دانشگاه کردستان
دانشکده فنی و مهندسی
گروه مهندسی عمران

عنوان:

ارزیابی عملکرد ابزار دقیق برخی از سدهای بتنی کشور و مقایسه نتایج آن با نتایج تحلیل برگشتی (مطالعه موردی)

پژوهشگر:

حامد مهدیلو ترکمانی

استاد راهنما:

آقای دکتر محمد اسماعیل نیا عمران

پایان نامه کارشناسی ارشد رشته مهندسی عمران گرایش سازه

اسفند ماه ۱۳۸۸

بسم الله الرحمن الرحيم

کلیه حقوق مادی و معنوی مترتب بر نتایـج مطالعات،

ابتکارات و نوآوری های ناشی از تحقیق موضوع

این پایان‌نامه (رسـاله) متعلق به دانشـگاه کردستان است.

تعهد نامه

اینجانب **حامد مهدیلو ترکمانی** دانشجوی کارشناسی ارشد رشته **مهندسی عمران** گرایش **سازه** دانشگاه کردستان، دانشکده **فنی و مهندسی** گروه **مهندسی عمران** تعهد می نماییم که محتوای این پایان نامه نتیجه تلاش و تحقیقات خود بوده و از جایی کپی برداری نشده و به پایان رسانیدن آن نتیجه تلاش و مطالعات مستمر اینجانب و راهنمایی و مشاوره اساتید بوده است.

با تقدیم احترام

حامد مهدیلو ترکمانی

۱۳۸۸ / ۱۲ / ۵

دانشگاه کردستان

دانشکده فنی و مهندسی

گروه مهندسی عمران

پایان نامه کارشناسی ارشد رشته مهندسی عمران گرایش سازه

عنوان:

ارزیابی عملکرد ابزار دقیق برخی از سدهای بتنی کشور و مقایسه نتایج آن با نتایج تحلیل برگشتی (مطالعه موردی)

پژوهشگر:

حامد مهدیلو ترکمانی

در تاریخ ۱۳۸۸/۱۲/۱۲ توسط کمیته تخصصی وهیات داوران زیر مورد بررسی قرار گرفت و با نمره ۱۹/۵ و درجه عالی به تصویب رسید.

هیات داوران	نام و نام خانوادگی	مرتبه علمی	امضاء
۱ـ استاد راهنما	دکتر محمد اسماعیل نیا عمران	استادیار	
۳ـ استاد داور خارجی	دکتر محمود یزدانی	استادیار	
۴ـ استاد داور داخلی	دکتر فرزین فاروقی	استادیار	

مهر و امضاء گروه مهندسی عمران

مهر و امضاء معاون پژوهشی و تحصیلات تکمیلی دانشکده

تقدیم به:

پدر فداکارم

مادر مهربانم

و خانواده عزیزم

تشکر و قدردانی

با حمد و سپاس از درگاه خداوند متعال که تمام هستی از آن اوست.

تهیه و تدوین مجموعه حاضر، مرهون آموخته هایی می‌باشد که به تدریج و در طول سالیان متمادی تحصیل گردیده است. لذا تشکر و قدردانی از پدر و مادر بزرگوارم و کلیه معلمان، اساتید و دوستانی که توفیق استفاده از محضرشان را داشته ام را بر خود واجب می‌دانم.

به ثمر رسیدن این پایان نامه مدیون و مرهون زحمات دلسوزانه و بی دریغ و راهنمایی هایی پدرانه جناب آقای دکتر محمد اسماعیل نیا عمران می باشد و در طول این مدت، علاوه بر علم آموزی، درس اخلاق نیز از ایشان آموختم. لذا جا دارد نهایت سپاس و تشکر را از ایشان داشته باشم.

همین طور از شرکت مهندسین مشاور مهاب قدس که همکاری های لازم را جهت دسترسی به اطلاعات لازم برای انجام این پروژه مبذول داشتند قدردانی می کنم.

در پایان، از زحمات تمامی دوستانی که در طول این مقطع مشوق و راهنمای من بودند تشکر و قدردانی می‌نمایم.

چکیده

ارزیابی و بررسی رفتار سدهای بزرگ همیشه به عنوان یکی از مباحث مهم دنیا مطرح بوده است. بنابراین، نصب ابزار رفتارنگاری در پی و بدنه سدها بسیار مهم و ضروری می‌باشد. ابزار دقیق تجهیزاتی هستند که روی بدنه سدها نصب شده و پارامترهای مورد نیاز را اندازه گیری می‌کنند. این پارامترها ممکن است شامل مقادیر فشارهای برکنش، نشت، ارتفاع پیزومتریک، تراز آب، تغییر شکل ها و جا به جایی ها، تغییرات دما و یا شتاب های ناشی از زلزله باشد.

در این تحقیق، ابتدا ابزار دقیق نصب شده در سدها بتنی مورد مطالعه قرار گرفته اند و در ادامه سیستم رفتار نگاری سد بتنی دوقوسی کارون ۳ به لحاظ کمی و کیفی ارزیابی شده و رفتارسنجی این سد با استفاده از نتایج ابزار دقیق انجام شده است. سپس، رفتار سد بتن غلتکی جگین با استفاده از نتایج ابزار دقیق و انجام تحلیل برگشتی (با استفاده از نرم افزار اجزای محدود ANSYS) مورد بررسی قرار گرفته و با انجام تحلیل دینامیکی تاریخچه زمانی روی سد جگین، پایداری این سد تحت بارهای وارده کنترل شده است.

نتایج بدست آمده نشان می‌دهند که هر دو سد کارون ۳ و جگین در دوران آبگیری رفتار طبیعی و مناسبی از خود نشان داده اند و ابزار دقیق نصب شده به لحاظ کمی و کیفی در وضعیت خوبی قراردارند.

همچنین، نتایج تحلیل برگشتی سد جگین در دوران بعد از اولین آبگیری همخوانی خوبی با نتایج حاصل از قرائت دستگاه های رفتارنگاری دارد. لذا می‌توان چنین نتیجه گیری نمود که تحلیل برگشتی روشی مناسب برای رفتارسنجی سدها در دوران بهره برداری می‌باشد.

کلمات کلیدی: رفتارسنجی، ابزار دقیق، سد کارون ۳، سد جگین، تحلیل برگشتی، تحلیل دینامیکی

فهرست مطالب

عنوان **صفحه**

مقدمه **۱**

فصل اول (معرفی انواع ابزار دقیق و کاربرد آن) **۸**

۱-۱- مقدمه ۹

۱-۲- معیار طراحی ابزار دقیق سد های وزنی ۱۰

۱-۳- موارد کنترل و انواع ابزار دقیق در سدهای بتنی ۱۱

۱-۳-۱- جابه جایی افقی ۱۱

۱-۳-۲- جابه جایی قائم (نشست) ۱۳

۱-۳-۳- شیب سنجی ۱۵

۱-۳-۴- درزه سنجی ۱۶

۱-۳-۵- اندازه گیری ترک ۱۷

۱-۳-۶- کنترل تنش ۱۷

۱-۳-۷- اندازه گیری کرنش ۱۸

۱-۳-۸- اندازه گیری فشار برکنش ۱۸

۱-۳-۹- اندازه گیری نشت آب ۲۰

۱-۳-۱۰- اندازه گیری دما و تراز سطح آب ۲۲

۱-۳-۱۱- تراز آب مخزن ۲۴

۱-۴- تحلیل داده ها ۲۴

۱-۵- تواتر بازرسی و رفتار سنجی ۲۵

فصل دوم (ارزیابی کمی و کیفی دستگاه های رفتارنگاری سد کارون ۳ با استفاده از نتایج ابزار دقیق) **۲۷**

۲-۱- مقدمه ۲۸

۲-۲- مشخصات کلی سد کارون ۳ ..... ۲۹

۲-۲-۱- تاریخچه شروع و پایان سد ۲۹

۲-۲-۲- مشخصات توپوگرافی ۲۹

۲-۲-۳- شرایط آب و هوایی ۳۱

۲-۲-۴- مشخصات فنی سد و نیروگاه کارون ۳ ..... ۳۱

۲-۲-۵- مشخصات هیدرولیکی ۳۲

۲-۲-۶- رسوب گذاری در مخزن ۳۲

۲-۲-۷- مشخصات زمین شناسی و ژئوتکنیکی ۳۴

۲-۲-۸- لرزه‌خیزی ۳۴

۲-۲-۹- سازه های جنبی ۳۴
۲-۳- سیستم ابزاردقیق سد کارون ۳ ..... ۳۵
۲-۳-۱- معرفی ابزار دقیق ۳۵
۲-۳-۲- جانمایی ابزار دقیق بدنه سد ۳۸
۲-۴- ارزیابی نتایج ابزار دقیق ۳۹
۲-۴-۱- تراز آب مخزن و دمای محیط ۴۰
۲-۴-۲- نتایج اندازه گیری جابه جایی افق ۴۳
۲-۴-۳- نتایج تغییر شکل پی و تکیه گاه ها ۵۰
۲-۴-۴- نتایج درزه سنج ها ۵۲
۲-۴-۵- نتایج شیب سنج ها ۵۲
۲-۴-۶- نتایج ایستگاه های شتاب نگاری ۵۳
۲-۴-۷- فشار برکنش ۵۳
۲-۴-۸- نتایج پیزومترها ۵۵
۲-۵- نواقص و مشکلات موجود در شبکه رفتارنگاری ۵۶
۲-۶- نتیجه گیری ۵۶

فصل سوم (ارزیابی عملکرد ابزار دقیق و مقایسه آن با نتایج تحلیل برگشتی سد جگین) ۵۸
۳-۱- مقدمه ۵۹
۳-۲- مشخصات کلی سد جگین ۵۹
۳-۲-۱- مشخصات هیدرولیکی ۶۰
۳-۲-۲- شرایط آب و هوایی ۶۱
۳-۲-۳- مشخصات زمین شناسی و ژئوتکنیکی ۶۱
۳-۲-۴- هندسه بدنه سد ۶۲
۳-۳- سازه های جنبی ۶۲
۳-۳-۱- فراز بند ۶۲
۳-۳-۲- نشیب بند ۶۳
۳-۴- سیستم ابزار دقیق سد جگین ۶۳
۳-۴-۱- معرفی ابزار دقیق بدنه سد جگین ۶۳
۳-۴-۲- مبانی طراحی ابزار دقیق سد جگین ۶۶
۳-۴-۳- اهداف ابزاربندی ۶۶
۳-۴-۴- جانمایی ابزار دقیق بدنه سد جگین ۶۷
۳-۵- تحلیل برگشتی ۷۰
۳-۵-۱- معرفی نرم افزار اجزای محدود ANSYS ۷۰
۳-۵-۲- مدلسازی بلوک ها برای تحلیل برگشتی ۷۱
۳-۶- تحلیل دینامیکی سد جگین ۷۴

۳-۶-۱- مدل اجزای محدود سد جگین ۷۵
۳-۶-۲- لرزه خیزی و برآورد خطر زمین لرزه ۷۷
۳-۶-۳- بارگذاری ۷۸
۳-۷- ارزیابی نتایج داده های ابزار دقیق ۷۹
۳-۶-۱- تغییرات تراز آب مخزن و دما ۷۹
۳-۶-۲- نتایج اندازه گیری جابه جایی افقی ۸۰
۳-۶-۳- نتایج تغییر شکل پی و تکیه گاه ها ۸۳
۳-۶-۴- نتایج شیب سنج ها ۸۴
۳-۶-۵- نتایج درزه سنج ها ۸۴
۳-۶-۶- فشار برکنش ۸۶
۳-۶-۷- نتایج پیزومترها ۸۶
۳-۶-۸- اندازه گیری دبی زهکشی ۸۷
۳-۸- بررسی نتایج تحلیل برگشتی و مقایسه آن با نتایج ابزار دقیق ۸۸
۳-۹- کنترل پایداری سد جگین با استفاده از تحلیل دینامیکی ۹۱
۳-۹-۱- معیارهای تحلیل بدنه سد ۹۲
۳-۹-۲- ترکیبات بار گذاری و ضرایب اطمینان ۹۲
۳-۹-۳- تحلیل استاتیکی ۹۴
۳-۹-۴- تحلیل دینامیکی ۹۵
۳-۹-۵- کنترل پایداری و ایمنی ۹۹
۳-۱۰- نتیجه گیری ۹۹

جمع بندی و نتیجه گیری ۱۰۳
۱- نتیجه گیری ۱۰۴
۲- پیشنهاداتی برای ادامه مطالعات در آینده ۱۰۶

منابع ۱۰۷

فهرست جداول

عنوان **صفحه**

فصل اول

جدول ۱-۱: دوره اول (آبگیری) پنج سال اول عمر طرح ۲۶

جدول ۱-۲: دوره دوم (پنج سال دوم عمر طرح) ۲۶

جدول ۱-۳: دوره سوم (حالت پایدار) ۲۶

فصل دوم

جدول ۲-۱: تعداد ایستگاه ها و تناوب قرائت ها ۳۶

جدول ۲-۲: حداکثر حرکات افقی پی بلوک های مختلف بدنه سد در طول دوره آبگیری ۴۸

جدول ۲-۳: حداکثر حرکات افقی بلوک های مختلف بدنه سد در انتهای دوره ۴۹

جدول ۲-۴: تغییر شکل کلی پی و تکیه گاه ها ۵۱

جدول ۲-۵: چرخش و جا به جایی بلوک ۱۳ از بالادست به پایین دست ۵۲

فصل سوم

جدول ۳-۱: مشخصات ژئومکانیکی ساختگاه سد ۶۱

جدول ۳-۲: انواع ابزار دقیق نصب شده در سد جگین ۶۴

جدول ۳-۳: مشخصات موقعیت دستگاه های اندازه گیری فشار برکنش ۶۹

جدول ۳-۴: مشخصات هندسی مدل های اجزای محدود برای بلوک ها(متر) ۷۱

جدول ۳-۵: مشخصات مصالح در مدل اجزای محدود ۷۳

جدول ۳-۶: مشخصات بتن و پی در مدل اجزای محدود ۷۷

جدول ۳-۷: مشخصات آب مخزن ۷۷

جدول ۳-۸: بیشینه شتاب های افقی و قائم در سطوح مختلف طراح ۷۸

جدول ۳-۹: ضریب اطمینان متناظر با ترکیبات بارگذاری ۹۳

جدول ۳-۱۰: نتایج کنترل پایداری برای سد جگین برای ترکیبات بارگذاری ۹۹

فهرست اشکال

عنوان **صفحه**

فصل اول

شکل ۱-۱: نمونه ای از پاندول مستقیم ۱۲
شکل ۱-۲: نمونه ای از درزه سنج ۱۷
شکل ۱-۳: نمونه ای از ترموکوپل و ترمومتر ۲۳

فصل دوم

شکل ۲-۱: موقعیت جغرافیایی سد کارون ۳ ..... ۳۰
شکل ۲-۲: نمایی از بدنه سد و سازه های وابسته ۳۳
شکل ۲-۳: نقشه جانمائی سد و سازه های وابسته ۳۳
شکل ۲-۴: نقشه جانمایی ابزاردقیق سد و سازه های وابسته ۳۷
شکل ۲-۵: ایستگاه های دبی سنجی بدنه سد ۴۰
شکل ۲-۶: نمودار تغییرات تراز آب مخزن ۴۱
شکل ۲-۷: نمودار تغییرات دمای روزانه ۴۱
شکل ۲-۸: نمودار تغییرات دمای بدنه سد (بلوک ۱۳ تراز ۷۲۶) ۴۲
شکل ۲-۹: نمودار تغییرات دمای بدنه سد (بلوک ۱۳ تراز ۸۲۸) ۴۲
شکل ۲-۱۰: نتایج پاندول بلوک ۵ (جابه جایی از بالادست به پایین دست) ۴۳
شکل ۲-۱۱: نتایج پاندول بلوک ۵ (جابه جایی از چپ به راست) ۴۴
شکل ۲-۱۲: نتایج پاندول بلوک ۹ (جابه جایی از بالادست به پایین دست) ۴۴
شکل ۲-۱۳: نتایج پاندول بلوک ۹ (جابه جایی از چپ به راست) ۴۵
شکل ۲-۱۴: نتایج پاندول بلوک ۱۳ (جابه جایی از بالادست به پایین دست) ۴۵
شکل ۲-۱۵: نتایج پاندول بلوک ۱۳ (جابه جایی از چپ به راست) ۴۶
شکل ۲-۱۶: نتایج پاندول بلوک ۱۷ (جابه جایی از بالادست به پایین دست) ۴۶
شکل ۲-۱۷: نتایج پاندول بلوک ۱۷ (جابه جایی از چپ به راست) ۴۷
شکل ۲-۱۸: نتایج پاندول بلوک ۲۲ (جابه جایی از بالادست به پایین دست) ۴۷
شکل ۲-۱۹: نتایج پاندول بلوک ۲۲ (جابه جایی از چپ به راست) ۴۸
شکل ۲-۲۰: تغییر شکل پی در تراز ۶۵۱ بلوک ۱۱ ..... ۵۰
شکل ۲-۲۱: تغییر شکل پی در تراز ۶۸۱ سمت چپ ۵۰
شکل ۲-۲۱: تغییر شکل پی در تراز ۶۸۱ سمت راست ۵۱
شکل ۲-۲۲: نمونه ای از زلزله ثبت شده توسط سیستم شتاب نگاری بدنه سد (تراز ۸۵۰ بلوک ۱۳) ۵۳
شکل ۲-۲۳: نمودار تغییرات فشار برکنش نسبت به زمان (بلوک ۱۳ تراز ۶۵۱) ۵۴

شکل ۲-۲۴: نمودار تغییرات تراز پیزومتریک نسبت به زمان (بلوک ۱۱ تراز ۶۵۱) ۵۵
شکل ۲-۲۵: نمودار تغییرات تراز پیزومتریک نسبت به زمان (گالری ۷۱۱ راست) ۵۵

فصل سوم

شکل ۳-۱: نمایی از سد جگین ۶۰
شکل ۳-۲: نقشه جانمایی ابزار دقیق بدنه سد جگین ۶۵
شکل ۳-۳: مدل مش بندی شده بلوک ۲ ..... ۷۲
شکل ۳-۴: مدل مش بندی شده بلوک ۸ ..... ۷۲
شکل ۳-۵: مدل مش بندی شده بلوک ۱۱ ..... ۷۳
شکل ۳-۶: نمایی از بالادست سد جگین ۷۵
شکل ۳-۷: مدل اجزای محدود بلوک ۸ سد جگین ۷۶
شکل ۳-۸: نمودار تغییرات تراز آب مخزن و دمای هوای محیط اطراف سد ۸۰
شکل ۳-۹: نتایج پاندول بلوک ۲ (جابه جایی از چپ به راست) ۸۱
شکل ۳-۱۰: نتایج پاندول بلوک ۸ (جابه جایی از چپ به راست) ۸۲
شکل ۳-۱۱: نتایج پاندول بلوک ۱۱ (جابه جایی از چپ به راست) ۸۲
شکل ۳-۱۲: تغییر شکل پی در بلوک ۵، گالری DG1 ..... ۸۳
شکل ۳-۱۳: نمودار چرخش بالادست به پایین دست بلوک ۲، گالری DG5 ..... ۸۵
شکل ۳-۱۴: بازشدگی درزه بین بلوک های ۵ و ۶ ..... ۸۵
شکل ۳-۱۵ نمودار تغییرات فشار برکنش نسبت به زمان (بلوک ۵ تراز ۸۱) ۸۶
شکل ۳-۱۶ نمونه ای از نتایج پیزومترها (پیزومتر یک، تکیه گاه راست) ۸۷
شکل ۳-۱۷: نمونه ای از نتایج اندازه گیری دبی زهکشی (گالری DG6) ۸۷
شکل ۳-۱۸: نمودار جابه جایی بالادست به پایین دست بلوک ۲ تراز ۹۹ ..... ۸۸
شکل ۳-۱۹: نمودار جابه جایی بالادست به پایین دست بلوک ۲ تراز ۱۱۹/۴ ..... ۸۹
شکل ۳-۲۰: نمودار جابه جایی بالادست به پایین دست بلوک ۸ تراز ۸۱ ..... ۸۹
شکل ۳-۲۱: نمودار جابه جایی بالادست به پایین دست بلوک ۸ تراز ۱۰۲ ..... ۹۰
شکل ۳-۲۲: نمودار جابه جایی بالادست به پایین دست بلوک ۸ تراز ۱۲۳ ..... ۹۰
شکل ۳-۲۳: نمودار جابه جایی بالادست به پایین دست بلوک ۱۱ تراز ۱۲۳ ..... ۹۱
شکل ۳-۲۴: مولفه افقی شتاب زلزله السنترو (شمال-جنوب) ۹۳
شکل ۳-۲۵: مولفه افقی شتاب زلزله بم (شرق- غرب) ۹۳
شکل ۳-۲۶: کانتور تنش اصلی σ_1 ..... ۹۴
شکل ۳-۲۷: کانتور تنش اصلی σ_3 ..... ۹۴
شکل ۳-۲۸: نمودار تنش اصلی σ_1 در طول اعمال زلزله السنترو ۹۵
شکل ۳-۲۹: کانتور تنش اصلی σ_1 برای زلزله السنترو ۹۵
شکل ۳-۳۰: نمودار تنش اصلی σ_3 در طول اعمال زلزله السنترو ۹۶

شکل ۳-۳۱: کانتور تنش اصلی σ_3 برای زلزله السنترو ۹۶
شکل ۳-۳۲: نمودار تنش اصلی σ_1 در طول اعمال زلزله بم ۹۷
شکل ۳-۳۳: کانتور تنش اصلی σ_1 برای زلزله بم ۹۷
شکل ۳-۳۴: نمودار تنش اصلی σ_3 در طول اعمال زلزله بم ۹۸
شکل ۳-۳۵: کانتور تنش اصلی σ_3 برای زلزله بم ۹۸

مقدمه

مقدمه

سدها از نظر اقتصادی، اجتماعی و سیاسی دارای اهمیت بسیار زیادی می باشند. نقش سدها در توسعه کشاورزی، عمران مناطق روستایی و شهری، تامین آب آشامیدنی، تولید انرژی، کنترل و تنظیم شدت جریان آب در رودخانه ها و ... قابل توجه است. به علت بالا بودن هزینه ساختمان سدها و نیز شدت وخامت عواقب ناشی از ناپایداری سدها، مسئله حفاظت و نگهداری و ارزیابی مستمر پایداری سدها از اهمیت ویژه ای برخوردار می باشد. با توجه به این واقعیت که افزایش ضریب ایمنی در پروژه، افزایش صعودی هزینه ها را در بر دارد، تضمین وضعیت پایداری سد در کلیه مراحل طراحی، اجرا و بهره برداری ضروری می باشد. به دلیل ماهیت خاص پروژه های سدسازی و عدم اطمینان کامل از درستی مشخصات و پارامترهای ژئومکانیکی ارزیابی شده برای توده سنگ، تعیین دقیق ضریب ایمنی واقعی در این نوع پروژه ها امکان پذیر نمی باشد.

علیرغم پیشرفت قابل توجه علوم مهندسی و نقش تعیین کننده سدها در پیشبرد تمدن بشری و نیاز مبرم به این سازه بزرگ، ناهمگن و غیر قابل پیش بینی بودن کامل توده سنگ در طبیعت و اشتباهات یا عدم توجه کافی انسان در طراحی، اجرا و بهره برداری صحیح از سد، باعث بروز اتفاقات ناگواری ناشی از ناپایداری و شکستن سدها شده است. نتیجه گیری کلی از تجارب ناگوار ناپایداری سدها و تلفات جانی و اقتصادی جبران ناپذیر مرتبط با آن و بررسی مشاهدات و اندازه گیری های قبل از ناپایداری، این بود که پیش بینی بسیاری از این موارد ناپایداری و مقابله با عوامل موثر در ایجاد آن ممکن بوده است[۱].

آمار عملکرد سدها بیانگر این واقعیت است که ۱٪ از سدها ناپایدار بوده و بر اساس آمار کمیته بین المللی سدهای بزرگ، طی صد سال گذشته، تنها در اثر خرابی سدهای بزرگ حدود هیجده هزار تلفات جانی و خسارات سنگین اقتصادی وارد آمده است. هر فاجعه با دلسردی عموم و تکاپوی گسترده مجامع رسمی جهت بررسی عوامل خرابی روبرو شده است. در حال حاضر، بسیاری از سدهای جهان در صورت خرابی عواقب فاجعه آمیز و غیرقابل جبران در پی خواهند داشت. بررسی ها نشان داده است که بیشتر این سازه ها آن طور که طراحی شده اجرا نگردیده اند. پیامدهای خرابی سد بتنی دوقوسی مالپاست فرانسه (۱۹۵۹) سد بتنی دو

قوسی وایونت ایتالیا (۱۹۶۳) و سد خاکی تیتان آمریکا(۱۹۷۶) نمونه های بارزی از شدت وخامت عواقب ناشی از شکست سدها می باشد. لازم به توضیح است که سدهای مالپاست و تیتان فاقد سیستم ابزاردقیق و رفتارسنجی بوده اند[۲].

جهت پیشگیری از گسیختگی سد در اثر عوامل مختلف، رفتارسنجی مستمر سد ضروری می‌باشد. به این منظور، با استفاده نصب از ابزاردقیق در محل‌های مناسب، قرائت دوره‌ای و تفسیر داده‌های رفتارسنجی به همراه تحلیل برگشتی داده‌ها، در صورت لزوم، می‌توان قریب به یقین ترین عامل ناپایداری را پیش بینی نموده و اقدامات لازم در جهت مقابله با آن را معمول داشت.

به کمک نتایج رفتارسنجی و مطالعه روند تغییرات داده‌های ابزاردقیق، در بسیاری از موارد، می‌توان پدیده‌هایی را که در حال فرسایش، تضعیف و تخریب سد می‌باشند کشف و پیش از وقوع از آنها اجتناب کرد، یا تاثیر آنها را تقلیل داد و یا نهایتا در وقت کافی، با انجام اقدامات لازم، خسارات احتمالی وارده به اهالی و تاسیسات پایین دست سد را به حداقل ممکن رساند.

رفتارسنجی در سدهای بتنی تا اوایل قرن بیستم صرفا به نقشه‌برداری توپوگرافیک و سنجش تغییر مکان‌ها در صفحه افقی خلاصه می‌شد. لیکن، هرقدر ارتفاع این سدها افزایش می‌یافت و از ضخامت آنها کاسته می‌شد، الزاما تکنیک‌های رفتارسنجی نیز توسعه می‌یافت و به تدریج به عنوان یکی از ارکان اصلی طراحی پروژه و عامل اصلی ارزیابی پایداری به حساب آمد. بنابراین، تکنولوژی احداث سدهای بزرگ و مرتفع زمینه‌های رفتارسنجی مفصل‌تر و دقیق‌تر و استفاده از ابزاردقیق متنوع و کامل‌تری را به همراه داشت[۳].

در ایران نیز موضوع رفتارسنجی و کنترل ایمنی سدها سابقه ای ۵۰ ساله دارد. از سال ۱۳۳۹ با اتمام عملیات ساختمانی سد گلپایگان و نیز به بهره‌برداری رسیدن سد کرج و دز، بحث ایمنی و پایداری در سدهای ایران مد نظر قرار گرفت. از این سال تا پیروزی انقلاب اسلامی ۹ سد در کشور به بهره برداری رسیده بود. پایداری و ایمنی این سدها عموما توسط مشاورین بین المللی و طراحان همان سدها انجام می گرفت. بعد از پیروزی انقلاب، امر مهم کنترل و پایداری در سدها بلاتصدی بود تا اینکه گروه کنترل و پایداری در مؤسسه تحقیقات منابع آب تشکیل شد.

اولین قرارداد کنترل پایداری در سال ۱۳۶۴ با شرکت مهاب قدس و مشارکت طراحان سوئیسی منعقد گردید که تا اواخر سال ۱۳۶۹ ادامه یافت. از سال ۱۳۷۱ تا ۱۳۷۷ مجددا قراردادی جهت کنترل و پایداری ۱۱ سد بتنی و ۸ سد خاکی با شرکت مهاب قدس منعقد گردید. در این قرارداد مطالعات هیدرولوژی، برنامه ریزی منابع آب ، لرزه خیزی، تحلیل استاتیکی و دینامیکی، بازدید فنی از بدنه و تجهیزات پیش بینی گردیده و نیز ارزیابی سالیانه و ادواری ۵ ساله در نظر گرفته شده بود.

در این مدت موارد و نقایصی در بسیاری از سدهای کشور مشاهده شده است که می‌توان به مواردی از آنها به شرح زیر اشاره نمود.[۴]:

۱- ترک های افقی و ۴۵ درجه در پایه ها (سد لتیان و سد سفیدرود)

۲- ترک در سقف و دیواره گالری‌ها و تونل‌ها (سد لتیان، سد سفیدرود، سد بوکان)

۳- فرسایش و کاویتاسیون در سرریز (سد شهید عباسپور، سد پیشین، سد قشلاق، سد وحدت، سد میناب)

۴- رسوب در کانال‌های تخلیه (سد پیشین، سد دز، سد صلاح الدین‌کلا)

۵- بازشدگی درزه‌های ساختمانی، رطوبت و نشت آب و فرار آب از درزه ها (سد سفیدرود، سد بوکان، سد سنبل رود)

۶- ترک در تکیه گاه‌ها و پایه بدنه سد و سرریز (سد شهید عباسپور، سد دز)

۷- ترک در صخره‌ها و ریزش سنگ‌ها و خوردگی در نشیمن‌گاه ها (سد دز در محل آستانه سرریز و سد شهید عباسپور در محل اتصال سرریز به جداره کوه)

۸- خوردگی و کارکرد نامناسب در اکثر شیرآلات، دریچه‌های خروجی آب، شیرهای پروانه ای، دریچه-های سرریز، آشغالگیرها (سد دز، سد درودزن، سد اکباتان و سد بوکان)

۹- خوردگی بتن، تخریب بتن، مشکل پوشش بتنی، تخریب پوشش بتنی در کف گالری‌ها، کف تخلیه کننده‌ها و کف اتاقک‌های بازدید

۱۰- مشکلات زیست محیطی به علت آبگیری و بهره‌برداری نامناسب (سد شهید عباسپور، سد اکباتان)

۱۱- عدم کارایی بعضی از ابزار اندازه گیری

اما، عمده‌ترین مشکل موجود در رفتارسنجی سدها در ایران، عدم طراحی شبکه منطقی و سیستماتیک ابزاردقیق می باشد. تردیدی در این واقعیت وجود ندارد که در حال حاضر تکنولوژی ساخت ابزاردقیق به مراتب جلوتر از سطح دانش و عملکرد مهندسین ابزاردقیق پروژه ها می باشد. به همین دلیل، اکثر مشکلاتی که در عملکرد ابزاردقیق نصب شده در پروژه‌ها پیش می آید، اشکال‌های ناشی از مسایل مربوط به استفاده کننده به مراتب بیش از موارد نقص ابزاردقیق می‌باشد. همچنین، به علت عدم شناخت اهمیت رفتارسنجی در پروژه‌های سدسازی، معمولا علیرغم تمایل زیاد به خرید ابزاردقیق گران قیمت، متاسفانه هزینه کافی برای استفاده از مهندسین ابزاردقیق باتجربه و صاحب نظر صرف نمی‌شود[۴].

به منظور استفاده بهینه از تکنولوژی ابزاردقیق، علاوه بر شناخت کافی از پارامترهای مورد نظر برای رفتارسنجی، باید درک کاملی از ابزاردقیقی که انتخاب می‌شود، بدست آید و سطح کیفی شناخت و عملکرد مهندسین ابزاردقیق نیز ارتقا یابد.

از نقطه نظر ابزار بندی، عمر سد شامل سه مرحله ساخت، آبگیری اولیه و بهره‌برداری است. هدف ابزار بندی و شرایط بارگذاری با این سه مرحله تغییر می‌نماید. بنابراین، بعضی اندازه‌گیری‌ها و ابزار مربوطه‌شان فقط مربوط به اطلاعات دو مرحله اول می‌شود. تناوب اندازه گیری‌ها نیز با این مراحل تغییر می‌نماید و در زمان اجرا و آبگیری معمولا در فواصل زمانی کمتر و در زمان بهره‌برداری بنا به نوع ابزار تناوب زمانی بیشتری به کار می‌رود.

همانطوری که اشاره شد، ابزار دقیق در سه مرحله طراحی، اجرا و بهره برداری مورد استفاده قرار می گیرد. در مرحله طراحی با توجه به اطلاعات و نتایج بدست آمده از پروژه‌های دیگر و مطالعه موردی طرح ارائه شده به واقعیت نزدیکتر می‌شود. در مرحله اجرا، طرح اجرا شده مرتبا با ابزار دقیق کنترل می‌شود و با توجه به نتایج بدست آمده می‌توان طرح را در صورت نیاز تغییر داد و به شرایط واقعی نزدیکتر نمود. در مرحله بهره برداری سد از لحاظ پایداری کنترل می‌شود و با استفاده از نتایج ابزار دقیق و انجام تحلیل برگشتی می‌توان در مورد پایداری و ایمنی سد اظهار نظر کرد.