آیین‌نامه حق مالکیت مادی و معنوی در مورد نتایج پژوهشهای علمی

دانشگاه تربیت مدرس

مقدمه: با عنایت به سیاست‌های پژوهشی و فناوری دانشگاه در راستای تحقق عدالت و کرامت انسانها که لازمه شکوفایی علمی و فنی است و رعایت حقوق مادی و معنوی دانشگاه و پژوهشگران، لازم است اعضای هیأت علمی، دانشجویان، دانش‌آموختگان و دیگر همکاران طرح، در مورد نتایج پژوهشهای علمی که تحت عناوین پایان‌نامه، رساله و طرحهای تحقیقاتی با هماهنگی دانشگاه انجام شده است، موارد زیر را رعایت نمایند:

ماده ۱- حق نشر و تکثیر پایان نامه/ رساله و درآمدهای حاصل از آنها متعلق به دانشگاه می باشد ولی حقوق معنوی پدید آورندگان محفوظ خواهد بود.

ماده ۲- انتشار مقاله یا مقالات مستخرج از پایان‌نامه/ رساله به صورت چاپ در نشریات علمی و یا ارائه در مجامع علمی باید به نام دانشگاه بوده و با تایید استاد راهنمای اصلی، یکی از اساتید راهنما، مشاور و یا دانشجوی مسئول مکاتبات مقاله باشد. ولی مسئولیت علمی مقاله مستخرج از پایان نامه و رساله به عهده اساتید راهنما و دانشجو می باشد.

تبصره: در مقالاتی که پس از دانش‌آموختگی بصورت ترکیبی از اطلاعات جدید و نتایج حاصل از پایان‌نامه/ رساله نیز منتشر می‌شود نیز باید نام دانشگاه درج شود.

ماده ۳- انتشار کتاب و یا نرم افزار و یا آثار ویژه (اثری هنری مانند فیلم، عکس، نقاشی و نمایشنامه) حاصل از نتایج پایان‌نامه/ رساله و تمامی طرحهای تحقیقاتی کلیه واحدهای دانشگاه اعم از دانشکده ها، مراکز تحقیقاتی، پژوهشکده ها، پارک علم و فناوری و دیگر واحدها باید با مجوز کتبی صادره از معاونت پژوهشی دانشگاه و براساس آئین‌نامه‌های مصوب انجام شود.

ماده ٤- ثبت اختراع و تدوین دانش فنی و یا ارائه یافته ها در جشنواره‌های ملی، منطقه‌ای و بین‌المللی که حاصل نتایج مستخرج از پایان‌نامه/ رساله و تمامی طرح‌های تحقیقاتی دانشگاه باید با هماهنگی استاد راهنما یا مجری طرح از طریق معاونت پژوهشی دانشگاه انجام گیرد.

ماده ۵- این آیین‌نامه در ۵ ماده و یک تبصره در تاریخ۸۷/٤/۱ در شورای پژوهشی و در تاریخ ۸۷/٤/۲۳ در هیأت رئیسه دانشگاه به تایید رسید و در جلسه مورخ ۸۷/۷/۱۵ شورای دانشگاه به تصویب رسیده و از تاریخ تصویب در شورای دانشگاه لازم‌الاجرا است.

«اینجانب **می‌لاد نوری** دانشجوی رشته **خاکشناسی** ورودی سال تحصیلی **۱۳۸۷** مقطع **کارشناسی ارشد** دانشکده **کشاورزی** متعهد می‌شوم کلیه نکات مندرج در آیین نامه حق مالکیت مادی و معنوی در مورد نتایج پژوهش های علمی دانشگاه تربیت مدرس را در انتشار یافته های علمی مستخرج از پایان نامه / رساله تحصیلی خود رعایت نمایم. در صورت تخلف از مفاد آیین نامه فوق الاشعار به دانشگاه وکالت و نمایندگی می دهم که از طرف اینجانب نسبت به لغو امتیاز اختراع بنام بنده و یا هرگونه امتیاز دیگر و تغییر آن به نام دانشگاه اقدام نماید. ضمناً نسبت به جبران فوری ضرر و زیان حاصله براساس برآورد دانشگاه اقدام خواهم نمود و بدینوسیله حق هرگونه اعتراض را از خود سلب نمودم ».

امضا

تاریخ

آئین‌نامه پایان‌نامه (رساله)های دانشجویان دانشگاه تربیت مدرس

نظر به اینکه چاپ و انتشار پایان‌نامه (رساله)های تحصیلی دانشجویان دانشگاه تربیت مدرس، مبین بخشی از فعالیت‌های علمی پژوهشی دانشگاه است. بنابراین به منظور آگاهی و رعایت حقوق دانشگاه، دانش آموختگان این دانشگاه نسبت به رعایت موارد ذیل متعهد می‌شوند:

ماده ۱ : در صورت اقدام به چاپ پایان‌نامه (رساله)ی خود، مراتب را قبلاً به‌طور کتبی به دفتر "دفتر نشر آثار علمی" دانشگاه اطلاع دهد.

ماده ۲ : در صفحه سوم کتاب (پس از برگ شناسنامه)، عبارت ذیل را چاپ کند:

" کتاب حاضر، حاصل **پایان نامه کارشناسی ارشد** نگارنده در رشته خاکشناسی است که در سال ۱۳۸۹ در دانشکده کشاورزی دانشگاه تربیت مدرس به راهنمایی **دکتر مهدی همایی و دکتر محمد بای‌بوردی** از آن دفاع شده است.

ماده ۳ : به منظور جبران بخشی از هزینه‌های انتشارات دانشگاه، تعداد یک درصد شمارگان کتاب (در هر نوبت چاپ) را به "دفتر نشر آثار علمی" دانشگاه اهداء کند. دانشگاه می‌تواند مازاد نیاز خود را به نفع مرکز نشر در معرض فروش قرار دهد.

ماده ٤ : در صورت عدم رعایت ماده ۳، ۵۰٪ بهای شمارگان چاپ شده را به‌عنوان خسارت به دانشگاه تربیت مدرس، تادیه کند.

ماده ۵ : دانشجو تعهد و قبول می‌کند در صورت خودداری از پرداخت‌های بهای خسارت، دانشگاه مذکور را از طریق مراجع قضایی مطالبه و وصول کند، به علاوه به دانشگاه حق می‌دهد به منظور استیفای حقوق خود، از طریق دادگاه، معادل وجه مذکور در ماده ٤ را از محل توقیف کتابهای عرضه شده نگارنده برای فروش، تامین نماید.

ماده ٦ : اینجانب **میلاد نوری** دانشجوی رشته **خاکشناسی** مقطع **کارشناسی ارشد** تعهد فوق و ضمانت اجرایی آن را قبول کرده، به آن ملتزم می‌شوم.

نام و نام خانوادگی

تاریخ و امضا

دانشگاه تربیت مدرس

دانشکده کشاورزی

پایان نامه کارشناسی ارشد رشته خاکشناسی

عنوان:

ارزیابی پارامتریک توابع هیدرولیکی خاک در حضور آلاینده های هیدروکربنی

نگارنده:

میلاد نوری

اساتید راهنما:

دکتر مهدی همایی

دکتر محمد بای‌بوردی

زمستان ۱۳۸۹

تقدیم به:

استاد علم

پدر علم آب و خاک ایران، دکتر محمد بای بوردی

استاد زندگی

پدر گرامی

استاد مهربانی

مادر گرامی

تشکر و قدردانی:

شکر و سپاس بی‌کران خداوند بزرگ که نعمت فراوان داد و بر هر نعمت، نعمت حق و سپاسی بر بندگان مقرر فرمود. لذا این تقریر را با قدردانی و تشکر از پدر و مادر و خواهران عزیزم که وجودم برایشان همه رنج بود و وجودشان برایم همه مهر و دلگرمی. در این‌جا بر خود لازم می‌دانم از همه اساتید و عزیزانی که مرا در این امر یاری نموده‌اند، تشکر و قدردانی نمایم.

قلبا و قلبا از زحمات دانشمند فاضل دکتر محمد بای بوردی که همیشه مرا به تحصیل علم تهییج و تشویق کرده‌اند، قدردانی می‌نمایم و این پایان نامه را هر چند حقیر به ایشان تقدیم می‌نمایم.

همچنین از زحمات بی‌دریغ استاد راهنمای ارجمندم جناب آقای دکتر مهدی همایی که همواره در اجرای این پژوهش زحمات فراوانی را متحمل شدند تشکر و قدردانی می‌نمایم.

از آقایان دکتر محمودیان شوشتری و دکتر بهرامی که زحمت مطالعه و داوری این پایان‌نامه را تقبّل نموده‌اند تقدیر و تشکر می‌نمایم.

از آقای دکتر ملکوتی، مدیرگروه گرامی گروه خاکشناسی که همواره باعث دلگرمی تحصیل من در دانشگاه تربیت مدرس بودند، تشکر می‌نمایم.

از اساتید محترم گروه آقایان دکتر راهنمایی، دکتر کریمیان‌اقبال که در طول این دوره نقش موثری در ارتقاء علمی اینجانب داشتند تشکر و قدردانی می‌نمایم.

از معلم گرامی، سرکار خانم نجمه صمدی که همواره مشوق من در طول دوره تحصیل بوده و هستند تشکر می-نمایم.

از جناب آقای دکتر نیشابوری که در طی انجام این پایان نامه بی دریغ مرا یاری کردند قدردانی می‌نمایم.

از همکاری‌های سرکار خانم مهندس طبیب زاده مسئول محترم آزمایشگاه گروه خاکشناسی کمال تشکر و امتنان را دارم.

در پایان از همه دوستان عزیزی که به نحوی اینجانب را در اجرای پایان‌نامه یاری نموده و مرا مرهون لطف و محبت خود نموده‌اند، کمال تشکر و قدردانی را دارم

فهرست

فصل اول: مقدمه ۱

۱.۱. اهداف تحقیق ٤

۲.۱. فرضیه‌ها / پیش فرض‌ها ٤

۳.۱. جنبه جدید بودن و نوآوری ٤

فصل دوم: بررسی منابع ۵

۱.۲. رفتار هیدرولیکی NAPL در محیط متخلخل ٦

۲.۲. جریان سیالات در محیط متخلخل (در شرایط دو فازی و سه فازی) ۸

۳.۲. منحنی نگهداشت خاک ۱۳

۳.۲.۱. عوامل موثر بر منحنی نگهداشت ۱۵

۲.۳.۲. مدلهای منحنی نگهداشت ۲۱

٤.۲. هدایت هیدرولیکی خاک ۳۰

فصل سوم: مواد و روش‌ها ۳٦

۱.۳. محیط‌های متخلخل ۳۷

۲.۳. مواد هیدروکربنی ٤۱

۱.۲.۳. نفت سفید (kerosene) ٤۱

۲.۲.۳. بنزین (gasoline) ٤۲

۳.۲.۳. گازوئیل (gas Oil) ٤۲

٤.۲.۳. نفت خام (petroleum) ٤۲

۳.۳. اشباع کردن نمونه ها ٤۳

٤.۳. دستگاه ستون آویزان ٤٤

۵.۳. تعیین هدایت هیدرولیکی اشباع ٤۵

فهرست

فصل چهارم:نتایج و بحث ٤٧

٤.١. منحنی نگهداشت خاک در سیستم های دو فازی ٤٨

٤.٢. هدایت هیدرولیکی خاک در سیستم های دو فازی ٥٥

٤.٣. منحنی نگهداشت خاک در سیستم های سه فازی ٦٦

٤.٤. بررسی دقت برآورد مدل‌ها ٨٥

١.٤.٤. بررسی دقت برآورد مدلها در سیستم های دو فازی ٨٦

٢.٤.٤. بررسی دقت برآورد مدل‌ها در سیستم های سه فازی ٩٢

٥.٤. نتایج کلی ١٠٠

١.٥.٤. سیستم های دوفازی ١٠٠

٢.٥.٤. سیستم های سه‌فازی ١٠٠

٣.٥.٤. هدایت هیدرولیکی ١٠١

٦.٤. پیشنهادات ١٠٢

ضمیمه ١ ١٠٣

ضمیمه ٢ ١٠٤

ضمیمه ٣ ١٠٤

منابع I

فهرست شکل‌ها

شکل ۲. ۱. مکانیسم آلایندگی LNAPLها در Vadose zone ۷

شکل ۲. ۲. K_{nw} و K_{rnw} در محیط های سه فازی ۱۱

شکل ۲. ۳. منحنی‌های نگهداشت خاک باکینگهام ۱٤

شکل ۲. ٤. توانایی نگهداشت خاک ۱٤

شکل ۲. ۵. ارتباط منحنی رطوبتی و توزیع و فراخی خلل و فرج ۱۵

شکل ۲. ٦. مقایسه ی توزیع نرمال در مقابل لوگ نرمال ۱٦

شکل ۲. ۷. تاثیر بافت بر منحنی رطوبتی ۱۷

شکل ۲. ۸. تاثیر تراکم بر منحنی مشخصه و توزیع خلل و فرج خاک ۱۸

شکل ۲. ۹. وضعیت خلل وفرج در محیطمتخلخل سه فازی ۱۹

شکل ۲. ۱۰. وضعیت خلل و فرج محیط متخلخل سه فازی در حالت زهکشی شدن ۲۰

شکل ۲. ۱۱. وضعیت خلل و فرج محیط متخلخل سه فازی در حالت افزودن آب ۲۰

شکل ۲. ۱۲. نحوه توزیع مایع خیسکننده و غیرخیسکننده در محیطمتخلخل ۲۸

شکل ۲. ۱۳. شکلهای جریانی مختلف در سیستم سه فازی ۲۸

شکل ۲. ۱٤. شماتیک جریان در سیستم های سه فازی ۲۹

شکل ۲. ۱۵. مفهوم قطع و بازاتصالی در خاک (HilleL, ۱۹۹۸) ۳۲

شکل ۲. ۱٦. نسبت طول مجاری با نسبت شعاع آنها برابر است ($L_۱/L_۲=R/P$). ۳٤

شکل ۳. ۱. نمونه‌های تعیین بافت ۳۸

شکل ۳. ۲.چگونگی توزیع بافتی محیطهای متخلخل در مثلث جدید بافت خاک ۳۸

شکل ۳. ۳.منحنی‌های توزیع اندازه ذرات محیط‌های متخلخل ٤۱

شکل ۳. ٤. دستگاه ستون آویزان ٤۵

شکل ۳. ۵.دستگاه اندازه‌گیری هدایت هیدرولیکی به روش بارثابت ٤٦

شکل ٤. ۱. منحنی نگهداشت خاک PGS بر مبنای مدل ون‌گنوختن ۵۱

فهرست

شکل ٤. ٢. منحنی نگهداشت خاک SL بر مبنای مدل ون‌گنوختن ٥١

شکل ٤. ٣. منحنی نگهداشت خاک SiL بر مبنای مدل ون‌گنوختن ٥١

شکل ٤. ٤. منحنی نگهداشت خاک SiC بر مبنای مدل ون‌گنوختن ٥٢

شکل ٤. ٥. منحنی نگهداشت خاک PGS بر مبنای مدل بروکس-کوری ٥٢

شکل ٤. ٦. منحنی نگهداشت خاک SL بر مبنای مدل بروکس-کوری ٥٢

شکل ٤. ٧. منحنی نگهداشت خاک SiL بر مبنای مدل بروکس-کوری ٥٣

شکل ٤. ٨. منحنی نگهداشت خاک SiC بر مبنای مدل بروکس-کوری ٥٣

شکل ٤. ٩. منحنی نگهداشت خاک PGS بر مبنای مدل کمپبل ٥٣

شکل ٤. ١٠. منحنی نگهداشت خاک SL بر مبنای مدل کمپبل ٥٤

شکل ٤. ١١. منحنی نگهداشت خاک SiL بر مبنای مدل کمپبل ٥٤

شکل ٤. ١٢. منحنی نگهداشت خاک SiC بر مبنای مدل کمپبل ٥٤

شکل ٤. ١٣. منحنی هدایت هیدرولیکی خاک PGS، مدل ون‌گنوختن-معلم ٥٦

شکل ٤. ١٤. منحنی هدایت هیدرولیکی خاک SL، مدل ون‌گنوختن-معلم ٥٦

شکل ٤. ١٥. منحنی هدایت هیدرولیکی خاک SiL، مدل ون‌گنوختن-معلم ٥٧

شکل ٤. ١٦. منحنی هدایت هیدرولیکی خاک SiC، مدل ون‌گنوختن-معلم ٥٧

شکل ٤. ١٧. منحنی هدایت هیدرولیکی خاک PGS، مدل بروکس وکوری-معلم ٥٩

شکل ٤. ١٨. منحنی هدایت هیدرولیکی خاک SL، مدل بروکس وکوری-معلم ٥٩

شکل ٤. ١٩. منحنی هدایت هیدرولیکی خاک SiL، مدل بروکس وکوری-معلم ٥٩

شکل ٤. ٢٠. منحنی هدایت هیدرولیکی خاک SiC، مدل بروکس وکوری-معلم ٦٠

شکل ٤. ٢١. منحنی هدایت هیدرولیکی خاک PGS، مدل بروکس وکوری-بوردین ٦٠

شکل ٤. ٢٢. منحنی هدایت هیدرولیکی خاک SL، مدل بروکس وکوری-بوردین ٦٠

شکل ٤. ٢٣. منحنی هدایت هیدرولیکی خاک SiL، مدل بروکس وکوری-بوردین ٦١

شکل ٤. ٢٤. منحنی هدایت هیدرولیکی خاک SiC، مدل بروکس وکوری-بوردین ٦١

شکل ٤. ٢٥. منحنی هدایت هیدرولیکی خاک PGS، مدل کمپبل ٦٣

شکل ٤. ٢٦. منحنی هدایت هیدرولیکی خاک SL، مدل کمپبل ٦٣

شکل ٤. ٢٧.منحنی هدایت هیدرولیکی خاک SiL، مدل کمپبل ٦٣

شکل ٤. ٢٨.منحنی هدایت هیدرولیکی خاک SiC، مدل کمپبل ٦٤

شکل ٤. ٢٩. وضعیت خلل‌وفرج محیط متخلخل سه فازی در حالت زهکشی شدن ٦٧
شکل ٤. ٣٠. وضعیت خلل‌وفرج محیط متخلخل سه فازی در حالت افزودن آب ٦٨
شکل ٤. ٣١. منحنی نگهداشت شن خلیج فارس برای نسبت ٢٥-٧٥ NAPL-آب برمبنای ون‌گنوختن ٦٩
شکل ٤. ٣٢. منحنی نگهداشت شن خلیج فارس برای نسبت ٥٠-٥٠ NAPL-آب برمبنای ون‌گنوختن ٦٩
شکل ٤. ٣٣. منحنی نگهداشت شن خلیج فارس برای نسبت ٧٥-٢٥ NAPL-آب برمبنای ون‌گنوختن ٦٩
شکل ٤. ٣٤. منحنی نگهداشت خاک SL برای نسبت ٢٥-٧٥ NAPL-آب برمبنای ون‌گنوختن ٧٠
شکل ٤. ٣٥. منحنی نگهداشت خاک SL برای نسبت ٥٠-٥٠ NAPL-آب برمبنای ون‌گنوختن ٧٠
شکل ٤. ٣٦. منحنی نگهداشت خاک SL برای نسبت ٧٥-٢٥ NAPL-آب برمبنای ون‌گنوختن ٧٠
شکل ٤. ٣٧. منحنی نگهداشت خاک SiL برای نسبت ٧٥-٢٥ NAPL-آب برمبنای ون‌گنوختن ٧١
شکل ٤. ٣٨. منحنی نگهداشت خاک SiL برای نسبت ٥٠-٥٠ NAPL-آب برمبنای ون‌گنوختن ٧١
شکل ٤. ٣٩. منحنی نگهداشت خاک SiL برای نسبت ٢٥-٥٧ NAPL-آب برمبنای ون‌گنوختن ٧١
شکل ٤. ٤٠. منحنی نگهداشت خاک SiC برای نسبت ٧٥-٢٥ NAPL-آب برمبنای ون‌گنوختن ٧٢
شکل ٤. ٤١. منحنی نگهداشت خاک SiC برای نسبت ٥٠-٥٠ NAPL-آب برمبنای ون‌گنوختن ٧٢
شکل ٤. ٤٢. منحنی نگهداشت خاک SiC برای نسبت ٢٥-٧٥ NAPL-آب برمبنای ون‌گنوختن ٧٢
شکل ٤. ٤٣. منحنی نگهداشت شن خلیج فارس برای نسبت ٧٥-٢٥ NAPL-آب برمبنای بروکس-کوری ٧٣
شکل ٤. ٤٤. منحنی نگهداشت شن خلیج فارس برای نسبت ٥٠-٥٠ NAPL-آب برمبنای بروکس-کوری ٧٣
شکل ٤. ٤٥. منحنی نگهداشت شن خلیج فارس برای نسبت ٢٥-٧٥ NAPL-آب برمبنای بروکس-کوری ٧٣
شکل ٤. ٤٦. منحنی نگهداشت SL برای نسبت ٧٥-٢٥ NAPL-آب برمبنای مدل بروکس-کوری ٧٤
شکل ٤. ٤٧. منحنی نگهداشت SL برای نسبت ٥٠-٥٠ NAPL-آب برمبنای مدل بروکس-کوری ٧٤
شکل ٤. ٤٨. منحنی نگهداشت SL برای نسبت ٢٥-٧٥NAPL-آب برمبنای مدل بروکس-کوری ٧٤
شکل ٤. ٤٩. منحنی نگهداشت SiL برای نسبت ٧٥-٢٥NAPL-آب برمبنای مدل بروکس-کوری ٧٥
شکل ٤. ٥٠. منحنی نگهداشت SiL برای نسبت ٥٠-٥٠NAPL-آب برمبنای مدل بروکس-کوری ٧٥
شکل ٤. ٥١. منحنی نگهداشت SiL برای نسبت ٢٥-٧٥NAPL-آب برمبنای مدل بروکس-کوری ٧٥
شکل ٤. ٥٢. منحنی نگهداشت SiC برای نسبت ٧٥-٢٥NAPL-آب برمبنای مدل بروکس-کوری ٧٦
شکل ٤. ٥٣. منحنی نگهداشت SiC برای نسبت ٥٠-٥٠NAPL-آب برمبنای مدل بروکس-کوری ٧٦
شکل ٤. ٥٤. منحنی نگهداشت SiC برای نسبت ٢٥-٧٥NAPL-آب برمبنای مدل بروکس-کوری ٧٦
شکل ٤. ٥٥. منحنی نگهداشت شن خلیج فارس برای نسبت ٧٥-٢٥ NAPL-آب برمبنای کمپبل ٧٧

شکل ٤. ٥٦. منحنی نگهداشت شن خلیج فارس برای نسبت ٥٠-٥٠ NAPL-آب برمبنای کمپبل ٧٧
شکل ٤. ٥٧. منحنی نگهداشت شن خلیج فارس برای نسبت ٢٥-٧٥ NAPL-آب برمبنای کمپبل ٧٧
شکل ٤. ٥٨. منحنی نگهداشت SL برای نسبت ٧٥-٢٥ NAPL-آب برمبنای مدل کمپبل ٧٨
شکل ٤. ٥٩. منحنی نگهداشت SL برای نسبت ٥٠-٥٠ NAPL-آب برمبنای مدل کمپبل ٧٨
شکل ٤. ٦٠. منحنی نگهداشت SL برای نسبت ٢٥-٧٥ NAPL-آب برمبنای مدل کمپبل ٧٨
شکل ٤. ٦١. منحنی نگهداشت SiL برای نسبت ٧٥-NAPL٢٥-آب برمبنای مدل کمپبل ٧٩
شکل ٤. ٦٢. منحنی نگهداشت SiL برای نسبت ٥٠-NAPL٥٠-آب برمبنای مدل کمپبل ٧٩
شکل ٤. ٦٣. منحنی نگهداشت SiL برای نسبت ٢٥-NAPL٧٥-آب برمبنای مدل کمپبل ٧٩
شکل ٤. ٦٤. منحنی نگهداشت SiC برای نسبت ٧٥-NAPL٢٥-آب برمبنای مدل کمپبل ٨٠
شکل ٤. ٦٥. منحنی نگهداشت SiC برای نسبت ٥٠-NAPL٥٠-آب برمبنای مدل کمپبل ٨٠
شکل ٤. ٦٦. منحنی نگهداشت SiC برای نسبت ٢٥-NAPL٧٥-آب برمبنای مدل کمپبل ٨٠

فهرست جداول

جدول ۳. ۱. چگونگی توزیع ذرات در محیطهای متخلخل ۳۹

جدول ۳. ۲.چگونگی توزیع ذرات در محیطهای متخلخل ۳۹

جدول ۳. ۳.خصوصیات فیزیکی NAPLها ٤۳

جدول ٤. ۳. پارامترهای هدایت هیدرولیکی مدل ون‌گنوختن-معلم برای خاک PGS ۵۸

جدول ٤. ٤. پارامترهای هدایت هیدرولیکی مدل ون‌گنوختن-معلم برای خاک SL ۵۸

جدول ٤. ۵. پارامترهای هدایت هیدرولیکی مدل ون‌گنوختن-معلم برای خاک SiL ۵۸

جدول ٤. ٦. پارامترهای هدایت هیدرولیکی مدل ون‌گنوختن-معلم برای خاک SiC ۵۸

جدول ٤. ۷. پارامترهای هدایت هیدرولیکی مدل بروکس وکوری-معلم و بروکس وکوری-بوردین برای خاک PGS ٦۲

جدول ٤. ۸. پارامترهای هدایت هیدرولیکی مدل بروکس وکوری-معلم و بروکس وکوری-بوردین برای خاک SL ٦۲

جدول ٤. ۹. پارامترهای هدایت هیدرولیکی مدل بروکس وکوری-معلم و بروکس وکوری-بوردین برای خاک SiL ٦۲

جدول ٤. ۱۰. پارامترهای هدایت هیدرولیکی مدل بروکس وکوری-معلم و بروکس وکوری-بوردین برای خاک SiC ٦۲

جدول ٤. ۱۱. پارامترهای هدایت هیدرولیکی مدل کمپبل برای خاک PGS ٦۵

جدول ٤. ۱۲. پارامترهای هدایت هیدرولیکی مدل کمپبل برای خاک SL ٦۵

جدول ٤. ۱۳. پارامترهای هدایت هیدرولیکی مدل کمپبل برای خاک SiL ٦۵

جدول ٤. ۱٤. پارامترهای هدایت هیدرولیکی مدل کمپبل برای خاک SiC ٦۵

جدول ٤. ۱۵. پارامترهای مدلهای منحنی مشخصه خاک در سیستم های سه فازی، نفت خام ۸۱

جدول ٤. ۱٦.پارامترهای مدلهای منحنی مشخصه خاک در سیستم های سه فازی، گازوئیل ۸۲

جدول ٤. ۱۷.پارامترهای مدلهای منحنی مشخصه خاک در سیستم های سه فازی، نفت سفید ۸۳

جدول ٤. ۱۸. پارامترهای مدلهای منحنی مشخصه خاک در سیستم های سه فازی، بنزین ۸٤

جدول ٤. ۱۹. شاخص‌های آماری سیستم های دو فازی مربوط به شن خلیج فارس ۸۸

جدول ٤. ۲۰.شاخص‌های آماری سیستم های دو فازی مربوط به خاک SL ۸۹

جدول ٤. ۲۱.شاخص‌های آماری سیستم های دو فازی مربوط به خاکSiL ۹۰

جدول ٤. ۲۲. شاخص‌های آماری سیستم های دو فازی مربوط به خاکSiC ۹۱

جدول ٤. ۲۳. شاخص‌های آماری سیستم های سه فازی مربوط به نفت خام برمبنای ون‌گنوختن ۹٤

جدول ٤. ۲٤. شاخص‌های سیستم های سه فازی مربوط به نفت خام برمبنای بروکس-کوری ۹٤

فهرست

جدول ٤. ٢٥. شاخص‌های سیستم های سه فازی مربوط به نفت خام برمبنای کمپبل ٩٥

جدول ٤. ٢٦. شاخص‌های سیستم های سه فازی مربوط به گازوئیل برمبنای ون‌گنوختن ٩٥

جدول ٤. ٢٧. شاخص‌های سیستم های سه فازی مربوط به گازوئیل برمبنای بروکس-کوری ٩٦

جدول ٤. ٢٨. شاخص‌های سیستم های سه فازی مربوط به گازوئیل برمبنای کمپبل ٩٦

جدول ٤. ٢٩. شاخص‌های سیستم های سه فازی مربوط به نفت سفید برمبنای ون‌گنوختن ٩٧

جدول ٤. ٣٠. شاخص‌های سیستم های سه فازی مربوط به نفت سفید برمبنای بروکس-کوری ٩٧

جدول ٤. ٣١. شاخص‌های سیستم های سه فازی مربوط به نفت سفید برمبنای کمپبل ٩٨

جدول ٤. ٣٢. شاخص‌های سیستم های سه فازی مربوط به بنزین برمبنای ون‌گنوختن ٩٨

جدول ٤. ٣٣. شاخص‌های سیستم های سه فازی مربوط به بنزین برمبنای بروکس-کوری ٩٩

جدول ٤. ٣٤. شاخص‌های سیستم های سه فازی مربوط به بنزین برمبنای مدل کمپبل ٩٩

چکیده: آلودگی خاک به مواد نفتی از چالش‌های مهم عصر کنونی است. به منظور بررسی کمی ویژگی‌های هیدرولیکی خاک‌های آلوده به مواد هیدروکربنی، منحنی‌های نگهداشت بنزین، گازوئیل، نفت سفید، نفت خام و آب در چهار نوع محیط متخلخل متفاوت خاک شامل بافت‌های Sandy Loam، Silt Loam، Silty Clay و شن خلیج فارس در شرایط دو فازی هوا-NAPL بدست آمد. همچنین، منحنی‌های نگهداشت این خاک‌ها در شرایط سه فازی آب–هوا–NAPL در سه نسبت هیدروکربن–آب شامل ۲۵–۷۵، ۵۰–۵۰ و ۷۵–۲۵ تعیین شد. مواد هیدروکربنی مورد مطالعه شامل بنزین، گازوئیل، نفت سفید و نفت خام بود. هدایت هیدرولیکی اشباع هر یک از خاک‌ها برای بنزین، گازوئیل، نفت سفید و نفت خام و آب نیز به روش بار ثابت بدست آمد. سپس پارامترهای مربوط به منحنی‌های رطوبتی در شرایط دوفازی و سه‌فازی بر اساس مدل‌های ون‌گنوختن، بروکس–کوری و کمپبل بدست آمد. همچنین منحنی‌های هدایت‌هیدرولیکی غیر اشباع حالت‌های دوفازی آلاینده‌های بنزین، گازوئیل، نفت سفید و نفت خام و آب توسط مدل‌های ون‌گنوختن–معلم، بروکس وکوری–معلم، بروکس وکوری–بوردین و کمپبل بدست آمد. نتایج نشان داد در هر دو حالت دوفازی و سه‌فازی پارامتر مکش ورود هوا در توابع-هیدرولیکی نسبت به پارامتر دامنه توزیع خلل و فرج حساسیت بیشتری به تغییرات ویژگی‌های فیزیکی سیالات دارد. در اغلب موارد، مکش ورود هوا برای نفت خام نسبت به آب افزایش و برای سه آلاینده‌ی دیگرکاهش یافت. همچنین پارامتر بیان کننده‌ی توزیع خلل و فرج، در اغلب موارد برای بنزین بیشترین و برای نفت خام کمترین مقدار را داشت. مقدار این پارامتر برای گازوئیل و نفت سفید نیز نسبت به آب کمتر بود. هدایت‌هیدرولیکی اشباع به ترتیب برای بنزین، نفت‌سفید و گازوئیل بیشتر و برای نفت‌خام کمتر از آب بود. لیکن در مکش‌های نزدیک به اشباع هدایت‌هیدولیکی نفت سفید، بنزین و گازوئیل کمتر از آب بود. هدایت‌هیدرولیکی نفت خام اغلب در مکش‌های نزدیک به یک اتمسفر بیش از سه NAPL دیگر بود. تقریبا در تمامی سیستم های سه فازی، منحنی‌های نگهداشت NAPL–آب بالاتر از منحنی آب و ترکیب ۷۵–۲۵ NAPL–آب بالاتر از دو ترکیب دیگرقرار گرفت. در بیشترمحیط‌ها، ترکیبات ماده آلاینده نفت‌خام، منحنی نگهداشت بالاتری نسبت به بقیه ترکیبات نشان داد. در اغلب سیستم های سه فازی، پارامتر بیان کننده توزیع تخلخل کاهش و مکش ورود هوا افزایش یافت. منحنی‌های نگهداشت سه فازی نفت خام اغلب بیشترین تغییر را نشان داد. پس از نفت خام، گازوئیل و سپس نفت چراغ و بنزین قرار گرفتند. با این حال، رفتار محیط های سه فازی حاوی بنزین و نفت سفید شبیه به یکدیگر بود. در بسیاری از موارد، با کاهش مقدار ماده هیدروکربنی در ترکیبات از ۷۵ به ۲۵ درصد، مقادیر پارامتر شاخص توزیع تخلخل افزایش و مکش ورود هوا کاهش نشان داد و به مقادیر این پارامترها در منحنی مشخصه آب نزدیک شدند. نتایج این پژوهش نشان می‌دهد که خاک‌های خشک توانایی بهتری برای عبور آلاینده‌های هیدروکربنی از محیط غیر اشباع به آب‌های زیرزمینی دارند. همچنین بنزین به دلیل حلالیت در آب و هدایت هیدرولیکی زیاد آن در محیط‌های متخلخل، به مراتب آلاینده‌ی خطرناکتری برای سلامتی آب‌های زیرزمینی است.

واژه‌های کلیدی: آلاینده‌ی نفتی، توابع هیدرولیکی، سیستم دوفازی، سیستم سه فازی، منحنی‌رطوبتی

فصل اول:

مقدمه

فصل اول: مقدمه

خاک، آب و هوا سه بخش اساسی محیط زیست می‌باشند. آلودگی هر یک از این سه بخش، می-تواند آلودگی بخش دیگر و نهایتا بخش وسیعی از زیست بوم را به همراه داشته باشد. رشد فزاینده آلاینده‌های زیست محیطی در اثر مصرف بی‌رویه انرژی و منابع طبیعی، سبب بروز پیامدهای ناگوار گشته است. آلودگی هوا، منابع آب و خاک، خطر انقراض بسیاری از گونه‌های حیات وحش، بر هم خوردن توازن زندگی موجودات زنده، تهدید سلامتی انسان و بروز بسیاری از بیماریهای خطرناک سبب شده است که کنترل مصرف انرژی و بهبود وضعیت محیط زیست آلوده، به عنوان چالشهای حائز اهمیتی پیش روی محققین قرار گیرد (دبیری،۱۳۸۷). طبق نظر میلر هرگونه تغییردر ویژگی های هوا، خاک، آب و مواد غذایی که اثر نامطلوبی بر سلامت محیط زیست، فعالیتهای بشری و سایر جانداران داشته باشد آلودگی نامیده می شود (عرفان منش و افیونی،۱۳۸۷). به طورکلی آلاینده های منابع آب وخاک به دوگروه عمده ی محلول و نامحلول درآب تقسیم بندی می شوند. از میان آلاینده های محلول به نمک‌ها و از میان آلاینده های نامحلول می‌توان به مواد نفتی اشاره کرد. ورود آلاینده‌های هیدروکربنی به زیست بوم باعث تخریب شدید محیط زیست شده است. آژانس حفاظت محیط زیست آمریکا، از ۳۰ سپتامبر سال ۲۰۰۳ بیش از ٤۳۹۰۰۰ مورد رها شدن مواد هیدروکربنی از مخازن زیرزمینی مواد نفتی را در سراسر دنیا گزارش نموده است (USEPA, ۲۰۰٤). نشت ۳٦۰۰۰ تن نفت خام به اکوسیستم دریا در منطقه‌ی Prince William Sound ایالت تگزاس امریکا و همچنین رها شدن ۲٤۰ میلیون تن متریک نفت خام به اکوسیستم آبی در جریان جنگ خلیج فارس، از نمونه‌های مهم آلودگی محیط زیست با مواد هیدروکربنی است (Albers, ۲۰۰۳). در ایران و در روستای اسماعیل آباد از توابع تهران (در نزدیکی پالایشگاه تهران)، نشت مواد نفتی به زیست بوم خسارات جبران ناپذیری به کیفیت محیط زیست و کشاورزی منطقه وارد کرده است (احتشامی و احمدنیا، ۱۳۸۵). به طور کلی آلاینده های نفتی می‌توانند اثرات زیانبار شدیدی به جامعه‌ی میکروبی، گیاهی و جانوری وارد کنند. مواد نفتی با تغییر در شرایط فیزیکی (کاهش نور و خاموشی) و همچنین تغییر شیمیایی در شرایط زیست بوم (تغییرات شدید در pH، کاهش اکسیژن محلول و کاهش

فراهمی غذا) باعث کاهش کیفیت محیط زیست می شوند (Albers, ۲۰۰۳). سمی‌ترین بخش آلاینده های هیدروکربنی بخش آروماتیک (Hydrocarbons polycyclic Aromatic) یا به اختصار PAHs است. دانشمندان مکانیسم ایجاد سمیت PAHs را با نفوذ PAHs به دیواره‌ی سلولی و تخریب سیستم آنزیمی مرتبط با غشای سلولی، توضیح می دهند. همچنین اختلال در سنتز پروتئین و DNA از عواقب بعدی سمیت زایی مواد آروماتیک است (Albers ۲۰۰۳). نفت خام از چهار ترکیب عمده‌ی آلکان ها، ترکیبات آروماتیک، مواد هیدروکربنی دارای نیتروژن، گوگرد و اکسیژن و بخش آسفالت یا قیر تشکیل شده است (Weiner, ۲۰۰۰). ترکیبات هیدروکربنی آروماتیک چند حلقه‌ایی (polycyclic Aromatic Hydrocarbons) از قبیل نفتالین، کریسن، فنانترین و بنزوپیرن و ترکیبات BTEX (Benzene, Toluene, Ethyl benzene and Xylene) به عنوان آلاینده های مهم، توسط اداره حفاظت محیط زیست آمریکا (USEPA) شناخته شده اند. ترکیبات BETX و PAH از طریق فرآیندهای سوختن مواد نفتی و گازوئیل، نشت مواد از دیواره مخازن نفتی، صنایع چوب سازی، رنگ سازی و کارخانجات ساخت مواد شیمیایی مثل آفت کش‌ها و دیترجنت ها وارد آب و خاک می شوند (Newell C.J. et al., ۱۹۹۵). این مواد به دلیل ثبات ذاتی شیمیایی، حلالیت کم در آب و مقاومت به تجزیه و تخریب، به مدت طولانی در زیست بوم باقی می مانند (Kuhad and Gupta, ۲۰۰۹). عمدتا آلاینده‌های نامحلول در آب را فاز مایع غیرآبی (Nonaqueous Phase Liquids) می‌نامند. این مواد، خود به دو گروه مایعات با چگالی کمتر از آب (Nonaqueous Phase Liquids Light) و مایعات با چگالی بیشتر از آب (Dense Nonaqueous Phase Liquids) تقسیم می‌شوند (Weiner ۲۰۰۰). سرنوشت هیدروکربن‌ها در خاک، تابع خصوصیات و ویژگی های شیمیایی ترکیبات، و فاکتورهای مختلفی است که در ارتباط با محیط خاک می باشند (Kuhad and Gupta, ۲۰۰۹). هنگامی که NAPL وارد خاک می شود، تحت تاثیر نیروی ثقل و به طور عمودی شروع به حرکت می کند. اگر مقدار این آلاینده ها زیاد و سفره آب زیرمینی بالا باشد، امکان آن وجود دارد که این مواد به سفره‌ی آب‌های زیرمینی برسند. در حین حرکت، مقدار قابل توجهی از آلاینده‌های هیدروکربنی توسط نیروی موئینگی و جذب توسط ذرات جامد خاک در بخش غیر اشباع خاک (Vadose zone) به جای می ماند (Weiner, ۲۰۰۰). هیدرولوژیست‌ها از واژه ی NAPL باقیمانده

(Residual NAPL) ، برای توصیف NAPL به جای مانده از انتقال آلاینده‌های نفتی، که پس از زهکشی طولانی مدت از بخش غیراشباع خاک (Vadose zone) خارج نمی شود، استفاده می کنندLenhard et) (al., ۲۰۰٤. احاطه شدن و به دام افتادن مواد نفتی در بخش غیراشباع خاک از نظر سلامت زیست محیطی آب های زیرزمینی حائز اهمیت است (Lenhard et al., ۲۰۰٤). بخشی از آن پس از ورود به خاک تبخیر می شود (Fetter, ۱۹۹۹). بخشی از آلاینده‌ها که وزن مخصوص کمتری نسبت به سایر اجزای آلاینده دارند (LNAPL)، حرکت خود را به سمت آب‌های زیرزمینی ادامه می‌دهند. الگوی حرکت مواد نفتی در خاک، شبیه به قیف برعکس می‌باشد. هنگامی که این مواد به سفره‌ی آب زیرزمینی می رسند، نیروی شناوری (Buoyancy) از ورود آن ها به آب های زیرزمینی جلوگیری می کند (Weiner, ۲۰۰۰).بخشی از آلاینده ها در داخل آب های زیرزمینی حل می گردند و مقداری از این مواد تشکیل یک لایه‌ی غیر متحرک (Immobile oil) را به‌روی سفره‌ی آب زیرزمینی می‌دهند ,Fetter). (۱۹۹۹ بخش عمده‌ی مواد نفتی که به سفره آب زیرزمینی می‌رسند، به همراه جریان آب‌های زیرزمینی، تحت تاثیر شیب به طور افقی حرکت می‌کند. حرکت این مواد به ویژگی‌های هیدرولیکی محیط متخلخل، شیب هیدررولیکی و ویژگی‌های فیزیکی NAPL وابسته است (Weiner, ۲۰۰۰).

بدین ترتیب می‌توان پرسش‌های زیر را مطرح کرد :

۱. مکانیسم اصلی انتقال NAPLها در محیط‌های متخلخل چیست؟
۲. مهم ترین پارامتر هیدرولیکی در خاک برای انتقال NAPLها چیست؟
۳. آیا روشی برای پیش بینی این پارامتر وجود دارد؟

به دلیل حلالیت کم این مواد در آب، می‌توان از پخشیدگی ناچیز این مواد در آب صرف نظر کرد. بنابراین انتقال آلاینده های نامحلول در خاک به صورت جابجایی اختلاط ناپذیر(Immiscible displacement) و عمدتا به‌صورت توده ای انجام می شود. اگر از حرکت افقی NAPL در خاک صرف نظر کنیم، شدت جریان NAPLها برابر با مقدار هدایت هیدرولیکیNAPL ها در خاک خواهد شد. بنابراین، تعیین هدایت هیدرولیکی خاک برای NAPLها جهت تعیین زمان رسیدن به آب‌های زیرزمینی

ضروری است. تا کنون تلاش‌های زیادی در جهت تعیین روشی برای پیش‌بینی هدایت هیدرولیکی خاک برای سیالات مختلف به عمل آمده که در فصل دوم به تفصیل به آن‌ها اشاره شده است. در بسیاری از پژوهش‌های مربوط به هیدرولیک محیط‌های متخلخل و مهندسی نفت و مخازن مواد نفتی (NAPLها) به عنوان آلاینده در نظر گرفته نشده‌اند.

۱.۱. اهداف تحقیق

۱- تعیین پارامترهای مدل‌های هیدرولیکی Campbell، Brooks & Corey و Van Genuchten در سیستم دو فازی NAPL–هوا و سیستم سه فازی آب–NAPL–هوا.
۲- تعیین هدایت هیدرولیکی اشباع در سیستم دو فازی NAPL–هوا.
۳- ارزیابی هدایت هیدرولیکی غیراشباع توسط مدل‌های معلم–ون‌گنوختن، بروکس وکوری–معلم، بروکس وکوری–بووردین و کمپبل در سیستم های دوفازی.
٤- ارزیابی کمی اثر رطوبت خاک بر انتقال و هدایت NAPL در محیط‌های متخلخل.

۲.۱. فرضیه‌ها / پیش فرض‌ها

۱- با تغییر نسبت NAPL به آب، مقادیر پارامترهای مدل‌های Campbell ، Brooks & Corey و Van Genuchten تغییر می‌یابد.
۲- در سیستم سه فازی NAPL–هوا–آب، هدایت هیدرولیکی NAPL در حضور مقادیر مختلف رطوبت خاک تغییر می‌کند.

۳.۱. جنبه جدید بودن و نوآوری

تا کنون مطالعه‌ای کمی درباره ی تغییرات پارامترهای رطوبتی خاک در سیستم سه فازی آب–هوا–NAPL و هدایت NAPL در خاک، صورت نگرفته است.