهد بود (Berktay &Nas 2008). مدل سازي ابزار مهمي در بررسي تغيير كاربري زمين، از جمله برآورد ميزان تغيير در پوشش زمين و عوامل مرتبط و اثرگذار بر آن است. استفاده از شبكه عصبي مصنوعي كاربرد زيادي در علوم مختلف و از جمله در بررسي روابط و پيش بيني اهداف مختلف در زمينه هيدرولوژي و كيفيت سنجي آب‌هاي سطحي و زير سطحي دارد (Pijanowski *et al.*, 2006). در واقع، عموميت داشتن و كلي بودن مدل، سازگاري آن با شرايط مختلف، مستقل بودن و همچنين غير خطي بودن آن از جمله ويژگي هاي بارز مدل شبكه عصبي مصنوعي است (Sahoo *et al.*, 2004). شبكه هاي عصبي مصنوعي داراي ويژگي هاي فراواني از جمله: انطباق پذيري، قابليت يادگيري و تعميم هستند. شبكه‌هاي عصبي مي‌توانند بر اساس طراحي خود سيگنال‌هاي ورودي را پردازش و به سيگنال‌هاي خروجي مورد نظر تبديل نمايند (Menhaj 2007). طي ساليان متمادي پژوهشگران مختلف، بررسي‌هاي گسترده‌اي را در زمينه اثر كاربري اراضي/ پوشش زمين بر كيفيت منابع آب انجام داده و به نتايج متنوعي دست يافته‌اند. (2006) Absalon & Matysik در لهستان به بررسي كيفيت آب-هاي سطحي و زيرزميني در دو فصل تابستان و زمستان پرداختند. تحليل‌هاي آماري نشان داد كه غلظت آلاينده-ها در آب‌هاي سطحي و زيرزميني داراي ارتباط و همبستگي معني‌داري مي‌باشند (Asadi *et al.*, 2007). از سيستم اطلاعات جغرافيايي و سنجش از دور براي بررسي رابطه بين كاربري اراضي و كيفيت آب هاي زيرزميني در فلوريدا استفاده كردند. نتيجه پژوهش آن ها حاكي از آن بود كه برخي از پارامترهاي كيفي آب چون، نيترات، TDS، كلريد و فلوريد در مناطق مسكوني و صنعتي بيش از حد مجاز بوده است. تجزيه و تحليل نتايج در مراحل مختلف پژوهش نشان مي دهد كه سنجش از دور و GIS، ابزاري قوي در بررسي توزيع پارامترهاي كيفي آب است(Berktay &Nas (2008 با تعيين توزيع مكاني پارامترهاي كيفي آب زيرزميني، نقشه كيفيت براي شاخص هاي كيفي موجود، با استفاده از سيستم اطلاعات جغرافيايي (GIS) و فنون زمين آمار تهيه كردند. (2009) Belitz & Johnson به مطالعه رابطه كاربري اراضي در مناطق شهري و تركيب هاي آلي فرار موجود در آب زيرزميني پرداختند. نتايج مطالعه آن ها، وابستگي معني دار آماري بين نواحي شهري و تركيب هاي آلي فرار موجود در منابع آب زيرزميني نشان مي دهد.

[1] Geographical Information System

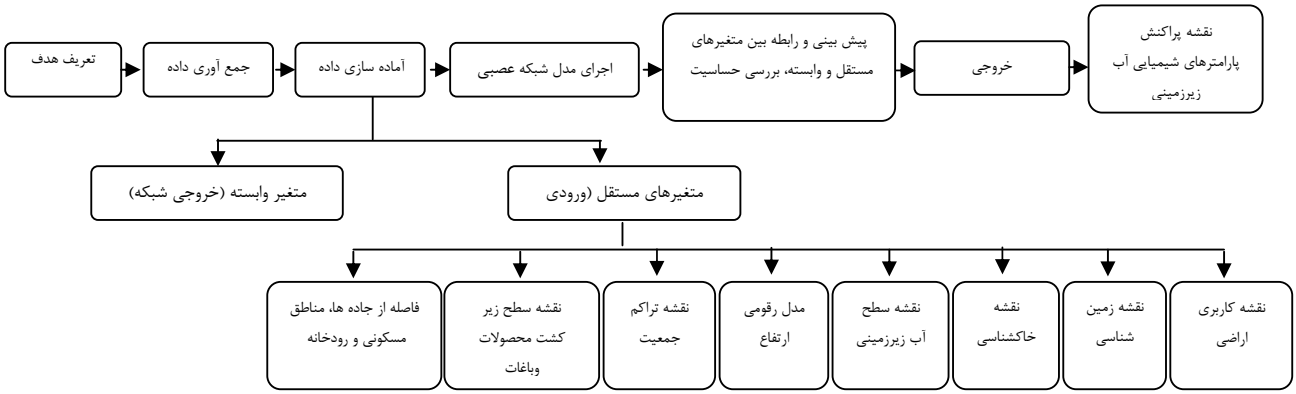
(Singh *et al.*, 2010) در هند به مطالعه اثر تغييرات كاربري اراضي و پوشش زمين بر كيفيت منابع آب زيرزميني با استفاده از سنجش از دور و سامانه اطلاعات جغرافيايي پرداختند. نتايج حاكي از آن بود كه رابطه معني داري بين الگوهاي كاربري اراضي و كيفيت آب زيرزميني وجود دارد و كيفيت آب در زمين هاي زير كشت به دليل استفاده از كودهاي شيميايي رو به زوال است. با توجه به پژوهش‌هاي انجام شده مي توان به اثر پوشش زمين و كاربري اراضي بر وضعيت آب هاي زيرزميني پي برد و با توجه به نقش آب هاي زيرزميني در حيات بشر، لزوم انجام پژوهش‌هاي بيشتر در زمينه بررسي اين رابطه و پيش بيني تغييرات حاصل در آينده، به منظور مديريت پايدار اين منابع ارزشمند وجود دارد. استان گلستان از مناطقي است كه با مشكل كاهش كيفيت منابع آب زير زميني مواجه است. هدف از انجام اين مطالعه كمي سازي رابطه پارامترهاي كيفي آب زيرزميني و پديده هاي سطح زمين با استفاده از سيستم اطلاعات جغرافيايي و مدل شبكه عصبي در حوزه آبخيز قره سو واقع در استان گلستان است.

مواد و روش ها

حوضه آبريز قره سو ۸ درصد از استان گلستان را با مساحت ۱۶۱۰ كيلومتر مربع تشكيل مي دهد و كل اين حوضه در استان گلستان قرار دارد. حوضه آبريز قره سو از شمال و شرق به حوضه آبريز گرگانرود؛ از جنوب به حوضه آبريز نكارود و از غرب به حوضه آبريز خليج گرگان و نيز درياچه خزر محدود مي شود و در روستاي قره سو به اين درياچه تخليه مي گردد. موقعيت حوزه قره سو و مرز منطقه با توجه به پراكنش چاه هاي پيزومتري كه نمونه هاي كيفيت آب از آن ها تهيه گرديده در شكل ۱ نشان داده شده است.

گام‌هاي انجام پژوهش در شكل ۲ نمايش داده شده است. براي انجام اين بررسي نقشه‌هاي كاربري اراضي، خاك شناسي، زمين شناسي، فاصله از مناطق مسكوني، جاده و رودخانه، تراكم جمعيت، سطح ايستابي و سطح زير كشت محصولات كشاورزي تهيه شدند.

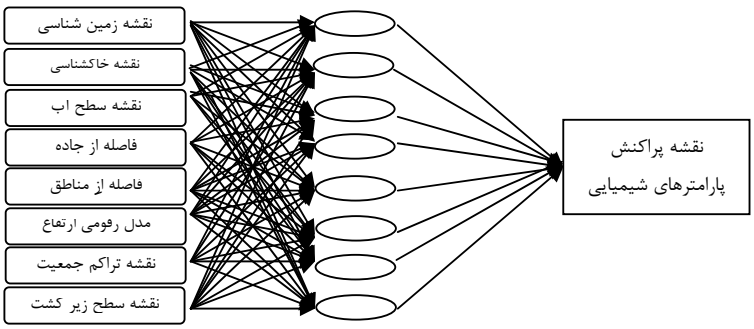
شكل ۱- موقعيت منطقه مورد مطالعه



شکل ۲- نمودار جرياني گام‌هاي مختلف انجام پژوهش

نقشه کاربري اراضي منطقه با استفاده از تصوير ماهواره‌اي IRS سال ۲۰۰۸ استخراج گرديد. همچنين، نقشه‌هاي رقومي ۱:۲۵۰۰۰ و ۱:۵۰۰۰۰ منطقه براي تعيين نقاط کنترل زميني جهت تصحيح هندسي تصاوير ماهواره‌اي استفاده گرديد. پس از تعيين موقعيت منطقه بر روي تصوير، جهت تهيه نقشه کاربري زمين، ابتدا از بارزسازي براي انجام بهتر تفسير بصري تصوير با استفاده از روش-هاي تشديد مغايرت (کشش خطي) و ترکيب باندها براي ساختن تصاوير رنگي کاذب استفاده شد (Mahini & Kamyab 2010). به منظور انجام طبقه‌بندي نظارت شده در هر کاربري، نمونه‌هاي تعليمي که داراي پراکنش موزون بودند انتخاب و مختصات نمونه‌هاي تعليمي توسط GPS ثبت و نوع کاربري آنها وارد نرم افزار گشت (Najafi, 1998). در نهايت، عمل طبقه بندي تصاوير ماهواره‌اي با استفاده از روش نظارت شده و حداکثر احتمال انجام گرفت (Jia & Richards 2005). نقشه زمين شناسي و خاک شناسي به صورت يکي از نقشه هاي ورودي شبکه عصبي به عنوان متغير مستقل به منظور ارزيابي کيفيت آب زيرزميني آماده گرديد. براي تهيه نقشه هاي فاصله از جاده، مناطق مسکوني و رودخانه، تصوير ماهواره اي IRS سال ۲۰۰۸ مورد استفاده قرار گرفت. جهت تهيه نقشه سطح ايستابي آب زيرزميني از داده هاي سال ۱۳۸۷ سازمان آب منطقه اي استان گلستان استفاده گرديد. اين داده‌ها با استفاده از روش kriging درون يابي و به صورت نقشه رستر آماده شدند. براي تهيه نقشه جمعيت منطقه از اطلاعات سال ۱۳۸۷ سازمان آمار کشور و جهت تهيه نقشه سطح زير کشت محصولات به تفکيک هر روستا از داده‌هاي سال ۱۳۸۷ سازمان جهاد کشاورزي استان گلستان سال استفاده شد. اين اطلاعات با استفاده از روش IDW درون يابي گشتند. در اين پژوهش اطلاعات آماري پارامترهاي کيفي آب زيرزميني شاملTDS , So4 ,Cl , Mg مربوط به ۴۵ حلقه چاه پيزومتري سال ۱۳۸۷ سازمان آب استان گلستان، براي انجام محاسبه‌ها مورد استفاده قرار گرفت. نمونه گيري از چاه‌ها دوبار سال و با استفاده از روش استاندارد ۱۰۵۳ تحقيقات صنعتي ايران صورت گرفته است. اين فاکتورها در واقع متغيرهاي وابسته مدل شبکه عصبي هستند. در مرحله اول، براي تعيين مدل بهينه بافرهاي ۵۰، ۱۰۰ و۲۰۰ متري به دور هر چاه زده شد، که در پايان با توجه به صحت[1] بالاتر مدل در بافر ۱۰۰ متري و اين که در مورد تمامي پارامترهاي کيفيت آب، در اين بافر کارايي مدل بالا و خطاها پايين بوده است و در بافرهاي بزرگتر از آن اين کارايي تفاوت نکرد، مدل با بافر ۱۰۰ متري اجرا شد. پس از آماده سازي نقشه ها در محيط نرم افزار Idrisi Andes، اين داده‌ها جهت اجراي مدل شبکة عصبي به نسخة هشت نرم افزار Statistica

انتقال داده شدند. در گام اول تعداد نودهاي لايه ورودي و لايه خروجي انتخاب شدند. در گام دوم، متغيرهاي مستقل و وابسته به ازاي مقادير هر پارامتر در چاه كه اطلاعات آن ثبت شده است، براي رسيدن به خروجي مطلوب به وسيله تنظيم مقادير ارتباط (وزن‌ها) بين عناصر آن با استفاده از روش نظارت شده (supervised) آموزش داده شدند و با استفاده از داده‌هاي واقعي، خروجي شبكه عصبي مصنوعي به خروجي هدف تعيين شده سوق يافت (شكل ۳).



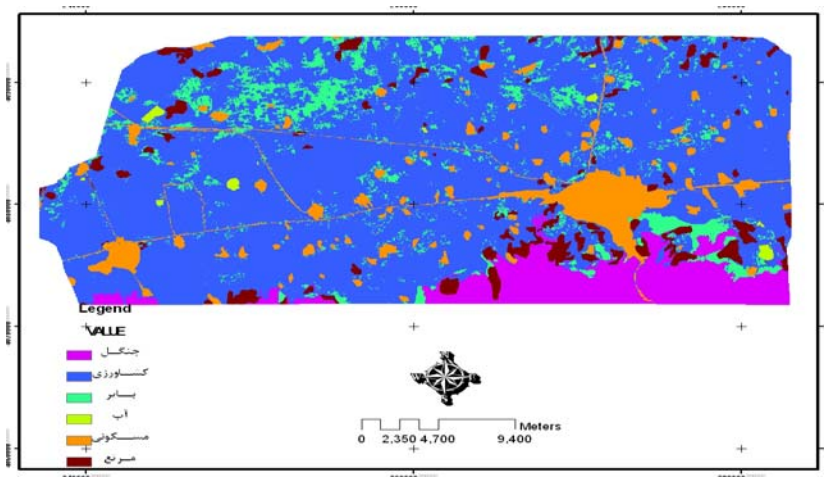
شكل۳- ساختار شبكه عصبي با توجه به لايه هاي ورودي و خروجي تحقيق

براي آموزش ۶۰ درصد داده ها (۲۷ نمونه)، جهت آزمون ۲۰ درصد (۱۳ نمونه) و براي بررسي كارايي مدل نيز ۲۰ درصد داده ها (۱۳ نمونه) انتخاب گرديدند. در گام بعدي، پس از فرآيند آموزش شبكه، مدلي كه بالاترين كارآيي را داشت انتخاب و براي كل منطقه اجرا گرديد. در پايان، نتايج مدل به نرم افزارIdrisi Andes وارد و در اين نرم افزار نقاط پيش بيني شده به صورت مكان‌دار نمايش داده شدند و در آن هر پارامتر كيفي آب تبديل به نقشه‌اي مستقل گرديد كه نشانگر چگونگي پراكنش اين فاكتورها درآب با توجه به كاربري اراضي/ پوشش زمين بود. علاوه بر آن، تحليل حساسيت مدل براي هر يک از متغيرهاي وابسته بر اساس متغيرهاي مستقل ورودي با استفاده از مجموع مربعات خطا انجام گرديد. در شبكه عصبي، مجموع مربعات باقي مانده‌ها يا خطاي پيش بيني مدل هنگامي كه هر يک از متغيرهاي مستقل حذف مي شوند محاسبه مي شود. سپس، نسبت مجموع مربعات باقي مانده‌ها در مدل كامل و مدلي كه متغير از آن حذف شده است، بدست مي آيد. بزرگي اين نسبت نشان دهنده اهميت يا ارتباط آن متغير در مدل شبكه عصبي مورد استفاده دارد. نمودارهاي حساسيت مدل به متغيرهاي ورودي به اين شكل تهيه گرديد و براي نشان دادن بهتر آن ها در عدد ۱۰۰ ضرب گرديدند.

نتايج

نقشه كاربري اراضي حوزه آبخيز قره سو با استفاده از تصاوير ماهواره‌اي IRS (۲۰۰۸) با استفاده از نرم افزارهاي سنجش از دور و روش حداكثر احتمال تهيه گرديد، كه در شكل ۴ ارائه گرديده است. دقت طبقه‌بندي با محاسبه ضريب كاپا ۰/۸۷ است.

ميانگين و انحراف از معيار داده‌هاي مكاني حاصل از بافر ۱۰۰ متري به دور ۴۵ حلقه چاه بر حسب هكتار براي توان خاک در جدول ۱، مقادير آن براي كاربري‌هاي زمين (كشاورزي، مرتع، شهري، جنگل و ساير موارد)، در جدول ۲ و براي طبقه توان ساختار زمين شناسي در جدول ۳ مشخص شده است.



شكل۴- نقشه كاربري اراضي به روش حداكثر احتمال **(IRS 2008)**

جدول ۱- ميانگين و انحراف از معيار طبقه توان خاك حاصل از بافر ۱۰۰ متري به دور ۴۵ حلقه چاه

توان خاک براي كشاورزي	ميانگين	انحراف از معيار
با محدوديت خيلي شديد دائمي	۰.۹	۰.۴۵
با محدوديت شديد	۴.۳۲	۱.۵۳
با محدوديت متوسط	۵.۲۵	۱.۴۱
بدون محدوديت براي كشت	۰.۸۵	۰.۲۵
مطالعه نشده	۰.۱۹	۰.۰۹
نامناسب موقت	۱.۹۹	۱.۱
نامناسب دائمي	۰.۲	۰.۱

جدول ۲- ميانگين و انحراف معيار كاربري هاي زمين حاصل از بافر ۱۰۰ متري به دور ۴۵ حلقه چاه

كاربري اراضي	ميانگين	انحراف از معيار
جنگل	۰.۷۲	۰.۵۹
مرتع	۲.۶	۱.۵۷
كشاورزي	۵.۸۱	۱.۶۸
مسكوني	۳	۰.۹۵
آب	۰.۰۶	۰.۰۲
بایر	۱.۷	۱.۴

جدول ۳- ميانگين و انحراف معيار ساختار زمين شناسي حاصل از بافر ۱۰۰ متري به دور ۴۵ حلقه چاه

سازند زمين شناسي	ميانگين	انحراف از معيار
پادگانه جوان و مخروطه افكنه هاي آبرفتي	۶.۰۶	۱.۷
آبرفتهاي جوان بستر رودخانه	۰.۱۷	۰.۰۸
لس	۲.۱۱	۱.۱۶
رس ماسه اي و سيلت دار	۳.۹۳	۰.۶۸
شيست	۱.۱۳	۰.۹۴
شيل	۰.۱۵	۰.۰۸
سنگ آهک دولوميتي	۰.۲۵	۰.۸۸
بازالت	۰.۲۴	۰.۲۶
ماسه سنگ كوارتزيتي، سنگ آهك آلك دار	۰.۲	۰.۱

ميانگين و انحراف از معيار پارامترهاي كيفيت آب بر حسب ميلي‌گرم بر ليتر و مقايسه آن با استانداردهاي تحقيقات صنعتي ايران و نيز سازمان بهداشت جهاني (WHO) در جدول ۴ ارائه گرديده است.

نقشه‌هاي حاصل از رابطه بين پراكنش پارامترهاي كيفي آب زيرزميني سال ۲۰۰۸ (۱۳۸۷) با كاربري اراضي/ پوشش زمين و نمودارهاي تحليل حساسيت مدل كه ميزان تاثيرگذاري هر يک از متغيرهاي مستقل بر چگونگي پراكنش پارامترهاي شيميايي منابع آب زيرزميني در سال ۱۳۸۷ (۲۰۰۸) را نشان مي دهند در شكل‌هاي ۵ تا ۱۲ ارائه گرديده است. آناليز حساسيت حاكي از اين است كه حساسيت خروجي مدل (متغير وابسته) نسبت به دامنه مقادير وارد شده براي هر ورودي (متغير وابسته) شبكه چقدر است. اعداد اين نمودار در حقيقت مشتق مرتبه اول در هر صد نقطه مشخص براي هر ورودي هستند. براي هر ورودي، مشتق به دست آمده در ارتباط با خروجي در ده موقعيت فضايي برابر با مقادير حداقل و حداكثر مشاهده شده در انتهاي نقاط برآورد مي شود. ديگر متغيرهاي ورودي بر حسب ميانگين‌شان در اين محاسبه‌ها برآورد مي‌شوند. شبكه‌هاي عصبي در حقيقت موقعيت برتر (Super position) چند تابع پردازشي (سيگموئيد، هيپربوليك و نظير آن) مي‌باشند كه يكسري از ضرايب اين توابع مجهول هستند و بايد طوري اين ضريب‌ها را تعيين نمود كه بهترين برازش را نسبت به ورودي و خروجي داشته باشند. موقعيت برتر (Super position) اين چند تابع پردازشي نسبت به پارامترهاي مجهول را حساسيت شبكه به آن متغير مي گويند. شكل هاي ۹، ۱۰، ۱۱ و ۱۲ اين نمودارهاي آناليز حساسيت را نشان مي دهند.

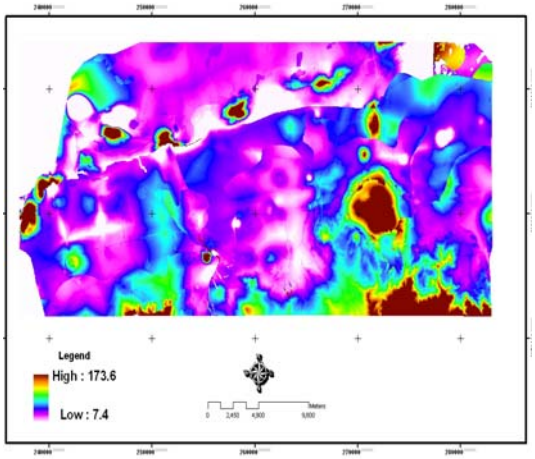
نتايج نشان مي‌دهد كه ساختار زمين شناسي، خاك شناسي و فاصله از مناطق مسكوني منطقه در مدل سازي پراكنش منيزيم تاثير بسزايي داشته است.

نتايج حاكي از بالا بودن نقش سطح آب زيرزميني در مدل‌سازي پراكنش كلر است. بالا بودن سطح آب در شمال غرب و پسروي و پيشروي درياچه خزر در ساليان دور سبب ته نشين شدن رسوبات دريايي در سطح دشت و براي نمونه در محدوده شمالي گشته است. مطالعه نتايج مدل شبكه عصبي نشان مي دهد كه سطح زير كشت باغات و فاصله از مناطق مسكوني نيز در چگونگي پراكنش اين عنصر نقش داشته است. نتايج نشان دهنده نقش خاك، فاصله از جاده و مناطق مسكوني در مدل سازي پراكنش سولفات است. نقشه رابطه بين چگونگي

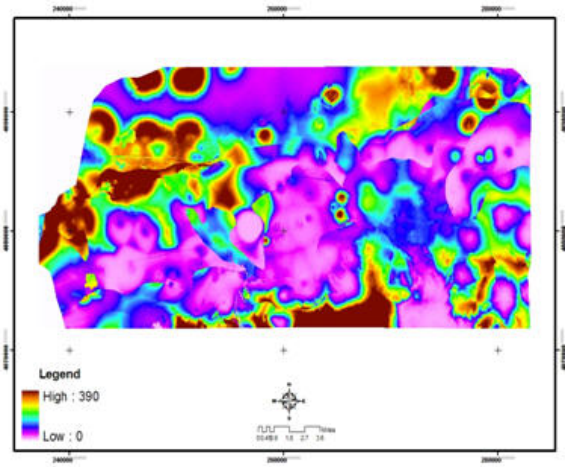
پراكنش اين پارامتر با كاربري اراضي/ پوشش زمين حاكي از بالا بودن غلظت آن در حوالي شهر گرگان و كردكوي است. ميزان TDS (كل جامدات محلول آب)، در برخي مناطق در آستانه رسيدن به شرايط نامطلوب قرار دارد. خاك منطقه، فاصله از رودخانه و سطح آب زيرزميني نيز از پارامترهاي تاثيرگذار بوده است.

جدول ۴- ميانگين و انحراف از معيار و مقايسه با استدارهاي ملي و جهاني پارامترهاي كيفي آب

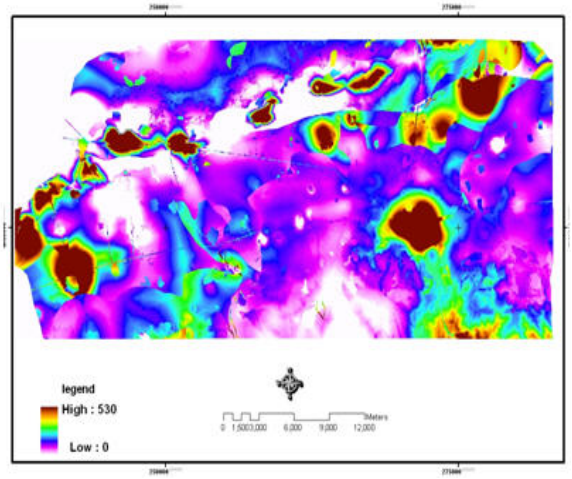
پارامترهاي كيفي آب	بيشترين مقدار	كمترين مقدار	ميانگين	انحراف از معيار	سازمان بهداشت جهاني	تحقيقات صنعتي ايران
منيزيم	۱۷۳	۷.۴	۳۹.۷	۲۰.۵	۳۰۰	۱۵۰
كلريد	۳۹۰	۱	۳۴.۸	۳۵.۹	۲۵۰	۴۰۰
سولفات	۵۳۰	۳	۵۶.۲	۵۷.۳	۲۵۰	۴۰۰
ذرات جامد معلق	۱۶۰۰	۲۷۵	۳۳۰.۸	۲۷۲.۴	۶۰۰	۱۵۰۰



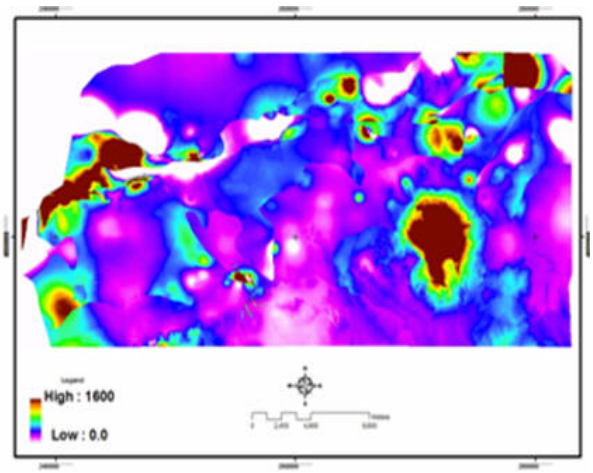
شكل۵- نقشه حاصل از رابطه پراكنش منيزيم (**mg/l**) با كاربري اراضي /پوشش زمين



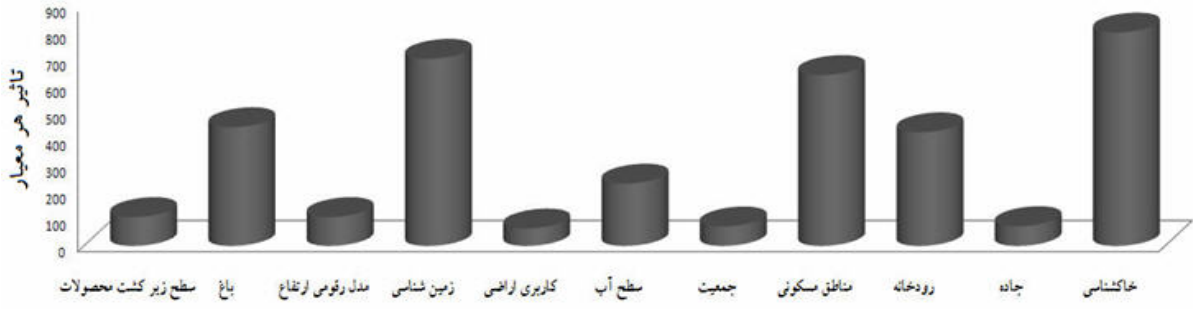
شكل۶- نقشه حاصل از رابطه پراكنش كلر (**mg/l**) با كاربري اراضي /پوشش زمين



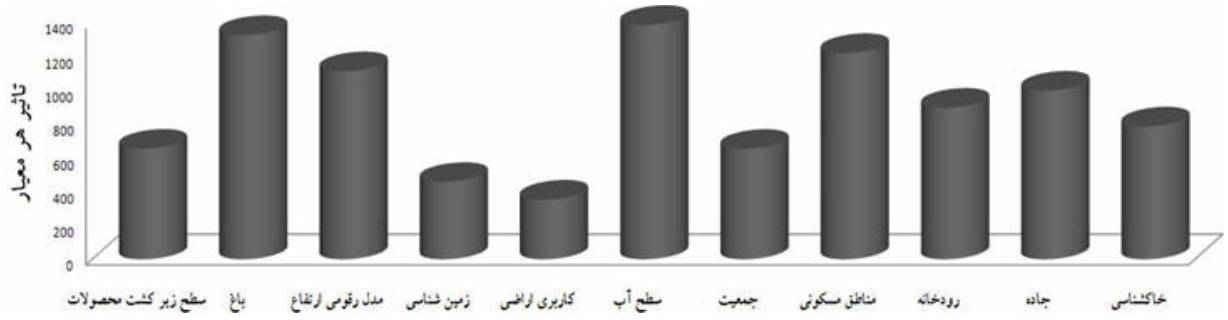
شکل۷- نقشه حاصل از رابطه پراکنش سولفات (**mg/l**) با کاربري اراضي /پوشش زمین



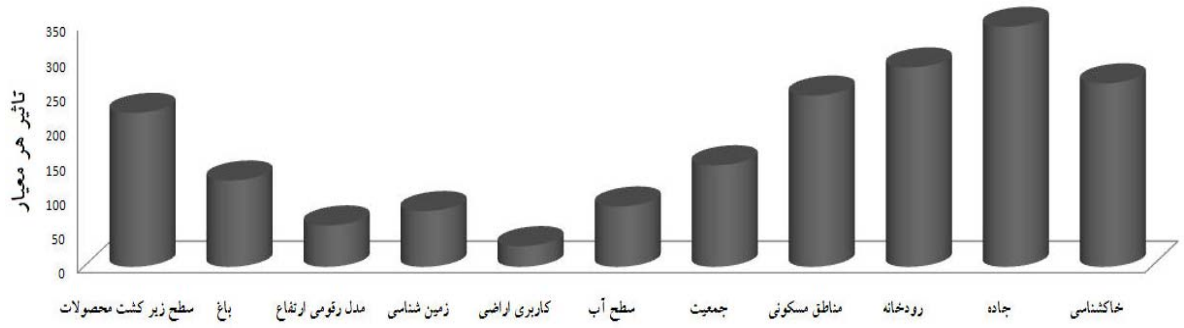
شکل۸- نقشه حاصل از رابطه پراکنش **TDS**(**mg/l**) با کاربري اراضي /پوشش زمین



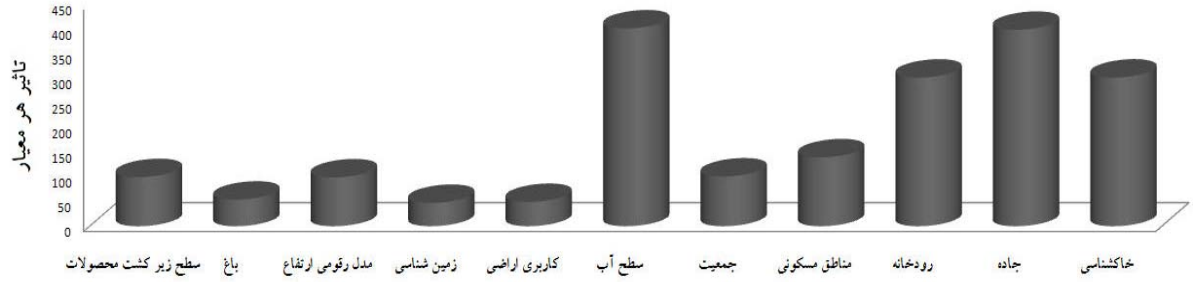
شکل ۹- نمودار تحلیل حساسیت مدل شبکه عصبي براي منیزیم سال ۱۳۸۷(۲۰۰۸)



شكل ١٠- نمودار تحليل حساسيت مدل شبكه عصبي براي كلر سال ١٣٨٧(٢٠٠٨)

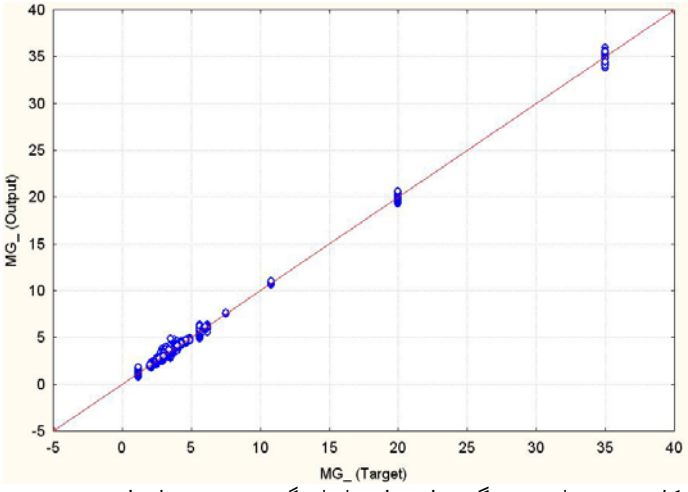


شكل ١١- نمودار تحليل حساسيت مدل شبكه عصبي براي سولفات سال ١٣٨٧(٢٠٠٨)

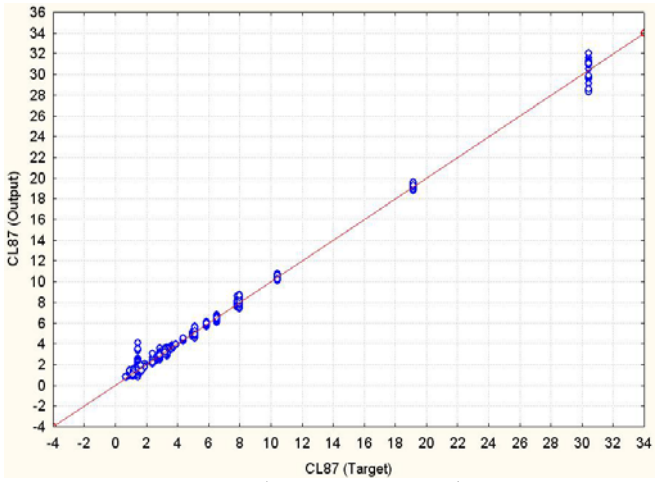


شكل ١٢- نمودار تحليل حساسيت مدل شبكه عصبي براي **TDS** سال ١٣٨٧(٢٠٠٨)

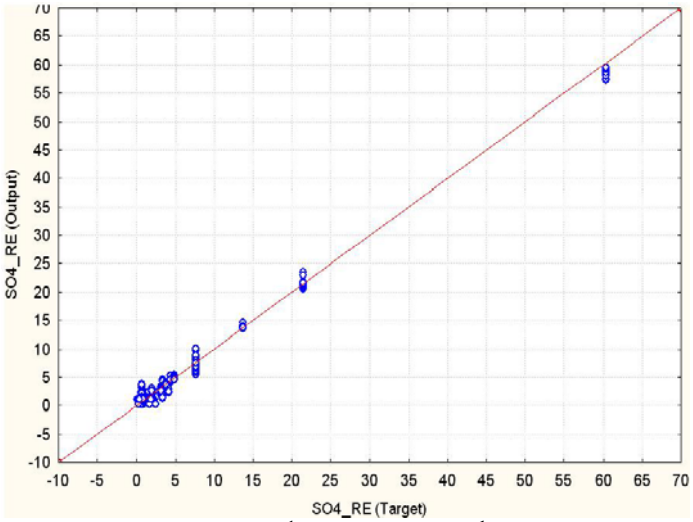
پراكنش نگارها (Scatter Plot) در خصوص مقادير مدل سازي شده و مقادير اندازه گيري شده از پارامترهاي كيفيت آب زيرزميني (Mg، Cl، So4 و TDS) در شكل هاي ۱۳ تا ۱۶ ارائه گرديده است. ميزان R^2 براي منيزيم و سولفات ۰/۹۹و براي كلر و TDS ۰/۹۸ است، كه نشان دهنده كارايي بالاي مدل شبكه عصبي مصنوعي براي هر يك از پارامترهاي مورد مطالعه آب زيرزميني است.



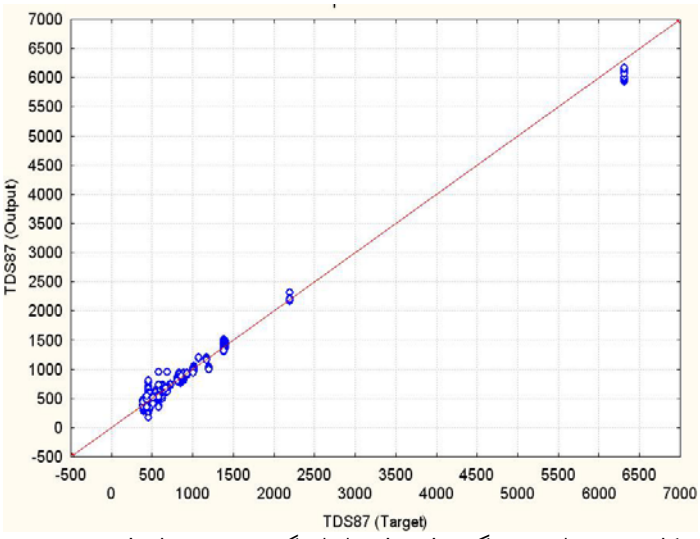
شكل ۱۳- نمودار همبستگي ميان مقادير اندازه گيري شده و مدل‌سازي شده منيزيم



شكل ۱۴- نمودار همبستگي ميان مقادير اندازه گيري شده و مدل‌سازي شده كلر



شكل ۱۵- نمودار همبستگي ميان مقادير اندازه گيري شده و مدل‌سازي شده سولفا



شكل ۱۶- نمودار همبستگي ميان مقادير اندازه گيري شده و مدل‌سازي شده TDS

بحث

دخالت‌هاي انساني در سطح زمين و كاربري‌هـاي اراضـي منجر به بروز تغييرهاي فيزيكي، شـيميايي و زيـستي در منابع آبي مي‌گردد. ايـن تغييـرات عمومـا منفـي بـوده و بهره‌برداري از منابع آبـي را بـه شـدت محـدود مـي‌كنـد (He *et al.*, 2008). ميزان منيـزيم كـه نقـش زيـادي در سختي آب دارد، با تاثيراتي كه بر سيـستم گوارشـي مـي گذارد، بسيار مهم است. بررسـي تغييـرات منيـزيم نـشان دهنده اين مسئله است كه زمين شناسي و خاک شناسي و مناطق مـسكوني منطقـه تـاثير عمـده اي در چگـونگي پراكنش اين فاكتور داشـته انـد كـه مطالعـه نمودارهـاي تحليل حساسيت مدل شبكه عصبي نيز موید این مطلـب است. مقـدار منيـزيم در روسـتاهاي مامـايي، تيمورآبـاد، تورنگ تپـه، توسكـستان، كفـشگيري و اوجـابن از مقـدار مجاز بيشتر بوده است. احتمال مـي‌رود كـه افـزايش ايـن كاتيون در برخي از مناطق در ارتبـاط بـا معـادن و مـواد معدني حاصل از آن باشد. البته در مورد روستاي مامـايي، نقش فاضلاب هاي صنعتي و خانگي ناشي از شهر گرگـان محتمل‌تر به نظر مي رسد. اكثر آب‌هاي زيرزميني شـامل مقادير نسبتا كم Mg مي باشد، به اسـتثناي مـوقعي كـه

این منابع در حال تماس با دولومیت هستند (مقادیر Ca و Mg تقریبا برابر)، یا با سنگ هاي تبخیري غني از Mg تماس حاصل مي نمايند که سبب مي شود Mg کاتیون غالب در آب‌هاي زیرزميني باشد (Chang، 2008 & Boeder). دولوميت داراي فرمول CaMg(Co3)2 است. بلورهاي آن بصورت رمبوئدرال یا لوزي شکل است. اختلاف نظر فراواني بر سر نحوه تشکیل لایه هاي دولوميتي وجود دارد. دولومیت‌هاي دوره حاضر در سطح زمین تشکیل نمي شود، ولي در سنگ‌هاي قديمي يافت مي‌شود. به نظر مي‌رسد که دولومیت ها از معدود سنگهاي رسوبي هستند که تغییرات مینرالوژیکي مهمي را تحمل کرده‌اند. دولومیت‌ها در اصل به صورت سنگ آهک‌هاي غني از کلسیت و یا آراگونیت نهشته مي شوند، اما طي فرایندي که دیاژنز نامیده مي شود، کلسیت یا آراگونیت به دولومیت تغییر مي یابند. آب‌هاي زیر زميني غني از منیزیم که به میزان کافي شوري داشته و احتمالاً گرم و نزدیک دریا هستند، مي‌توانند منابع مهم سازندهاي دولوميتي باشند. سنگ‌هاي کربناته در مناطقي که آب داراي گرماي مناسب و فاقد ذرات ریز تخریبي است، تشکیل مي‌شوند. در يك محیط مساعد اولین گروه شکل گرفته کربنات‌ها هستند و ابتدا آراگونیت تشکیل مي شود، لذا غلظت کلسیم پائین آمده و منیزیم بالا مي‌رود و شرایط براي تشکیل کلسیت پر منیزیم فراهم مي‌شود. سپس، در انتهاي کربناتها، کلسیت کم منیزیم و دولومیت ایجاد مي شود. دولومیت یکي از سنگ هاي کربناتي است که از رسوبات عادي دریایي به شمار مي‌آید. پس دلیل نقش زیاد زمین شناسي و خاکشناسي در منیزیم تا حد زیادي به این شکل قابل توضیح داده مي‌شود. مطالعه نتایج مدل شبکه عصبي نشان مي‌دهد که سطح زیر کشت باغات نیز در چگونگي پراکنش این عنصر نقش داشته است.

میزان کلر در حوالي مناطق مسکوني و پر جمعیت بالا است. این امر به دلیل ورود فاضلاب‌هاي شهري، فاضلاب اماکن عمومي مانند بیمارستان‌ها و فاضلاب کارگاه‌هاي صنعتي اطراف، رهاسازي زباله‌هاي شهري در حاشیه رودخانه، استفاده از کلراید در تصفیه فاضلاب‌هاي شهري و متعاقب آن رها سازي در آب رودخانه و کاربرد مواد ضدعفوني کننده حاوي کلراید در مرغداري‌ها و گاوداري-هاي حاشیه رودخانه است.

این مورد با پژوهش‌هاي Clinton (2005)، Rose (2002) و Vose & Carlson & Chang(2005) در مورد بررسي اثرات شهرنشیني بر منابع ورود کلراید به منابع آبي مطابقت دارد. استفاده روز افزون از کودهاي حاوي کلراید مانند کلراید پتاسیم توسط کشاورزان منطقه، منجر به افزایش میزان کلراید موجود در منابع آبي شده است. دلیل دیگر استفاده از حشره کش‌ها و آفت کش‌هاي کلردار است. نقش سطح زیرکشت محصول‌ها در پراکنش کلر نشان دهنده اثر مصرف کودها و سموم کشاورزي در چگونگي پراکنش کلر است. سطح ایستابي آب زیرزميني نیز از دیگر عوامل تاثیرگذار بوده است. رودخانه هاي موجود با توجه به جهت جریان، پل ارتباطي بین سطح دشت و سفره هاي زیرین بوده‌اند و تا حد زیادي سفره هاي زیرین را از ساختارهاي سطح زمین متاثر ساخته اند (Xu *et al.*, 2008). افزایش مقدار کلر نیز در حوالي روستاي مامایي، علاوه بر شرایط ساختاري و مرفولوژیک منطقه مورد نظر مي‌تواند با حمل فاضلاب مناطق بالادست توسط رودخانه تول چشمه نیز مرتبط باشد. بررسي نقشه رابطه بین چگونگي پراکنش سولفات با کاربري اراضي/ پوشش زمین نشان دهنده این است که میزان این پارامتر نیز در حوالي مناطق مسکوني و پر جمعیت بالا است. نقش ساختار زمین شناسي و خاک شناسي نیز بر چگونگي پراکنش سولفات همانند سایر پارامترهاي کیفیت آب که بدان اشاره شده است، قابل ملاحظه است. با توجه به نقش سطح آب زیرزميني در چگونگي پراکنش سولفات مي توان میزان بالاي این پارامتر را در نواحي شمالي به بالا بودن سطح آب نسبت داد. با توجه به نتایج تحلیل حساسیت مدل، شبکه سطح زیر کشت محصول‌هاي کشاورزي از عوامل موثر بر کیفیت آب و پراکنش یون سولفات بوده است. این نتایج با تحقیقات انجام شده توسط (Finer *et al.*, 2004) و

Rozemeijer & Broers (2007) مبني بر افـزايش ميـزان سولفات در زمين‌هاي زراعي مطابقـت دارد. ميـزان TDS (کـل جامـدات محلـول آب)، بـا وجـود داشـتن شـرايط استاندارد و قابل قبول در مناطق نمونه بـرداري شـده، در بعضي از مناطق در آستانه رسـيدن بـه شـرايط نـامطلوب قرار دارند. ميزان بالاي اين فاکتور در حوالي شهر گرگـان احتمالا با عواملي از جمله نفـوذ فاضـلاب هـاي خـانگي و صنعتي شهر گرگان و همچنـين ضـايعات و پـسماندهاي کشاورزي مرتبط است. در پايان، بررسي انجام شده نشان داد ساختار زمين شناسي، فعاليت‌هاي کـشاورزي، خـاک شناسي منطقـه، سـطح ايـستابي آب زيرزمينـي، توسـعه شهري، تـراکم جمعيـت و فاصـله از رودخانـه بـه عنـوان مهمترين منابع تاثير گذار بر کيفيت آب زيرزميني حـوزه آبخيز قره سو هستند.

در اين پژوهش، به شکل موفقيت آميزي ميان متغيرهاي کيفي آب زيرزميني (وابسته) و متغيرهـاي سـطح زمـين شامل کاربري و پوشش سرزمين (مستقل) ارتبـاط برقـرار شـده اسـت. ايـن رابطـه از طريـق شـبکه هـاي عـصبي مصنوعي بدست آمده است و شبکه هاي عصبي با قابليت حساسيت کم به پراکنش غيرنرمال داده ها و ساير شروط روش هـاي آمـاري معمـول توانـسته‌انـد روابـط ميـان متغيرهاي مستقل و وابسته را آشکار کنند. با ايـن حـال، بايد توجه داشت که در همه مـوارد ايـن روابـط نـشان از شرايط علت و معلولي ندارند و متغيرهاي مستقل بـه‌کـار رفته شـايد در حکـم متغيرهـاي جـايگزين (Surrogate) بوده باشند که خود با چند مرحله بـه متغيرهـاي واقعـي علي تغييرات برسند. همچنين، توضيح کامل‌تر دليل تاثير متغيرهاي مستقل بر متغيرهاي وابـسته نيـاز بـه بررسـي همه جانبه و عميق تر زمين شناسي، خاکشناسي و سـاير مولفه‌هاي مهم شناخته شـده دارد کـه از چـارچوب ايـن پژوهش خارج بوده است و مي‌توان به عنوان پژوهش‌هـاي تکميلي مطرح شود. استفاده از نمودارهاي پايپر و بررسي هاي خاص زمين شناختي نمونـه اي از ايـن پـژوهش‌هـا هستند.

References

- Abssalon D., Magdalena, M., 2006. Change in Water Quality and run off in the upper Order River, Geomor-02318, 13 pp.
- Babiker I.S., Mohamed A.A., Hiyama T., 2006. Assessing groundwater quality using GIS. Water Resour Manage (2006) 21,699–715
- Broers H.P., Rozemeijer J.C., 2007. The Ground Water Nutrients on Surface Water Contamination in a Region with Agriculture Land use (Noord-Brabant, the Nederland), Enviromental Pollution 148, 695-706.
- Chang H., Boeder T.N., 2008. Water quality during winter storm events in Spring Creek, Pennsylvania USA. Hydrobiologica, 544, 321-332
- Chang H., Carlson T.N., 2005. Water Quality During Winter Storm Events in Spring Creek, Pennsylvania USA. Hydrobiologia, 544, 321-332.
- Clinton B.D., Vose J.M., 2005. Variation in Stream Quality in An Urban Headwater Stream in the Southern Appalachins.
- Dams J., Woldeamlak T.S., Batelaan o., 2008. Forecasting land-use change and its impact on the groundwater systemof the Kleine Nete catchment, Belgium.
- Finer L., Kortelainen P., Mattsson T., Ahtiainen M., Kubin E., Sallantaus T., 2004. Sulphate and Base Cation Consentrations and Export in Streams from Unmanaged Forested Catchments in Finland. Forest Ecology and Management. 195(1-2), 115-128.
- He H., Zhou J., Wu Y., Zhang W., Xie X., 2008. Modelling the Response of Surface Water Quality to the Urbanization in Xian, China. Journal of Environmental Management 86, 731-749.
-Johnson T.D., Belitz K.,2009. Assigning landuse to supply wells for the statistical characterization of regional groundwater quality: Correlating urban land use and VOC occurrence. Journal Of Hydrology 370(2009) 100-108
- Kiya M., 2010. Artificial Neural Network with use of Matlab. Kiyan rayane Publication, 232 pp.

- Kulabako N.R., Nalubega M., Thunvik R., 2007. Study of the Impact of Land use and Hydrological Setting on the Shallow Groundwater Quality in a Peri-Urban Area of Kampala, Uganda. Science of the Total Environment. 381, 180-199.
- Mahiny A., Kamyab H., 2010. Applied Remote Sensing and GIS with Idrisi. Mehr mahdis Publishers, 582 pp.
- Menhaj M., 2007. Artificial Neural Network. Amirkabir university of Technology Publishers.
- Moukana J.A., Koike K., 2007. Geostatistical model for correlating declining groundwater levels with changes in land cover detected from analyses of satellite images. Computers & Geosciences 34 (2008) 1527–1540
- Najafi M., 1998. Computer processing of remote sensing images. University of Tehran Press, 250 pp
- Nas B., Berktay A., 2008. Groundwater quality mapping in urban groundwater using GIS. Environ Monit Assess, 79, 30–37
- Pijanowski B.C., Brown D.G., Shellito B.A., Manik G.A. 2002. Using neural networks and GIS to forecast land use changes: a Land Transformation Model. Computers, Environment and Urban Systems 26 (2002) 553–575
- Richards J.A., and Jia X., 2005. Remote Sensing Digital Image Analysis. Springer Publication, 454 pp.
- Rose, S., 2002. Comparative major ion geochemistry of Piedmont streams in the Atlanta, Georgia region: possible effects of urbanization. Environmental Geology 42(1), 102–113
- Sahoo G.B., Ray C.,Wade H.F., 2004. Pesticide prediction in ground water in North Carolina domestic wells using artificial neural networks. Ecological Modelling 183 (2004) 29–46
- Schiedek T., Beier M., Ebhardt .G., 2008. Monitoring urban impact on groundwater quality statistical analyses in Darmstadt, Germany. Geophysical Research Abstracts, Vol. 10, EGU2008-A-12070, 2008
- Thomas A., Tellam J., 2005. Modelling of recharge and pollutant fluxes to urban groundwaters. Science of the Total Environment 360 (2006) 158– 179.
- Withers P.J.A., Lord E.I., 2002. Agricultural Nutrient Inputs to Rivers and Groundwaters in the UK: Policy, Environmental Management and Research Needs. The Science of the Total Environment, 282-283
- Xu H., Hou Z., An Z., Liu X., Dong J., 2008. Major Ion Chemistry of Waters in Lake Qinghai Catchments, NE Qinghai-Tinet Plateau, China. Quaternary International.

Quantification of Underground Water Quality Parameters Using Land Use/Cover (Ghareh-Su Watershed, Golestan Province)

B.Raheli namin*[1], A. Salman Mahiny[2]and H. R. Moradi[3]
[1] MSc, Department of Environmental Science, College of Natural Resources & Marine Science, Tarbiat Modarres University, Noor, Mazandaran, I.R. Iran
[2] Associate Professor, Department of Environmental Science, College of Natural Resources, Gorgan University, Gorgan, I.R. Iran
[3]Associate Professor, Department of Watershed Management Engineering, College of Natural Resources and Marine Sciences, Tarbiat Modarres University, Noor, Mazandaran, I.R. Iran
(Received: 19/02/2011 , Accepted: 29/01/2012)

Abstract
The aim of this study is to investigate underground water quality parameters in Gorganrud River basin and their connection with aboveground conditions using GIS and Artificial Neural Networks. In order to prepare a land use map of the area, LISS III image of IRS satellite of the year 2008 was used in a maximum likelihood classification. The results revealed that there was a significant correlation between the concentration of pollutants in groundwater resources and land use/ cover types. The results indicated that general condition of the water-quality factors is acceptable; however, some factors such as TDS are reaching thresholds (1600 mg/l). Soil and geological structures, agricultural activities, groundwater level, urban development, population density and distance from rivers have a large impact on the quality of underground water supplies in the region.

Keywords: Groundwater, Geographical information system, Ghareh-Su, Landuse/landcover, Artificial neural network

*Corresponding author: Tel: +989144543023 Fax: +981746722460 E-mail: Raheli_behnaz@yahoo.com