

بررسی مصرف آب در نیروگاههای حرارتی و ارائه راهکارهای اصلاح الگوی مصرف

علی عیسی پور

شهرام عابدی

شرکت برق منطقه‌ای تهران

واژه‌های کلیدی: کندانسور، برج خنک کن و خلاء

چکیده

آب مهم‌ترین ماده حیات و آبادانی است. این ماده سرآغاز حیات و جزء اصلی تمام موجودات زنده است. در قرآن کریم پنجاه و شش آیه در مورد پیدایش و اهمیت آب و وابستگی حیات به این ماده ارزشمند آورده شده است. به دلیل موقعیت خاص جغرافیایی کشور، کاهش ریزش‌های جوی و محدودیت‌های منابع آب سهم ایران از کل منابع تجدید شونده در جهان تنها ۰/۳۴ درصد می‌باشد و با توجه به ساکن بودن یک درصد از کل جمعیت جهان در کشور، ایران فقیرترین کشور از لحاظ منابع آبی سرانه در قاره آسیا است. دفتر فنی نظارت بر تولید شرکت برق منطقه‌ای تهران برای دستیابی به راهکارهای اصلاح و تعیین نقشه راه مدیریت استفاده از آب در نیروگاههای حرارتی تحت پوشش، اقدام به تشکیل کمیته‌ای تحت عنوان کمیته آب که متشکل از مدیران امور شیمی نیروگاههای مورد اشاره بود، نمود. مقاله حاضر که نتیجه بررسی‌های کمیته مذکور می‌باشد، ضمن بررسی وضعیت مصرف آب در نیروگاههای منطقه تهران که از مصرف‌کنندگان عمده آب شیرین در منطقه می‌باشند، راهکارهای اصلاح الگو مصرف را با مد نظر قراردادن حفظ کارایی و قابلیت نیروگاهها ارائه می‌نماید.

۱- مقدمه

مکعب آن به طور مستقیم تبخیر می‌شود و تنها بخش کمی از آن به صورت آب‌های سطحی و آب‌های زیر زمینی تأمین‌کننده منابع آبی کشور است. در حال حاضر مجموع کل آب در دسترس کشور ۹۰ میلیارد متر مکعب می‌باشد.

جدول ۱: بارندگی و تبخیر سالیانه در نواحی مختلف جهان بر حسب میلی متر

نام قاره	بارندگی سالیانه	تبخیر واقعی سالیانه
اروپا	۷۳۴	۴۱۵
آسیا	۷۲۶	۴۳۳
آفریقا	۶۸۶	۵۴۷
آمریکا	۱۱۵۹	۷۲۴
استرالیا	۷۳۴	۵۱۰
میانگین کل	۸۰۰	۴۸۵
ایران	۲۵۵	۱۸۰

با توجه به قرار گرفتن ایران در نواحی خشک و نیمه خشک میزان بارندگی و حجم آب‌های شیرین ایران به اندازه کافی نیست و ریزش‌های جوی در همه جا یکسان نمی‌باشد. جدول (۱) میزان بارندگی و تبخیر سالیانه در نواحی مختلف کره زمین را با ایران مقایسه می‌کند.

کشور ایران با این که ۱/۱ درصد از مساحت کل خشکی جهان را به خود اختصاص داده است، فقط ۰/۳۴ درصد از آب‌های موجود در کل خشکی جهان را در اختیار دارد. مجموع بارندگی سالیانه در ایران حدود ۴۰۰ میلیارد متر مکعب است که ۲۸۴ میلیارد متر

جدول شماره ۳: نیروگاههای بخار تحت پوشش

نام نیروگاه	تعداد واحد	ظرفیت هر واحد (MW)	نوع برج
طرشت	۴	۱۰۰	تر
شهیدرجایی (بخار)	۴	۲۵۰	هلر
منتظر قائم (بخار)	۴	۱۴۰	تر
شهیدرجایی (سیکل)	۳	۱۰۰	هلر
منتظر قائم (سیکل)	۳	۱۰۰	هلر
سیکل ترکیبی قم	۲	۱۰۰	ACC
سیکل ترکیبی دماوند	۶	۱۶۰	هلر
بعثت	۳	۷۵	تر

با تشکیل کمیته آب مقرر شد ضمن تشریح وضعیت کنونی روند تأمین و مصرف آب در نیروگاهها، نقاط ضعف و قوت هر یک از نیروگاهها مشخص و راهکارهای اصلاحی تعیین و مورد ارزیابی قرار گرفته تا در صورت تأیید به عنوان طرح بهینه مورد اجرا قرار گیرد.

۳- منابع آب در نیروگاههای مورد مطالعه

به منظور بررسی شرایط عملکردی نیروگاهها در بخش آب، ابتدا منابع تأمین آب نیروگاهها که عمده چاههای عمیق حفر شده در محدوده نیروگاه بوده مورد ارزیابی قرار گرفت که براساس گزارشات دریافتی منابع آب در نیروگاه به شرح جدول (۴) است.

جدول شماره ۴: منابع آب

نام نیروگاه	تعداد چاه (حلقه)	میزان آب خام برداشتی (مترمکعب در روز)
شهیدرجایی	۷	۸۵۰۰
منتظر قائم	۰	۳۶۰۰۰
بعثت	۶	۱۴۰۰۰
قم	۳	۳۰۰
طرشت	۵	۱۷۰۰
دماوند	۸	۳۱۰

بررسی‌های آماری نشان می‌دهد که میانگین مصرف آشکار در کشورهای پیشرفته برای هر نفر در روز ۳۰۰ لیتر است در حالی که مصرف نهان آب برای هر نفر در روز حدود ۶۰۰۰ لیتر می‌باشد و به شرح جدول (۲) برآورد گردیده است.

جدول ۲: موارد مصرف نهان سرانه آب

مورد مصرف	میزان مصرف (لیتر)
آبیاری کشت زارها و تهیه و تولید مواد غذایی	۲۶۰۰
تأمین انرژی (برق، سوخت و ...)	۲۴۰۰
صنایع و معادن	۷۰۰
امور بازرگانی و خدمات	۳۴

میزان بارندگی در ایران حتی از یک سوم میانگین بارندگی در جهان کمتر می‌باشد. پیش‌بینی گردیده است که در سال ۱۴۰۰ کشور ایران با کمبود شدید آب مواجه می‌شود و با کاهش موجودی سرانه آب در سال به کمتر از ۱۰۰۰ متر مکعب، کشور با بحران جدی کم‌آبی رو به رو می‌گردد. با توجه به این موارد لازم است از هم‌اکنون برنامه‌ریزی‌های مناسب انجام پذیرد.

۲- نقش آب در نیروگاههای بخاری

همانگونه که می‌دانیم آب همانند مایه حیات در بدن انسان در نیروگاههای حرارتی به عنوان مایه و یا عامل انتقال انرژی در دو جنبه نقش آفرینی می‌نماید.

الف) در سیکل بخار بعنوان مایه انتقال انرژی، حرارت را از سوخت مصرفی در بویلرها و یا منابع حرارتی دیگر گرفته و با انتقال آن به پره‌های توربین بخار، تبدیل به انرژی جنبشی و در نهایت از طریق ژنراتور تبدیل به انرژی الکتریکی می‌نماید.

ب) در سیستم‌های خنک‌کن و یا کندانسورها، به عنوان سیالی که انرژی حرارتی را جذب نموده و به کمک تجهیزات تعادلی همچون رادیاتورها، فن‌ها و ... به محیط انتقال می‌دهد.

با توجه به دو جنبه کاربردی آب در نیروگاههای بخاری، بررسی آب مصرفی در سه تیپ از نیروگاهها موجود در منطقه تهران با مشخصات مندرج در جدول (۳) انجام پذیرفت.

۴- مصارف آب در نیروگاهها

مصارف آب در نیروگاه به گونه‌های مختلف می‌باشد که با توجه به نوع برج خنک کن و همچنین نوع رژیم شیمی سیکل آب و بخار متفاوت می‌باشد، مصارف عمده آب در نیروگاهها را می‌توان به شرح ذیل دسته‌بندی نمود:

- الف) آب و رودی به تصفیه‌خانه برای تأمین آب دمین
- ب) آب مصرفی در سرویس
- ج) مصرف شرب
- ه) فضای سبز

بطور نمونه جداول میزان و چگونگی مصرف آب برای یک ماه بخش بخار و سیکل ترکیبی نیروگاه شهیدرجایی در جدول شماره (۵) آورده شده است.

همانگونه که در جدول شماره (۴) ملاحظه می‌گردد، مصرف آب در سه نیروگاه طرشت، منتظر قائم و بعثت به نسبت به ظرفیت تولید آنها قابل مقایسه با نیروگاههای با ظرفیت مشابه نبوده و آن هم به علت داشتن برج تر در سیستم خنک‌کن آنها می‌باشد. در همین راستا به منظور شفاف سازی میزان آب مصرفی در نیروگاههای بخاری مختلف، اقدام به محاسبه میزان آب مصرفی به ازای هر مگاوات انرژی الکتریکی تولیدی شده در آنها گردید که نتیجه آن در جدول شماره (۶) آمده است.

جدول شماره ۶: مصرف آب بر اساس میزان انرژی تولیدی

نام نیروگاه	واحد	آب مصرفی
شهیدرجایی بخار	Lit/MWh	۳۲۰
شهیدرجایی سیکل ترکیبی	"	۴۲۰
منتظر قائم بخار	"	۲۳۰۰
منتظر قائم سیکل ترکیبی	"	۳۲۴
بعثت	"	۳۱۰۰
طرشت	"	۱۸۰۰
سیکل ترکیبی دماوند	"	۴۳۵
سیکل ترکیبی قم	"	۷۶

همانگونه که در جدول فوق آمده است مصرف آب در نیروگاههای بخاری با برج تر به طور متوسط ۱۰ برابر نیروگاههای با برج خشک است که بیانگر مصرف بالای آب در برج می‌باشد.

بمنظور تعیین سهم آب مصرفی در هر بخش از نیروگاه اقدام به بررسی شرایط و میزان پساب خروجی از نقاط مختلف نیروگاه شد که از جمله آنها می‌توان به مصرف ذیل اشاره نمود:

- ۱- بلودان داغ واحدها
- ۲- بلودان سرد در برج خنک‌کن
- ۳- احیاء سیستم تصفیه‌خانه
- ۴- پساب‌های شستشوی شیمیایی
- ۵- پساب‌های روغنی
- ۶- پساب‌های بهداشتی

از آنجائیکه بلودانهای داغ و سرد در نیروگاههای بخاری بخش عمده پسابهای نیروگاهی و به نوبه خود آب مورد استفاده در نیروگاهها را شامل می‌گردد، اقدام به بررسی کیفیت و کمیت این آبها شد که نتایج آن بشرح ذیل می‌باشد:

۴-۱- بلودان‌های داغ واحدها

همانگونه که می‌دانید به منظور حفظ کیفیت آب در سیکل آب و بخار نیروگاه بسته به نوع رژیم شیمیایی و شرایط آب و مشخصه تجهیزات، طبق دستورالعمل‌های بهره‌برداری اقدام به درین آب در بویلرها می‌گردد که مقدار این درین‌ها در نیروگاههای مختلف بسته به نوع بویلر و درجه تغلیظ متفاوت می‌باشد.

جهت تعیین کیفیت آب بلودان اقدام آنالیز آن و مقایسه با آب خام ورودی و آب دمین معرفی (آب خروجی از تصفیه‌خانه) در نیروگاهها شد که بطور نمونه مشخصات آب را در طول پروسه ورودی تا خروجی سیکل آب نیروگاه قم می‌توان در جدول شماره (۷) ملاحظه نمود.

با بررسی میزان بلودان در واحدهای نیروگاهی مورد مطالعه تنها نیروگاه دماوند به علت نداشتن CPP در مسیر برگشت از برج، بیشترین بلودان را در طول بهره‌برداری دارد که با نصب CPP این مقدار به حداقل می‌رسد. البته این نکته قابل توجه است که میزان make up واحدهای بخاری که در حدود ۱ الی ۲ درصد آب سیکل است، متناسب با بلودان و خروج بخارات در نقاط مختلف سیکل می‌باشد که در حال حاضر مقدار make up در اکثر نیروگاههای مورد مطالعه بیش از مقدار استاندارد می‌باشد (در حدود ۳ تا ۴ درصد آب سیکل).

۲-۴- بلودان‌های سرد

بلودان‌های سرد معمولاً در برج خنک‌کن‌تر صورت می‌پذیرد و بسته به شرایط آب ورودی آلودگی محیط و سرعت چرخش آب متفاوت می‌باشد. با بررسی‌های انجام شده در برج‌های تر نیروگاه منتظرقائم و بعثت مشخص گردید که به طور متوسط به میزان ۱۰۰ تا ۱۲۰ مترمکعب در ساعت در این برج‌ها درین داده می‌شود که با احتساب تعداد واحدها و مدت ۲۴ ساعت در روز میزان آب خارجی از برج‌ها به میزان تقریبی ۱۰۰۰۰ مترمکعب در روز برای نیروگاه منتظرقائم و ۷۰۰۰ مترمکعب در روز برای نیروگاه بعثت می‌گردد.

همانگونه که اشاره شد آب مصرفی در برج‌های تر در مقایسه با آب مصرفی در سیکل آب و بخار بسیار چشمگیر و قابل توجه می‌باشد که در حال حاضر این آب، بدون هیچ‌گونه اقدامی از نیروگاهها به صورت پساب خارج می‌شوند.

۳-۴- پساب‌های حاصل از احیاء سیستم تصفیه‌خانه، شستشوی بویلرها و بسکت‌ها

پساب‌های ایجاد شده در فرآیند احیاء فیلترهای شنی، رزین‌های تبادل یونی، کاتریدها، سیستم RO و همین‌طور پساب حاصل از شستشوی ایرهیترو و بویلرها به خصوص در واحدهای بخاری که با سوخت مازوت بهره‌برداری می‌گردند مقدار قابل توجهی است که در حال حاضر بدون هیچ‌گونه اقدامی به صورت مستقیم به بیرون از نیروگاه به صورت پساند خارج می‌شود. از آنجائیکه در شستشوی هر ایرهیترو به طور متوسط در هر بار ۶۰۰ مترمکعب آب مصرف می‌شود و در چند سال اخیر به دلیل بالا بودن میزان ناخالصی موجود در سوخت مصرفی تعداد دفعات شستشوی ایرهیتروها نیز افزایش یافته، میزان آب هدر رفته در این بخش بسیار بالا و قابل توجه بوده است که ضروری است در این خصوص توجه بیشتری نمود. در صورتی که بخواهیم در این بخش مقدار متوسط آب مصرفی را در طول سال بیان نماییم می‌توان در واحدهای بخاری به مقدار تقریبی ۲ میلیون مترمکعب اشاره نمود.

۵- راهکارهای کاهش مصرف آب

۱-۵- استفاده مجدد از بلودان‌های داغ

با توجه به مشخصه آب بلودان در بویلرها که بسیار مناسب و با کیفیت قابل قبول می‌باشد. ابتدا در نیروگاه قم اقدام به استفاده مجدد از آب بلودان تانک در ورودی آب خام تصفیه‌خانه شده است، بدین صورت که آب بلودان پس از تخلیه در حوضچه بلودان از طریق یک پمپ در ابتدای مسیر ورودی به فیلتر شنی با آب خام مخلوط شده و وارد فیلتر شنی می‌گردد (جهت کنترل دمای آب ورودی به فیلتر شنی یک کنترل والو در مسیر آب بلودان نصب شد که توسط سیستم کنترل طراحی شده همیشه با تنظیم دبی آب بلودان میزان دمای آب را زیر ۴۰ درجه نگه می‌دارد) با اینکار کلیه آب بلودان خارج شده از بویلر مجدداً مورد استفاده قرار گرفته و پساب ناشی از بلودان به حداقل ممکن رسیده است. با تجربه به دست آمده و نتایج آنالیز انجام شده تنها مشکل اساسی این بخش وجود بسیار کم ذرات آهن معلق در آب می‌باشد که با توجه به بررسی‌های انجام شده می‌توان این ذرات را از طریق فیلترهای مغناطیسی و یا فیلتر کارتریج حذف نموده و کیفیت آب را به بهترین وضعیت رساند.

با استناد اقدام انجام شده در نیروگاه قم و تجربه چند سال بهره‌برداری با این روش پیشنهاد اجرای طرح مشابه در نیروگاههای سیکل ترکیبی منتظرقائم، شهیدرجایی و دماوند مطرح شد که نیروگاه دماوند با توجه به مواجه بودن با کم آبی اجرای این طرح را در اولویت قرار گرفت و با انجام این طرح می‌توان بلودان ۱۲ بویلر در حال حاضر در حدود ۱۲ مترمکعب در ساعت می‌باشد (جمعاً در حدود ۱۵۰ مترمکعب در ساعت) به سیستم برگرداند.

۲-۵- استفاده از بلودان‌های سرد در برج‌های خنک‌کن

با بررسی‌های انجام شده مشخص گردید که در نیروگاه منتظرقائم، بعثت و طرشت درین‌های برج بدون هیچ‌گونه استفاده‌ای به بیرون از نیروگاه هدایت می‌گردد، با توجه به اینکه مقدار آب خروجی در این قسمت بسیار زیاد و چشم‌گیر می‌باشد و مشکل عمده آن نیز سختی بالای آب است پیشنهاد ذخیره‌سازی آب خروجی از برج در مخازن ذخیره و بهره‌گیری از آن در موارد ذیل گردید:

الف - مخلوط با آب چاه جهت استفاده در باغبانی و آبیاری فضای سبز

ب- نصب یک دستگاه RO و عبور آب از آن جهت استفاده مجدد در سیکل اب نیروگاه

نیروگاه دماوند :

- الف - برگرداندن آب بلودان بویلرها به ورودی تصفیه‌خانه
- ب - استفاده مجدد پساب خروجی از سیستم RO با بکارگیری یک دستگاه RO
- ج - استفاده مجدد از پساب حاصل از بک واش ستونهای تبادل یونی
- د - راه‌اندازی CPP در سیکل و کاهش میزان بلودان واحدها

۶- مراجع

- مدارک و مستندات مربوطه به واحد بخار در نیروگاههای مورد مطالعه
- اطلاعات بهره برداری نیروگاهها

در نهایت با توجه شرایط متفاوت بهره برداری و سیستمی نیروگاهها با مد نظر قرار دادن تجربیات حاصل از پروژه های انجام شده و یا مورد بررسی قرار گرفته ، طرحها و فعالیتهای مختلفی در نیروگاهها مورد مطالعه تعریف و ابلاغ شده است ، که تعدادی از آنها بشرح ذیل می باشد :

نیروگاه شهیدرجایی :

- الف - رفع نشتی از لوله‌های زیرزمینی
- ب - جمع‌آوری آب کولینگ CWP در نیروگاه سیکل ترکیبی
- ج - جمع‌آوری آب بلودان در واحدهای سیکل ترکیبی و بخار بهره‌گیری مجدد از آن
- د - نصب سیستم RO در سیکل ترکیبی و استفاده مجدد از آب بلودانها

نیروگاه منتظر قائم :

- الف - جداسازی آب شرب نیروگاه بخار از آب مصرفی برجها
- ب - استفاده از آب خروجی فیلتر پرسها ، سرریز تخلیه کلاریفایر و خروجی بک واش فیلتر شنی
- ج - احداث دو مخزن و جمع‌آوری آب بلودان داغ واحدهای بخار و سیکل ترکیبی
- د - استفاده از بلودان سرد برج خنک‌کن
- و - استفاده از پساب خروجی تصفیه‌خانه پساب بهداشتی جهت مصارف باغبانی
- ه - جمع‌آوری آب کولینگ CWP در نیروگاه سیکل ترکیبی

نیروگاه قم :

- الف - جمع‌آوری آب دور ریز واحدهای RO و پساب حاصل از احیاء واحدهای تعویض یون
- ب - اتصال پساب خروجی از سیستم جداسازی روغن از آب به ورودی تصفیه‌خانه فاضلاب انسانی

نیروگاه طرشت :

- الف - نصب سیستم RO در ورودی آب دو برج خنک‌کن برای کاهش سختی آب و افزایش درجه تغلیظ
- ب - استفاده از آب سرریز استخرها در فضای سبز

نیروگاه بعثت :

- الف - رفع نشتی کلیه والوها
- ب - استفاده مجدد از آب‌های نمونه‌گیرها به عنوان ورودی به اواپراتورها
- ج - استفاده مجدد از کلیه بلودانها در ورودی اواپراتورها
- د - برگرداندن آب بک واش فیلتر شنی به کلاریفایرها
- و - استفاده مجدد از آب خروجی از برج با بکارگیری سیستم RO

جدول شماره ۵: لاکشیت ماهیانه آب دمینه و آب خام نیروگاه شهید رجائی

مصرف کل روزانه	مصرف آب خام		تولید و مصارف آب دمینه بر حسب مترمکعب					تاریخ
	مصرف آب سرویس	مصرف آب آشامیدنی	مصرف نیروگاه	مصرف نیروگاه	مصرف واحدهای	مصرف احیاء	تولید آب دمینه	
			کل	سیکل ترکیبی	نیروگاه بخار	واش و بک شیمی	تصفیه خانه	
۶۹۷۳	۱۷۶۰	۶۱۰	۴۶۰۳	۱۰۶۰	۳۱۴۳	۴۰۰	۴۶۰۳	۲۴/۰۵/۹۳
۷۳۱۰	۱۸۷۰	۶۰۸	۴۸۳۲	۸۶۰	۳۱۷۲	۸۰۰	۴۶۹۶	۲۵/۰۵/۹۳
۷۵۱۵	۱۵۷۰	۶۲۴	۵۳۲۱	۷۵۰	۳۷۷۱	۸۰۰	۵۱۸۵	۲۶/۰۵/۹۳
۷۶۰۷	۱۵۴۰	۵۹۴	۵۴۷۳	۸۵۰	۳۷۰۳	۹۲۰	۵۸۱۳	۲۷/۰۵/۹۳
۸۶۸۶	۱۵۳۰	۶۱۱	۶۵۴۵	۸۲۰	۴۹۲۵	۸۰۰	۶۱۳۷	۲۸/۰۵/۹۳
۸۰۸۶	۱۲۰۰	۷۳۶	۶۱۵۰	۱۰۴۰	۴۳۱۰	۸۰۰	۶۰۸۲	۲۹/۰۵/۹۳
۷۹۶۶	۱۴۱۰	۶۵۲	۵۹۰۴	۸۵۰	۴۲۵۴	۸۰۰	۶۱۷۶	۳۰/۰۵/۹۳
۶۷۷۵	۸۸۰	۶۴۳	۵۲۵۲	۵۳۰	۳۵۲۲	۱۲۰۰	۴۷۰۸	۳۱/۰۵/۹۳
۸۱۰۷	۱۳۰۰	۶۷۷	۶۱۳۰	۱۴۸۰	۳۹۳۰	۷۲۰	۶۵۳۸	۰۱/۰۶/۹۳
۷۴۳۱	۸۱۰	۶۵۶	۵۹۶۵	۱۶۱۰	۳۵۵۵	۸۰۰	۶۰۱۳	۰۲/۰۶/۹۳
۸۹۵۰	۱۹۵۰	۷۲۷	۶۲۷۳	۱۲۴۰	۴۲۳۳	۸۰۰	۶۱۳۷	۰۳/۰۶/۹۳
۷۹۰۵	۱۰۱۰	۷۱۸	۶۱۷۷	۱۲۳۰	۴۱۴۷	۸۰۰	۵۹۷۳	۰۴/۰۶/۹۳
۷۵۲۵	۱۰۵۰	۷۲۵	۵۷۵۰	۱۰۹۰	۳۸۶۰	۸۰۰	۶۰۹۰	۰۵/۰۶/۹۳
۷۲۹۸	۱۲۸۰	۷۳۲	۵۲۸۶	۸۵۰	۳۶۳۶	۸۰۰	۵۰۸۲	۰۶/۰۶/۹۳
۷۱۸۴	۷۰۰	۷۰۲	۵۷۸۲	۱۲۱۰	۳۶۰۸	۹۶۴	۵۷۱۴	۰۷/۰۶/۹۳
۸۰۷۰	۱۰۶۰	۶۹۸	۶۳۱۲	۱۱۵۰	۳۸۶۲	۱۳۰۰	۵۹۷۲	۰۸/۰۶/۹۳
۷۹۲۳	۱۴۱۰	۷۱۲	۵۸۰۱	۹۹۰	۳۱۶۷	۱۶۴۴	۶۸۲۱	۰۹/۰۶/۹۳
۷۴۲۸	۱۲۸۰	۷۳۰	۵۴۱۸	۱۱۹۰	۲۹۲۸	۱۳۰۰	۴۸۷۴	۱۰/۰۶/۹۳
۷۹۸۵	۱۴۲۰	۷۴۳	۵۸۲۲	۱۲۴۰	۳۲۸۲	۱۳۰۰	۵۴۸۲	۱۱/۰۶/۹۳
۸۸۹۸	۱۴۷۰	۷۴۷	۶۶۸۱	۱۸۶۰	۳۹۷۷	۸۴۴	۶۴۷۷	۱۲/۰۶/۹۳
۱۰۲۳۱	۱۱۹۰	۷۲۱	۸۳۲۰	۱۲۴۰	۴۹۳۶	۲۱۴۴	۸۵۲۴	۱۳/۰۶/۹۳
۷۷۹۱	۱۲۹۰	۷۹۲	۵۷۰۹	۸۳۰	۳۵۷۹	۱۳۰۰	۵۹۱۳	۱۴/۰۶/۹۳
۷۲۷۰	۱۴۸۰	۶۵۹	۵۱۳۱	۱۰۹۰	۳۲۴۱	۸۰۰	۵۷۴۳	۱۵/۰۶/۹۳
۷۶۶۳	۱۲۹۰	۷۱۵	۵۶۵۸	۱۲۰۰	۳۶۵۸	۸۰۰	۵۷۹۴	۱۶/۰۶/۹۳
۷۲۲۲	۱۰۵۰	۷۴۱	۵۴۳۱	۹۸۰	۳۲۵۱	۱۲۰۰	۴۷۵۱	۱۷/۰۶/۹۳
۸۶۷۳	۱۴۱۰	۷۳۰	۶۵۳۳	۶۸۰	۴۵۰۹	۱۳۴۴	۶۸۰۵	۱۸/۰۶/۹۳
۷۳۷۳	۱۱۸۰	۷۰۱	۵۴۹۲	۸۹۰	۳۸۰۲	۸۰۰	۵۴۲۴	۱۹/۰۶/۹۳
۸۰۶۲	۱۲۳۰	۷۳۵	۶۰۹۷	۱۳۱۰	۳۸۶۷	۹۲۰	۵۹۶۱	۲۰/۰۶/۹۳
۷۸۵۳,۸	۱۳۰۷,۸	۶۹۴,۲۵	۵۸۵۱,۷	۱۰۷۵,۷۱	۳۷۷۹,۵۷	۹۹۶,۴۲۴	۵۸۳۸,۸۵	متوسط

جدول شماره ۷: نتایج آنالیز پارامترهای شیمیایی آب در قسمت‌های مختلف تصفیه خانه

ردیف	موقعیت پارامتر شیمیایی یا فیزیکی			آب خام	کلین درین	کارتریج	پرمیت	براین	دمین	خنثی سازی
	نام پارامتر	Symbol	Unit							
۱	pH	pH	-	7.56	9.56	6.4	6.5	7.08	6.2	7.63
۲	کنداکتیویته	EC	μS/cm	4510	36	2720	120	14710	<0.3	6235
۳	کدورت	Turbidity	FTU	nil	8	nil	Nil	nil	nil	0.12
۴	سختی کل	TH	ppm	625	0-1	340	6	2700	nil	508
۵	سختی کلسیمی	CaH	ppm	435	nil	205	3	1400	nil	417
۶	قلیائیت P -	P - Alk.	ppm	nil	4	nil	Nil	nil	nil	Nil
۷	قلیائیت M -	M - Alk.	ppm	275	10	100	10	650	nil	59
۸	سیلیس	SIO2	ppm	-	0.2-0.4	11.1	0.1	60	<0.002	1
۹	سولفات	SO ₄ ²⁻	ppm	1050	nil	950	5	4500	nil	3605
۱۰	کلرید	Cl	ppm	600	nil	400	3	1400	nil	363
۱۱	آهن کل	Fe	ppm	0.4	0.25	0.05	0.005	0.25	0.002	-
۱۲	سدیم	Na ²⁺	ppm	-	-	-	-	-	<0.001	-