۱۳۸۰ /۱۱/ ۲۵

بسمه‌تعالی

بررسی هیدروژئولوژی کارست در تاقدیس راوندی سد سیمره با استفاده از ماده رنگی رودامین B

بوسیله:

روحا... اسدپور حسن‌آباد

پایان‌نامه

ارائه شده به دانشکده تحصیلات تکمیلی به عنوان بخشی از فعالیتهای تحصیلی لازم برای اخذ درجه کارشناسی ارشد

در رشته

زمین‌شناسی-آبشناسی

از

دانشگاه شیراز

شیراز،ایران

016271

ارزیابی و تصویب شده توسط کمیته پایان‌نامه با درجه: عالی

امضاء اعضای کمیته پایان‌نامه:

دکتر عزتا... رئیسی، استاد بخش زمین‌شناسی (رئیس کمیته) .....

دکتر نوذر سامانی، دانشیار بخش زمین‌شناسی .....

دکتر محمد زارع، استادیار بخش زمین‌شناسی .....

تیرماه ۱۳۸۰

۳۹۴۷۱

تقدیم به:

زیباترین گلهای زندگی‌ام

"پدر و مادر عزیزم"

۳۹۴۷۱

سپاسگزاری

اکنون که به یاری خداوند این تحقیق به پایان رسیده است، بر خود لازم می‌دانم تا از استاد ارجمندم جناب آقای دکتر عزتا... رئیسی که استاد راهنمای من در این پایان‌نامه بوده‌اند و همواره از راهنماییهای ایشان بهره‌مند بوده‌ام صمیمانه تشکر و قدردانی کنم. از اساتید بزرگوار، دکتر محمد زارع و دکتر نوذر سامانی که اساتید مشاور این پایان‌نامه بوده‌اند نیز کمال تشکر را دارم.

از ریاست محترم بخش زمین‌شناسی جناب آقای دکتر لیاقت بخاطر همکاریهایشان سپاسگزارم. از سرکار خانم بهادری کارشناس محترم آزمایشگاه هیدروشیمی بخاطر همکاریهای بیدریغشان سپاسگزارم. از کلیه دوستانم آقایان کریمی، رضائی، زارع، یوسفی، کاظمی، خوشنودی، برزگر، کمالی، جان‌پرور و اشجاری که من را در این پایان‌نامه یاری نموده‌اند صمیمانه تشکر می‌کنم. از اداره نقلیه دانشکده علوم بخصوص آقایان جعفری و کامران که نهایت همکاری را داشته‌اند نیز تشکر می‌کنم.

از مدیریت محترم شرکت توسعه منابع آب و نیروی ایران و شرکت مهندسین مشاور مهاب قدس بخاطر در اختیار قرار دادن امکانات لازم و همکاریهای صمیمانه‌شان سپاسگزاری می‌کنم.

از پدر، مادر، برادران و خواهران عزیزم که در طول دوران تحصیل همواره یار و یاور من بوده‌اند نیز از صمیم قلب سپاسگزارم و سلامتی ایشان را از درگاه خداوند متعال خواهانم.

چکیده

بررسی هیدروژئولوژی کارست در تاقدیس راوندی سد سیمره با استفاده از ماده رنگی رودامین B

بوسیله:

روح ا اسدپور حسن آباد

منطقه مورد مطالعه شامل تاقدیس راوندی می باشد که در غرب ایران، منطقهٔ زاگرس چین خورده و در استان ایلام واقع است. رخنمون تاقدیس راوندی شامل تشکیلات ترشیاری آسماری - شهبازان (آهکهای کارستی)، تشکیلات گچساران (ژیپس و مارن) و کنگلومرای پلیوسن می باشد. رودخانه سیمره از میان دره ای باریک با پرتگاههای عمودی در سازند آسماری - شهبازان عبور می کند. سد سیمره در ابتدای این دره و در یال شمالی تاقدیس راوندی ساخته خواهد شد و آب مخزن سد با سازندهای آسماری و گچساران در تماس مستقیم خواهد بود. آب مخزن ممکن است به داخل سازند آسماری تراوش کند و از طریق مجاری کوچک احتمالی موجود در این سازند به چشمه های پائین دست انتقال داده شود. هدف از این مطالعه تعیین توسعه کارست در تکیه گاه چپ سد است.

گمانه تزریق (HM28 عمیق) با عمق ۲۵۴ متر در یال شمالی تاقدیس راوندی قرار دارد. لیتولوژی این گمانه تا عمق ۴۸ متری شامل گچ و مارن است و از این عمق تا ۲۵۴ متری از آهک کارستی تشکیل شده است. ۱۵ کیلوگرم ماده رنگی رودامین B در گمانه HM28 عمیق تزریق شد و تزریق آب نیز به داخل گمانه، به مدت ۴۳ روز و به منظور حرکت دادن رنگ به داخل سفره انجام گردید. به مدت ۱۰۰ روز نمونه های آب از ۴ گمانه، ۴۱ چشمه و ۳ مقطع از رودخانه سیمره برداشته شدند. در تمام محلهای نمونه برداری نیز کیسه های ذغال نسب گردیدند. غلظت رودامین B در تمام نمونه ها به

وسیله دستگاه اسپکتروفلئوریمتری Shmidzu مدل RF-5000 اندازه گیری شدند و در هیچکدام از نمونه ها رنک تشخیص داده نشد. کمترین مقدار غلظت رنگ در گمانه تزریق ppb ۲۷۵۹ بوده است. توسعه کارست در اطراف گمانه HM28 از نوع افشان می باشد وبه همین خاطر رنگ در چشمه ها ظاهر نشد. یک مدل برای سیستم کارستی اطراف گمانه HM28 پیشنهاد شده است. موارد زیر محبوس شدن رنگ را در اطراف گمانه HM28 توجیه می کند.

۱- محاسبات نشان میدهد که رنگ می تواند در مجاورت گمانه HM28 و با حداقل غلظت ۲۷۵۹ppb ذخیره شده باشد.

۲- نفوذپذیری گمانه HM28 در زیز سطح ایستابی کمتر از ۱۰ لوژان می باشد و در ستون سنگ شناسی این گمانه و در زیر سطح ایستابی هیچگونه مجرایی مشاهده نشده است.

۳- سازند گچساران در مجاورت گمانه HM28 رخنمون یافته و از نفوذ آب بارندگی به داخل سازند آسماری جلوگیری می کند و در نتیجه کارست نمی تواند توسعه یابد.

۴- آبهای موجود در بخش سمت چپ تاقدیس راوندی در ۳۹ چشمه کوچک پائین دست خارج می شود و این نشان می دهد که بیشتر آبهای کارستی در درزه و شکافهای ریزی ذخیره شده اند که به تدریج به داخل مجاری کوچک تخلیه شوند.

تیپ آب کلروره سدیک چشمه ها نشان می دهد که آبهای کارستی با تراوشهایی از سازند گچساران مخلوط شده است. محاسبات بیلان آب نشان می دهد که بخش شرقی تاقدیس راوندی نمی تواند آب خروجی چشمه های پائین دست را تامین کند. چهار گزینه مختلف شامل بخش غربی تاقدیس راوندی، تراوش رودخانه سیمره از طریق آبرفت به داخل تاقدیس، سازند گچساران و تاقدیس مرتفع ویزنهار به عنوان منابع احتمالی تامین کننده مازاد آب خروجی چشمه ها مطالعه شده اند. در این میان گزینه ویزنهار محتملتر می باشد. در این مورد ممکن است یک سیستم مجرایی در تکیه گاه چپ سد توسعه پیدا کرده باشد. برای تعیین منابع تامین کننده آب مازاد چشمه ها مطالعات بیشتری پیشنهاد می گردد.

فهرست عناوین

عنوان صفحه

فهرست جداول ..... ده

فهرست اشکال ..... یازده

فصل اول: تکنیکهای ردیابی آبهای زیرزمینی و مروری بر تحقیقات گذشته ۱

۱-۱- مقدمه ۱

۱-۲- کلیات ردیابی ۲

۱-۳- انواع ردیابها ۲

۱-۴- خصوصیات رديابِ مناسب ۳

۱-۵- مروری بر تحقیقات گذشته ۴

۱-۶- اصول فلئورسانس ۷

۱-۶-۱- شرح کلیات ۷

۱-۶-۲- انتخاب طول موج ۸

۱-۶-۳- اثرات تفرق (Scatter Effects) ۱۰

۱-۶-۴- اثرات حلال (Solvent Effects) ۱۲

۱-۶-۵- اثر دما (Temperature Effects) ۱۲

۱-۶-۶- اثر خاموشی (Quenching Effects) ۱۳

۱-۶-۷- تاثیر کیفیت آب (Effect of Water Quality) ۱۳

الف: PH ۱۳

ب: شوری (Salinity) ۱۷

ج: یون کلر (Clorine) ۱۷

۱-۶-۸- تجزیه نوری (Photo Decomposition) ۱۷

۱-۶-۹- غلظت زمینه (Background) ۲۱

۱-۶-۱۰- تجزیه شیمیایی (Chemical Decay) ۲۱

۱-۶-۱۱- تلفات ناشی از میکروارگانیسم‌ها ۲۳

۱-۶-۱۲- تلفات ناشی از جذب ۲۳

۱-۶-۱۳- مسمومیت‌زایی (Toxicity) ۲۳

عنوان | صفحه

۱-۷- ردیابهای رنگی فلئورسنت ۲۷
۱-۷-۱- رودامین B (Rhodamine B) ۲۸
۱-۸- تشخیص ماده رنگی فلئوروسنت در نمونه‌های آب ۲۹
۱-۸-۱- تشخیص با چشم غیر مسلح یا بوسیله لامپ UV (ماوراء بنفش) ۲۹
۱-۸-۲- تشخیص توسط یک فلئوریمتر فیلتری (Filter Fluorimeter) ۲۹
۱-۸-۳- تشخیص توسط اسپکتروفلئوریمتر دو منو کروماتوری
(Two mono chromator spectro flurimeter) ۲۹
۱-۸-۴- تشخیص ماده رنگی توسط کیسه‌های ذغال فعال ۳۰
۱-۸-۴-۱- شرح کلی ۳۰
۱-۸-۴-۲- طرز تهیه کیسه‌های ذغال فعال ۳۰
۱-۸-۴-۳- آنالیز نمونه‌های ذغال ۳۲
۱-۹- مقدار ماده رنگی مورد نیاز ۳۴
۱-۱۰- آنالیز کیفی آزمایشات ردیابی رنگی ۳۶
۱-۱۱- آنالیز کمی آزمایشات ردیابی رنگی ۳۶
۱-۱۲- سرعت حرکت آب زیرزمینی ۳۸

فصل دوم: موقعیت جغرافیایی، زمین شناسی و هیدروژنولوژی

منطقه مورد مطالعه ۴۱
۲-۱- موقعیت جغرافیایی و توپوگرافی ۴۱
۲-۲- آب و هوای منطقه ۴۳
۲-۳- زمین شناسی عمومی منطقه ۴۳
۲-۳-۱- دشت خوزستان ۴۴
۲-۳-۲- منطقه چین خورده زاگرس ۴۴
۲-۳-۳- منطقه زاگرس رورانده (مرتفع) ۴۶
۲-۴- چینه شناسی ناحیه مورد مطالعه ۴۷
۲-۴-۱- سازند سروک ۴۷
۲-۴-۲- سازند سورگاه ۴۹
۲-۴-۳- سازند ایلام ۵۰

عنوان **صفحه**

۲-۴-۴- سازند پابده ۵۰
۲-۴-۵- سازند آسماری- شهبازان ۵۱
۲-۴-۵- الف: سازند آسماری ۵۱
۲-۴-۵- ب: سازند شهبازان ۵۲
۲-۴-۶- سازند گچساران ۵۳
۲-۴-۷- سازند بختیاری ۵۵
فصل سوم: روش مطالعه ۵۶
۳-۱- مقدمه ۵۶
۳-۲- تهیه منحنی های استاندارد و آنالیز اسپکترو فلنوریمتری نمونه‌ها ۵۶
۳-۳- عملیات تزریق آب ۵۸
۳-۴- عملیات تزریق ماده رنگی ۶۰
۳-۴-۱- آماده سازی رنگ ۶۰
۳-۴-۲- تزریق ماده رنگی ۶۱
۳-۵- عملیات نمونه برداری ۶۱
۳-۵-۱- نمونه برداری از چشمه ها ۶۱
۳-۵-۲- نمونه برداری از گمانه ها ۶۲
۳-۶- عملیات ذغال گذاری ۶۴
۳-۷- بسته بندی و انتقال نمونه ها ۶۵
فصل چهارم: نتیجه گیری و تجزیه و تحلیل ردیابی رودامین B در سازند آسماری (تکیه‌گاه چپ سد سیمره) ۶۶
۴-۱- نتایج آنالیز نمونه های چشمه ها ۶۶
۴-۲- نتایج آنالیز نمونه های گمانه ها ۶۷
۴-۳- نتایج آنالیز نمونه های رودخانه ۶۷
۴-۴- بررسی علل عدم ظهور رنگ ۶۷
۴-۴-۱- خصوصیات گمانه HM28 عمیق ۶۷
۴-۴-۲- ارائه نتایج حاصل از تزریق آب و رنگ درگمانه HM28 عمیق ۶۸

عنوان **صفحه**

۴-۴-۳- دلایل عدم مشاهده رنگ ۷۵
۴-۵- بررسی توسعه کارست در سازند آسماری در تکیه‌گاه چپ سد سیمره ۸۴
۴-۵-۱- نتایج آنالیز هیدروشیمیایی نمونه‌های آب ۸۴
۴-۵-۲- بیلان اجمالی ۱۰۷
۴-۵-۳- چگونگی توسعه کارست در تکیه‌گاه چپ سد سیمره ۱۰۸
فصل پنجم: نتیجه‌گیری و پیشنهادات ۱۲۰
۵-۱- نتیجه‌گیری ۱۲۰
۵-۲- پیشنهادات ۱۲۱
ضمیمه ۱۲۲
منابع فارسی ۱۳۹
منابع انگلیسی ۱۴۱
صفحه عنوان و چکیده به زبان انگلیسی

فهرست جداول

جدول **صفحه**

۱-۱- ضرایب تصحیح دما برای انواع ردیابهای رنگی ۱۴

۱-۲- تاثیر دو غلظت متفاوت از کلرید سدیم بر فلئورسنت ردیابهای رنگی ۱۸

۱-۳- ضرایب تجزیه فتوشیمیایی برای انواع ردیابهای رنگی ۲۰

۱-۴- مقایسه‌ای از نیمه عمر انواع ردیابهای فلئورسنت در برابر تشعشع نور ۲۲

۱-۵- مقایسه جذب انواع ردیابهای رنگی در برابر مواد آلی و کانیهای مختلف ۲۵

۱-۶- مسمومیت رودامین B و فلئورسین (اورانین) برای انواع ماهیهادر
دمای ۱۲°c ۳۱

۱-۷- خلاصه‌ای از اطلاعات طیفی بعضی از ردیابهای رنگی محلول در آب ۳۱

۱-۸- سرعت جریان درون مجاری کارستی برای مسافتهای بیش از ۱۰ km ۴۰

۴-۱- داده‌های مربوط به تزریق آب، نمونه‌برداری و غلظت رنگ رودامین B
در گمانه HM28 عمیق ۷۶

۴-۲- داده‌های خیز آب و شعاع حرکت آن در محدوده اطراف گمانه HM28
عمیق ۸۲

۴-۳- نتایج آنالیز هیدروشیمیایی نمونه‌های آب تارخ ۷۸/۸/۱ ..... ۸۶

۴-۴- نتایج آنالیز هیدروشیمیایی نمونه‌های آب تارخ ۷۹/۳/۱۳ ..... ۸۸

۴-۵- نتایج آنالیز هیدروشیمیایی نمونه‌های آب تارخ ۷۹/۶/۱۹ ..... ۹۱

۴-۶- تقسیم بندی منابع آب موجود در سازند آسماری در ساختگاه سد سیمره ۱۰۳

فهرست اشکال

شکل صفحه

۱-۱- دیاگرام سطوح انرژی و طرز ایجاد نور فلئورسانس ۹

۱-۲- مقایسه طیف .Em (۱) ، طیف .Ex (۲) و طیف جستجوی همزمان (۳) ، برای ماده اورانین ۱۱

۱-۳- منحنی تصحیح دمایی برای ردیابهای رنگی ۱۴

۱-۴- تاثیر PH بر فلئورسنت ردیابهای رنگی ۱۶

۱-۵- تاثیر PH بر فلئورسنت رودامین WT با بکارگیری اسیدهای مختلف ۱۶

۱-۶- تغییر ساختار اورانین تحت شرایط اسیدی و بازی ۱۸

۱-۷- اثر غلظت کلر باقی‌مانده بر فلئورسنت رودامین WT و B ۱۹

۱-۸- تجزیه فتوشیمیایی انواع رودامین‌ها: ۱- سولفورودامین B
۲- رودامین B ۳- آمینورودامین G ۴- Brillian Solphoflavine ff
۵- رودامین 6G ۲۲

۱-۹- مقایسه جذب ردیابهای رنگی در رسوبات کائولنیتی ۲۴

۱-۱۰- مقایسه جذب انواع ردیابهای رنگی در رسوبات هوموس (Humus) ۲۴

۱-۱۱- شکل کیسه ذغال فعال A : نمای جلو B : حاشیه‌های دوخت
NR : شماره کیسه L : حلقه اتصال ۳۳

۲-۱- موقعیت سد سیمره و راه دسترسی به آن ۴۲

۲-۲- تقسیم‌بندی توالی زمین‌شناسی ایران(نبوی،۱۳۵۵) ۴۵

۳-۱- نمایی از دستگاه اسپکتروفلئوریمتر Shimadzu مدل RF-5000 ..... ۵۷

۴-۱- نمودار زمان-بده تزریق آب به داخل گمانه HM28 عمیق ۶۹

۴-۲- رابطه زمان-غلظت رنگ رودامین B در گمانه HM28 عمیق، نمونه‌برداری از عمق ۲۳۵ متری ۷۰

۴-۳- رابطه زمان-غلظت رنگ رودامین B در گمانه HM28 عمیق، نمونه‌برداری

شکل صفحه

از عمق ۲۵۰ متری ۷۱
۴-۴- شکل شماتیک گنبد تزریق و نفوذ آب به داخل سفره در
گمانه HM28 عمیق ۷۳
۴-۵- شکل شماتیک پایین افتادن سطح آب گنبد تزریق و برگشت آب از
بالادست به داخل گمانه HM28 عمیق ۷۴
۴-۶- ارتفاع سطح آب رودخانه و گمانه‌ها ۷۸
۴-۷- نمایی از ابتدای تنگه کفه‌نیلا که تماس آب رودخانه با آهک را در
تکیه‌گاه چپ سد سیمره نشان می‌دهد ۷۹
۴-۸- نمودار شولر منابع آب موجود در سازند گچساران (۷۹/۶/۱۹) ۹۴
۴-۹- نمودار شولر منابع آب موجود در آبرفت (۷۸/۸/۱) ۹۶
۴-۱۰- نمودار شولر نمونه‌های تاریخ ۷۸/۸/۱ ..... ۹۷
۴-۱۱- نمودار شولر نمونه‌های تاریخ ۷۹/۳/۱۳ ..... ۹۸
۴-۱۲- نمودار شولر نمونه‌های تاریخ ۷۹/۶/۱۹ ..... ۹۹
۴-۱۳- نمودار شولر نماینده گروههای مختلف (۷۸/۸/۱) ۱۰۰
۴-۱۴- نمودار شولر نماینده گروههای مختلف (۷۹/۳/۱۳) ۱۰۱
شکل ۴-۱۵- نمودار شولر نماینده گروههای مختلف (۷۹/۶/۱۹) ۱۰۲
۴-۱۶- مدل شماتیک کلروره شدن آبهای کارستی توسط سازند گچساران ۱۰۵
۴-۱۷- مدل شماتیک جریان آب زیرزمینی از تاقدیس ویزنهار به تاقدیس
راوندی و خروج آن از چشمه‌های سمت چپ ۱۱۴
۴-۱۸- چگونگی جریان آب در اعماق سازند آسماری و ارتباط هیدروژئولوژیکی
یالهای شمالی و جنوبی تاقدیس راوندی ۱۱۵
۴-۱۹- چگونگی جریان آب زیرزمینی از اعماق به سمت بالا در یال
شمالی تاقدیس راوندی ۱۱۷

شکل صفحه

۴-۲۰- چگونگی جریان آب رودخانه بر روی تاقدیس راوندی در گذشته ۱۱۸
۴-۲۱- چگونگی بالا بودن سطح ایستابی و وجود جریانهای عمقی از
محدوده گمانه HM28 به داخل تنگه و گمانه HM35 .....۱۱۹

فصل اول

تکنیکهای ردیابی آبهای زیرزمینی و مروری بر تحقیقات گذشته

۱-۱- مقدمه

همزمان با رشد جمعیت ومتعاقب آن ، توسعه صنعت و کشاورزی، نیاز روز افـزون به آب و انرژی احساس می شود . بنابراین احداث سد به عنوان یک امر زیر بنایی جهـت مهار آبهای سطحی و تأمین انرژی مورد توجه قرار میگیرد . در این راستا سرمایه گذاری در امر مطالعات یک نیاز اساسی می‌باشد . بعد از احداث سد در هر منطقـه ، مقـداری از آب داخل مخزن سد از طریق مجاری و درزه و شکافهای موجود در توده سنگهای داخل مخزن و یا تکیه گاهها و پی سد خارج می‌گردد و اصولاًهیچ سدی را نمی توان یافت کـه میزان آب بندی آن صد در صد باشد. اما اگر این فـرار آب از حـد مجـازی بیشـتر شـود باعث کاهش بازده سد می‌گردد و گاهی سد را بطور کامل بدون اسـتفاده مـی کنـد . در کشور ما نیز در گذشته با چنین مسئله ای مواجه شده ایم ، بطوریکه این مشکلات هنوز حل نشده باقی مانده اند . فرار مقادیر زیادی آب در سدهای لار ، پانزده خرداد و مـارون هشداری است تا از وقوع این پدیده در پروژه های آتی سدسازی جلوگیری بعمل آید . با توجه به اینکه فرار آب بیشتر در سدهایی بروز می‌کند که در مناطق کارستی احداث می شوند ، توجه به امر مطالعات پایه ای کارست و شناسایی رفتار هیدروژئولوژی سـازندهای کارستی از اهمیت زیادی برخوردار است .

استفاده از تکنیکهای ردیابی در مطالعات کارست ، خصوصاً جهت بررسـی مسـاله فرار آب به عنوان یک ابزار مناسب مطرح می باشـد ، بویـژه ردیابهـای رنگـی بـه دلیـل داشتن خصوصیات مناسب ردیابی از قبیل قابلیت تشخیص زیاد، سمی نبـودن ، انحـلال بالا در آب و سهولت کاربرد ، از اهمیت ویژه ای برخوردار هستند .

سد سیمره در داخل تنگه ای عمود بر محور تـاقدیس راونـدی در ۳۵ کیلومـتری شمال غرب شهرستان دره شهر احداث می‌گردد . رخنمون عمده این تاقدیس سـنگهای کربناته آسماری – شهبازان می باشد کـه سـازند تبخـیری گچسـاران بـر روی آن قـرار

گرفته است . هدف از این مطالعه ، بررسی توسعه کارست در سازند آسماری در تکیه گاه چپ سد سمیره با استفاده از ماده رنگی رودامین B می باشد .

۱-۲-کلیات ردیابی

ردیاب ماده یا انرژی است که بوسیله آب حمل شده و اطلاعاتی راجع به محل تغذیه ،جهت حرکت ، سرعت حرکت ، نوع جریان آب و همچنین آلوده کننده‌هایی که بوسیله آب منتقل می شوند، به ما می دهد . بطور کلی رفتار فیزیکی و شیمیایی ردیابها در آب اهمیت زیادی دارد و بر همین اساس یک ردیاب خوب ، ردیابی است که خصوصیات لایه آبدار را نشان دهد و با همان سرعت و جهتی حرکت کندکه آب زیر زمینی حرکت می کند . بدین ترتیب می تواند حاوی اطلاعات مفیدی باشد . مطالعه دقیق ردیابها می تواند جهت تعیین مواردی از قبیل خصوصیات هیدرودینامیکی لایه آبدار ، حجم ذخیره ای کارست ، زمان ماندگاری ، نواحی تغذیه و مرزهای حوضه آبگیر چشمه های کارستی به کار رود .

قبل از انجام مطالعه ردیابی ، مطالعات زمین شناسی ، هواشناسی و هیدرولوژی ، هیدروشیمی منابع آب ، ژئوفیزیک ،غار شناسی ، مطالعات بیولوژیکی ومطالعات ایزوتوپی باید در منطقه صورت بگیرد . اگر چه با توجه به هدف مطالعه ردیابی در مواردی ممکن است کلیه مطالعات فوق انجام نگیرد ، ولی معمولاً به دلیل هزینه بالا ومورد نیاز بودن امکانات بیشتر ، مطالعه ردیابی بعنوان آخرین بخش از مطالعات مطرح می باشد .

۱-۳- انواع ردیابها

به نظر Ford & William (1989) ردیابها به سه دسته اصلی تقسیم می‌شوند که شامل ردیابهای طبیعی (Natural Labeles) ، پالسها (Pulses) و ردیابهای مصنوعی (Artificial Lables) می باشند . ردیابهای طبیعی شامل سه گروه، میکروارگانیسم های گیاهی و جانوری (Flora and Fauna) ، یونهای موجود در محلول و ایزوتوپهای محیطی می باشند .