جغرافیا (فصلنامه علمی ـ پژوهشی و بین‌المللی انجمن جغرافیای ایران)
دوره جدید، سال پانزدهم، شماره ۵۵، زمستان ۱۳۹۶

تغییرات مکانی ترکیبات نفتی سبک (LNAPL) در آبخوان گسترهٔ شهر صنعتی ری (جنوب تهران)

حمیدرضا ناصری[۱]، سارا سعیدی[۲]، کمال خدایی[۳] و یاسر نیک‌پیمان[۴]

تاریخ وصول: ۱۳۹۶/۴/۱۲، تاریخ تایید: ۱۳۹۶/۷/۱

چکیده

در گستره شهر صنعتی ری واقع در جنوب‌تهران، فعالیت‌های نفتی زمینه‌ساز آلودگی آبخوان شده است، به‌نحوی‌که ضخامت ترکیبات نفتی سبک (LNAPL) بر سطح آب زیرزمینی در برخی بخش‌ها به بیش از ۲۰ متر می‌رسد. در این راستا، تعیین تغییرات مکانی ضخامت، چگالی و ویسکوزیته LNAPL برای شناخت لازم از کیفیت مواد نفتی موجود در آبخوان بسیار ضروری است. طبق نتایج اندازه‌گیری در ۱۰ حلقه از چاه‌های گستره مورد مطالعه، مقدار ضخامت LNAPL در آبخوان مورد مطالعه بین ۲/۷۳ تا ۱۴/۳۰۵ متر، مقدار چگالی نسبی LNAPL بین ۰/۷۸ تا ۰/۸۳ و مقدار ویسکوزیته بین ۰/۶۰ تا ۱/۹۱ سانتی‌استوکس متغیر است. بیشترین مقدار ضخامت LNAPL در بخش شرقی و شمال‌شرقی گستره مورد مطالعه است.

کلیدواژگان: ضخامت ترکیبات نفتی سبک (LNAPL)، چگالی نسبی LNAPL، ویسکوزیته LNAPL، شهر صنعتی ری.

Archive of SID

۱. استاد گروه آموزشی معدنی و آب، دانشکدهٔ علوم زمین، دانشگاه شهید بهشتی.
۲. دانش‌آموختهٔ کارشناسی ارشد زمین‌شناسی- آب‌شناسی، دانشکدهٔ علوم زمین، دانشگاه شهید بهشتی (نویسندهٔ مسئول).
۳. استادیار پژوهشکده علوم پایه کاربردی جهاد دانشگاهی شهید بهشتی.
۴. استادیار گروه آموزشی معدنی و آب، دانشکدهٔ علوم زمین، دانشگاه شهید بهشتی.

www.SID.ir

مقدمه و طرح مساله

در گسترهٔ مورد مطالعه، شهر صنعتی ری- جنوب تهران، فعالیت‌های نفتی باعث آلودگی آبخوان شده، به‌طوری‌که ضخامت نفت آزاد (LNAPL) بر روی سطح آب زیرزمینی در برخی بخش‌ها به بیش از ۲۰ متر رسیده است. با توجه به اینکه LNAPL، به‌عنوان منبع انتشار آلودگی در آب زیرزمینی هم در منطقه اشباع و هم در منطقه غیراشباع عمل می‌کند، همچنین با توجه به خطرناک‌بودن آلودگی نفتی برای محیط‌زیست و ایجاد بیماری‌های مختلف، همچون سرطان و بیماری‌های ریوی و پوستی، پاک‌سازی آن از آبخوان ضرورت می‌یابد. در این راستا، تعیین ضخامت، چگالی و ویسکوزیته LNAPL برای شناخت لازم از کیفیت مواد نفتی موجود در آبخوان بسیار ضروری است.

در ارتباط با طرح مساله در این تحقیق، پرسش‌های زیر به‌عنوان مبنای پیش‌فرضهای مطالعه مورد پیگیری بوده است:

الف. تغییرات مکانی ضخامت LNAPL در گسترهٔ مورد مطالعه از آبخوان دشت ری چقدر است؟

ب. میزان چگالی و ویسکوزیته LNAPL در محدودهٔ مورد مطالعه از آبخوان دشت ری چقدر است؟

بدین ترتیب، بر مبنای این پرسش‌ها، پیش‌فرض زیر مدنظر قرار داشته است: با توجه به جنس و دانه‌بندی آبرفت که عمدتاً شامل سیلت و رس است، ضخامت LNAPL کم و مقدار چگالی و ویسکوزیته LNAPL زیاد است.

هدف اصلی این مقاله اندازه‌گیری ضخامت، چگالی و ویسکوزیته LNAPL در آبخوان گسترهٔ مورد مطالعه است. با این وجود، هدفی فرعی که می‌توان برای این مطالعه در نظر گرفت، بهره‌گیری از یافته‌ها و نتایج آن در مدل‌سازی و مطالعات مرتبط با آن است.

واقعیت این است که در زمینهٔ اندازه‌گیری ضخامت، چگالی و ویسکوزیته LNAPL آبخوان تاکنون مطالعات قابل‌توجهی در ایران به‌انجام نرسیده است. از مطالعاتی که در گسترهٔ مورد پژوهش انجام شده است، می‌توان از مطالعات (منتشرنشدهٔ) کارشناسان داخلی و کمیتهٔ راهبری پالایشگاه تهران دربارهٔ آلودگی نفتی پالایشگاه تهران و پیرامون آن یاد کرد. شاید بررسی منابع آب و خاک منطقه توسط شرکت ژاپنی ایدیمیتسو (Idemitsu, 2004) را که طی دو فاز مجزا در گستره پالایشگاه صورت پذیرفته است، بتوان از جامع‌ترین این نوع مطالعات بشمار آورد. البته مطالعهٔ آلودگی منابع آب و خاک منطقه توسط شرکت FTS (2006) ادامه یافته است. اهداف این مطالعات از جمله تعیین منابع عمدهٔ آلودگی نفتی گسترهٔ صنعتی ری، برآورد حجم مواد نفتی موجود در زیر زمین، بررسی امکان استخراج، کنترل مواد آلاینده و جلوگیری از گسترش آلودگی به مناطق پایین‌دست بوده است. افزون بر اینها، ناصری و همکاران (۱۳۸۷) در پژوهش خود با استفاده از مطالعات ژئوفیزیک و هیدروژئوشیمی، به این نتیجه رسیده‌اند که احتمالاً بیش از ۶۰ درصد از منابع آب‌زیرزمینی موجود در آبخوان گستره صنعتی ری از لحاظ کیفی برای شرب قابل بهره‌برداری نبوده، نیازمند تصفیه است.

نیول و همکاران (Newell et al., 1995) معتقدند که قابلیت انتقال آبخوان حاوی سیال LNAPL تحت‌تأثیر چگالی، ویسکوزیته، نیروهای کششی بین سطحی، قابلیت ترشدگی و فشار مویینه است. آنان با استفاده از یک مدل مفهومی انتقال LNAPL را بررسی کردند. در مقابل، لاندی و زیمرمن (Lundy and Zimmerman, 1996) از ابزارهای کمی برای ارزیابی تحرک LNAPL و قابلیت برگشت‌پذیری آن استفاده کرده‌اند. با استفاده از داده‌های ضخامت LNAPL و تعیین هدایت هیدرولیکی، پارامترهای Van Genuchten (1980) برای ماتریکس خاک، چگالی، چسبندگی و

Archive of SID

www.SID.ir

تنش‌های بین مولکولی برای سیال توسط معادلات موجود، اشباع شدگی LNAPL، نفوذپذیری نسبی، قابلیت انتقال اولیه LNAPL و ضریب ذخیره را محاسبه کردند. پیرسون (Pearson, 2012) قابلیت انتقال آبخوان حاوی سیال LNAPL در تشکیلات دانه‌ریز منطقه‌ای در آمریکا را بررسی و توزیع و درجه اشباع‌شدگی LNAPL را در مواد دانه‌ریز تعیین کرده است. کرکمن و همکاران (Kirkman et al., 2013) نشان داده‌اند که چگونه می‌توان از رفتار LNAPL برای شناسایی شرایط هیدروژئولوژیک LNAPL در مکان مورد نظر استفاده کرد. قابل توجه است که وقاص (Waqas, 2014) مدل آزمایش Baildown سه‌فازی (آب، هوا و نفت) را با استفاده از نرم‌افزار DUMUX (DUMAX numerical simulator) شبیه‌سازی کرده است.

در این پژوهش، از مواد و ابزار زیر بهره‌گیری شده است:

۱. نقشهٔ موقعیت جغرافیایی چاه‌های انتخابی جهت نمونه‌برداری در آبخوان گستره مورد مطالعه؛

۲. داده‌های حاصل از اندازه‌گیری عمق سطح آب‌زیرزمینی (متر)، عمق سطح نفت (متر)؛

بدینسان، مراحل انجام این پژوهش به شرح ذیل بوده است:

مقدار ضخامت LNAPL در اسفند ۱۳۹۵ در ۱۰ حلقه چاه اندازه‌گیری شد. سپس، نمونه‌برداری از چاه‌های انتخابی جهت تعیین چگالی و ویسکوزیته LNAPL به آزمایشگاه پالایشگاه تهران و پژوهشکده علوم پایه کاربردی جهاد دانشگاهی شهیدبهشتی در گستره مورد مطالعه ارسال شد. سپس نقشه مبتنی بر داده‌ها ترسیم و در نهایت، نتیجه‌گیری از یافته‌های پژوهش انجام شد.

ویژگی‌های محدوده مورد مطالعه

گستره مورد مطالعه، واقع بین ۳۵ درجه و ۵۲ دقیقه تا ۳۵ درجه و ۵۵ عرض‌شمالی و ۵۱ درجه و ۳۸ دقیقه تا ۵۱ درجه و ۴۷ دقیقه طول‌شرقی، شامل بخشی از آبخوان اصلی دشت تهران (بخش جنوبی دشت تهران) و شهرستان ری است (شکل ۱). شهرستان ری از شمال و شرق به شهرستان تهران و از جنوب به شهرستان ساوه محدود می‌شود. مرکز این شهرستان، شهرری است که در فاصلهٔ ۶ کیلومتری جنوب‌شرق تهران قرار گرفته و دسترسی به آن از طریق اتوبان تهران– قم یا اتوبان بهشت‌زهرا امکان‌پذیر است (مؤسسه کارتوگرافی و جغرافیایی گیتاشناسی، ۱۳۷۵).

زمین‌های شهرری از آبرفت‌های سیلابی دامنهٔ جنوبی رشته‌کوه البرز (در شمال تهران) تشکیل شده است. این منطقه به ۳ بخش مسکونی در انتهای شمالی با مساحتی بالغ بر ۲۰۰۰ هکتار، بخش کشاورزی واقع در بخش جنوبی با مساحتی برابر ۶۳۰۰ هکتار و بخش صنعتی مرکزی با وسعتی حدود ۹۰۰ هکتار تقسیم می‌شود.

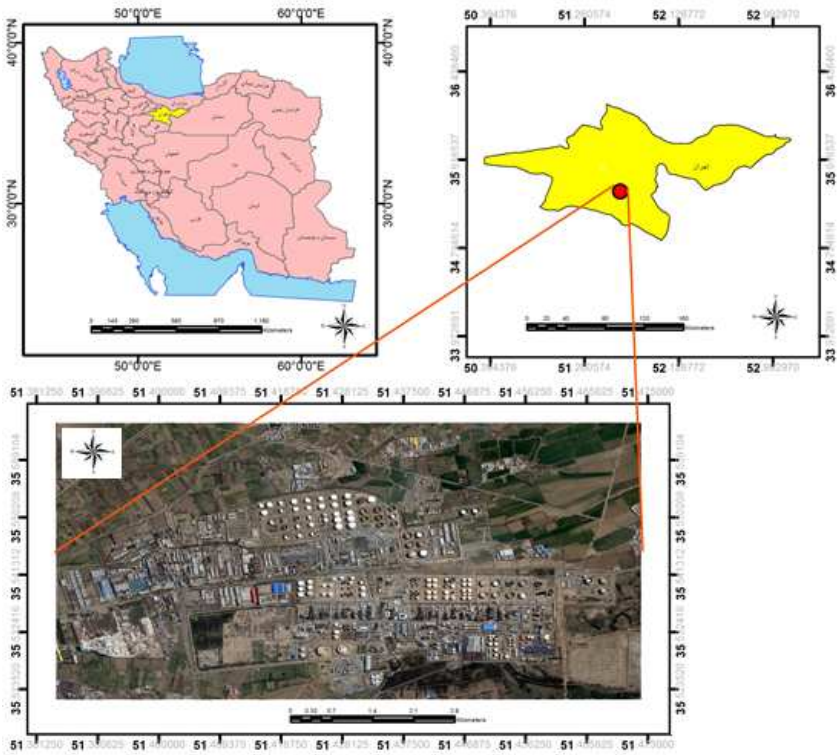
تحلیل یافته‌ها

تعیین ضخامت و نمونه‌برداری از LNAPL

تعیین ضخامت و نمونه‌برداری از چاه‌های منتخب برای شناخت لازم از کیفیت مواد نفتی موجود در آبخوان بسیار ضروری است. موقعیت مکانی چاه‌ها برای تعیین ضخامت و نمونه‌برداری از LNAPL در گستره شهر صنعتی ری (جنوب تهران) در شکل ۲ مشخص شده است.

Archive of SID

www.SID.ir



شکل ۱: موقعیت گسترهٔ مورد مطالعه

نتایج نمونه‌برداری

نتایج مربوط به تعیین چگالی و ویسکوزیته LNAPL در ۱۰ حلقه چاه بر اساس نمونه‌برداری و اندازه‌گیری در آزمایشگاه پالایشگاه تهران و پژوهشکده علوم پایه کاربردی جهاد دانشگاهی شهیدبهشتی در گستره مورد مطالعه مشخص شده است. مقدار چگالی نسبی (LNAPL به آب) بین ۰/۷۸ تا ۰/۸۳ و مقدار ویسکوزیته بین ۰/۶۰ تا ۱/۹۱ سانتی‌استوکس متغیر است (جدول ۱).

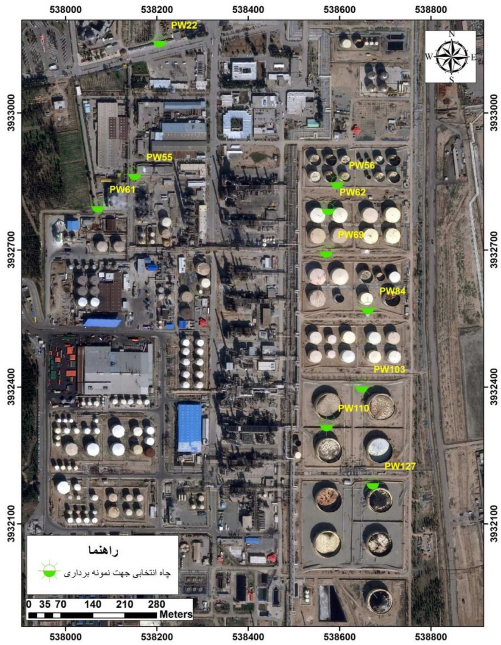
تغییرات مکانی ضخامت، چگالی و ویسکوزیته LNAPL در گستره مورد مطالعه

ضخامت LNAPL براساس اندازه‌گیری عمق سطح آب زیرزمینی و LNAPL در اسفند ۱۳۹۵ در آبخوان گستره مورد مطالعه بین ۲/۷۳ تا ۱۴/۳۰۵ متر متغیر بوده است. بیشترین مقدار ضخامت LNAPL در بخش شرقی و شمال شرقی گستره مورد مطالعه بوده است (شکل ۳).

طبق نتایج اندازه‌گیری در ۱۰ حلقه چاه، مقدار چگالی نسبی (LNAPL به آب) در آبخوان مورد مطالعه بین ۰/۷۸ تا ۰/۸۳ و مقدار ویسکوزیته بین ۰/۶۰ تا ۱/۹۱ سانتی‌استوکس متغیر است (جدول ۱).

Archive

www.SID.ir



شکل۲: چاه‌های منتخب جهت تعیین ضخامت و نمونه‌برداری در گستره شهر صنعتی ری (جنوب تهران)

جدول۱: مقدار ضخامت، چگالی نسبی و ویسکوزیته در چاه‌های انتخابی گستره مورد مطالعه

شماره چاه	ضخامت LNAPL(متر)	چگالی نسبی(LNAPL به آب)	ویسکوزیته(cst)
PW22	۳/۹۱	۰/۷۸	۰/۶۳
PW55	۴/۴۶	۰/۷۸	۰/۶۷
PW56	۱۴/۳۰۵	۰/۷۸	۰/۶
PW61	۲/۷۳	۰/۷۸	۰/۶۳
PW62	۶/۹	۰/۷۸	۰/۷۵
PW69	۶/۳۷	۰/۷۸	۰/۷۸
PW84	۴/۶۲۵	۰/۸۲	۱/۳۱
PW103	۶/۹۹	۰/۸۲	۱/۲۱
PW110	۷/۰۱	۰/۸۱	۱/۲۸
PW127	۵/۲۱۵	۰/۸۳	۱/۹۱

جمع‌بندی و نتیجه‌گیری

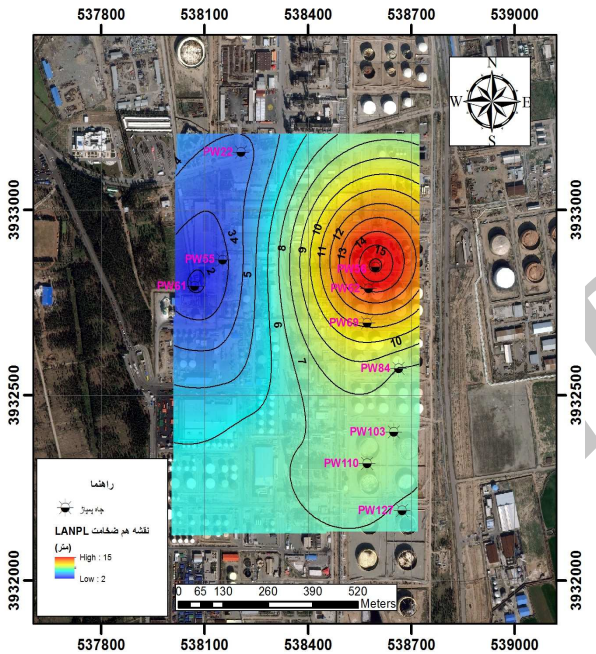
طبق نتایج اندازه‌گیری در ۱۰ حلقه چاه، ضخامت LNAPL در آبخوان گستره مورد مطالعه بین ۲/۷۳ تا ۱۴/۳۰۵ متر متغیر است. مقدار چگالی نسبی (LNAPL به آب) بین ۰/۷۸ تا ۰/۸۳ و مقدار ویسکوزیته بین ۰/۶۰ تا ۱/۹۱ سانتی‌استوکس متغیر است. بیشترین مقدار ضخامت LNAPL در بخش شرقی و شمال‌شرقی گستره مورد مطالعه است.

با توجه به آلودگی آبخوان گستره شهر صنعتی ری (جنوب تهران)، توصیه می‌شود که در این نواحی به‌هیچ‌وجه از آب زیرزمینی مستقیماً برای شرب و حتی برای کشاورزی استفاده نشود. افزون بر این، پیشنهاد می‌شود در گستره مورد

Archive of SID

www.SID.ir

مطالعه چند چاه اکتشافی جهت بررسی لایه‌های آبخوان حفر شود. همچنین، بهتر است برای تعیین پارامترهای هیدرودینامیک LNAPL در گستره مورد مطالعه از آزمایش پمپاژ استفاده شود.



شکل۳: نقشه هم‌ضخامت LNAPL در گستره مورد مطالعه

کتابشناسی

۱. مؤسسه کارتوگرافی و جغرافیایی گیتاشناسی (۱۳۷۵)، گیتاشناسی ایران (کوه‌ها و کوهنامه ایران)، تهران؛

۲. ناصری، ح. ر.، مدبری، س.، فلسفی، ف.(۱۳۸۷)، آلودگی آب‌های زیرزمینی ناشی از آلاینده‌های نفتی در منطقه ری (جنوب تهران). مجله علوم پایه دانشگاه آزاد اسلامی، (JSIAU)، سال۲۱، شماره۸۱، پاییز۹۰.

3. **FTS, (2006), Measures for Soil and Groundwater Pollution in REY Area. Fusione Techno Solutions Co. Ltd, Iran;**
4. **Idemitsu,(2004), Promoted Integrated Production Capabilities at Refineries and Petrochemical Plants, Idemitsu Kosan Co., LTD, Iran;**
5. **Kirkman, A. J. Adamski, M. R., and Hawthorne, J. M., (2013), Identification and Assessment of Confined and Perched LNAPL Conditions. Groundwater Monitoring & Remediation, Vol. 33, No. 1, PP. 75–86;**
6. **Lundy, D.A. and Zimmerman, L.M.,(1996), Assessing the Recoverability of LNAPL Plumes for Recovery System Conceptual Design. In Proceedings of the 10th National Outdoor Action Conference and Expo, Las Vegas, Nevada, PP. 19–33;**
7. **Newell, C. J. Acree, S. D. Ross, R. R. and Huling, S. G., (1995), Ground Water Issue: Light Nonaqueous Phase Liquids. EPA Ground Water Issue, No. 28;**
8. **Pearson, P. E., (2012), Use and Application of ASTM Standard Guide for Estimation of LNAPL Transmissivity (ASTM E2856-11);**
9. **Van Genuchten, M. TH., (1980), A Closed Form Equation for Predicting the Hydraulic Cunductivity of Unsaturated Soils, Vol. 44, PP. 892-898;**
10. **Waqas, A., (2014), Three Phase (Water, Air and NAPL) Modeling of Bail-Down Test, Master Thesis University of Stuttgart.**

Archive of SID

www.SID.ir