

«اولین همایش ملی مدیریت منابع آب اراضی ساملی»

دانشگاه علوم کشاورزی و منابع ساری، گروه مهندسی آب

17 ال 18 آذر ماه

بیان آب زیرزمینی به عنوان ابزاری برای مدیریت منابع آب (مطالعه موردی: حوزه نرماب استان گلستان)

نسرین کوهستانی¹، مهدی مفتاح هلقی²، امیراحمد دهقانی³، محمدابراهیم یخکشی⁴

1. کارشناس ارشد مهندسی منابع آب n.koohestani@yahoo.com

2. استادیار گروه مهندسی آب دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

3. استادیار گروه مهندسی آب دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

4. معاون طرح و توسعه شرکت سهامی آب منطقه‌ای گلستان

چکیده

مدیریت منابع آب نقش مهمی در رشد و توسعه جوامع دارد. رشد سریع جمعیت در 20 سال اخیر، توسعه مناطق شهری و کشاورزی و محدودیت منابع آبهای سطحی و در نتیجه برداشت بیش از اندازه از سفره های آب زیرزمینی، باعث بار آمدن خسارت جبران ناپذیری به منابع طبیعی کشور، به ویژه در سالهای آینده خواهد شد. بدلیل اهمیت سفره آبدار حوزه نرماب از لحاظ کمی و کیفی و برداشت روز افزون از چاههای منطقه، مدیریت منابع آب در این حوزه از اهمیت زیادی برخوردار می باشد. یکی از ابزارهای مدیریتی منابع آب تهیه بیان می باشد. با استفاده از بیان می توان مدیریت مناسبی را برای استخراج و تأمین آب اعمال نمود. در سالهای اخیر مدل‌های ریاضی و کامپیوتری متعددی بمنظور شبیه‌سازی رفتار هیدرولیکی منابع آبهای زیرزمینی مورد توجه قرار گرفته است. شبیه‌سازی ریاضی پدیده‌های هیدرولیکی مجموعه‌ای از روابط جبری دیفرانسیلی و انتگرالی است که هیدرودینامیک جریان آب زیرزمینی و روابط آن با هیدرودینامیک سطح آبخوان را نشان می‌دهد. در این بررسی شبیه‌سازی آبخوان نرماب واقع در استان گلستان با استفاده از مدل ریاضی **Visual Modflow** انجام گردید. تغییرات سطح آب با استفاده از آمار سطح ایستابی 15 حلقه چاه پیزومترتری موجود در محدوده مورد مطالعه، مورد ارزیابی قرار گرفت. نتایج نشان داد که مدل تراز سطح آب را با دقت قابل قبولی شبیه‌سازی و قادر به مدل کردن جریان آب زیرزمینی در آبخوان مذکور با ماهیت پیچیده‌اش بوده و مجموعه‌ای از برنامه‌ریزی و طراحی را توسط بررسی نتایج حاصل از شبیه‌سازی آبخوان مورد تجزیه تحلیل قرار داد. در این مطالعه با توجه به نتایج حاصل از بیان و مطالعه روند نوسانات پیزومترهای موجود در حوزه، پیشنهادات مدیریتی جهت نحوه برداشت از آب زیرزمینی ارائه شده است.

واژگان کلیدی: آب زیرزمینی، بیان، شبیه‌سازی، حوزه نرماب

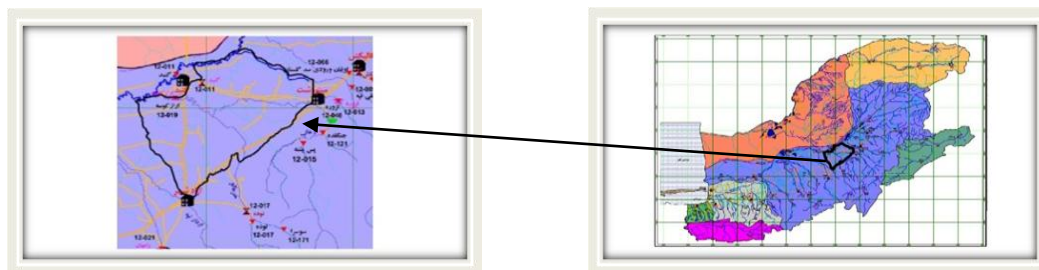
1- مقدمه

بموازات رشد سریع جمعیت و افزایش نیازهای بشری، تامین آب برای مصارف شرب، کشاورزی و صنعتی از اهمیت ویژه‌ای برخوردار گردیده است. در این میان منابع آبهای زیرزمینی بمنزله منابعی مطمئن جهت تامین مصارف فوق تلقی میگردند. تهیه بیلان آب زیرزمینی یکی از راهکارهای مدیریتی برای ارائه الگوهای مصرفی آب می‌باشد. از جمله مدل‌هایی که دارای قابلیت‌های بسیار خوبی در مطالعه آبهای زیرزمینی می‌باشد. مدل سه بعدی تفاضل محدود با نام ModFlow می‌باشد که در سال 1998 ارائه شده و در سطح گسترده‌ای مورد استفاده پژوهشگران در سراسر دنیا قرار گرفته است. شهبابی-فرد (2004) با استفاده از مدل Modflow تأثیرات برداشت آب از آبخوان دشت ایرانشهر را بر دبی پایه رودخانه بمپور بررسی نمود. صادقی‌راد (2005) با استفاده از مدل Modflow توانست استفاده از سیستم قنات را جهت پایین انداختن سطح آب زیرزمینی در دشت شیراز بررسی نماید. سالاری (2007) اثرات احداث سد دودر بر روی آبخوان دشت لادیز و مدیریت آبخوان مذکور را توسط مدل ریاضی Visual Modflow premium 4.2 بررسی و اقدام به شناسایی بهترین مکان و مناسب‌ترین زمان برای تزریق آب جمع‌آوری شده پشت سد کرد. وی ساخت یک حوضچه تغذیه مصنوعی برای تزریق آب به آبخوان و ماه‌های اسفند، فروردین، اردیبهشت و خرداد را گزینه‌های برتر تشخیص داد. در این تحقیق جهت مدیریت منابع آب زیرزمینی از روش بیلان و بررسی نوسانات سطح آب زیرزمینی توسط مدل ریاضی ModFlow استفاده شده است.

2- مواد و روشها

2-1- حدود جغرافیایی منطقه و ویژگی‌های آن

محدوده مورد مطالعه در شمال ایران، در استان گلستان و در بخش میانی حوضه آبریز رودخانه گرگان در ساحل چپ این رودخانه قرار گرفته است. مساحت اراضی محدوده طرح حدود 300 کیلومتر مربع و در 120 کیلومتری شمال‌شرقی شهر گرگان بین عرض‌های شمالی 37-5 تا 37-18 و طول‌های شرقی 55-7 تا 55-20 واقع شده است. مواد پوششی در محدوده مورد مطالعه شامل پادگانه‌های آبرفتی، واریزه‌های دامنه‌ای، خاکهای برجای حاصل از فرسایش، لس و آبرفت‌های بستر رودخانه می‌باشد. مصالح تشکیل‌دهنده نهشته‌های آبرفتی بستر رودخانه دارای ضخامتی حداکثر 64/5 متر متشکل از لایه‌های ریزدانه و درشت دانه که عمدتاً شامل رس، سیلت، ماسه، شن، قله‌سنگ و ندرتا تخته‌سنگ می‌باشد. شکل شماره 1 محدوده مورد مطالعه را نمایش می‌دهد.



شکل شماره 1- موقعیت منطقه مورد مطالعه در استان گلستان

2-2- شبیه‌سازی مدل

آمار نوسانات سطح آب در چاههای مشاهده‌ای 1370 تا 1387 مورد بررسی قرار گرفت که با توجه به اینکه در سال 83-1382 آماربرداری تفصیلی از منابع آب انجام شده و کاملترین اطلاعات را نسبت به سالهای دیگر دارد، لذا سال آبی مذکور به عنوان سال مبنا جهت مدل‌سازی انتخاب شد. در مرحله ماندگار مدت زمان مدل یک ماه و طول 30 روز در نظر گرفته شد. در محدوده مورد مطالعه آبهای زیرزمینی در دسترس می‌باشد و از طرف دیگر وجود رودخانه‌های خرمالو و چهل چای و نقش مهم آن در تغذیه و تخلیه سفره و از همه مهمتر جریانهای ورودی و خروجی متعدد که از آبخوان صورت می‌

گیرد، ابعاد شبکه 1000 متر در 1000 متر در نظر گرفته شده است. در ادامه داده‌هایی از قبیل رقوم ارتفاعی (توپوگرافی)، آمار سطح آب در پیرومترها، نقشه‌های هم‌قابلیت انتقال، نقشه عمق سنگ کف آبخوان، میزان تخلیه از چاههای دشت، دبی رودخانه‌ها و ... تهیه، مورد بررسی و صحت‌سنجی قرار گرفت و به مدل جریان اعمال گردید.

2-3- بیان آب زیرزمینی

یکی از اهداف مطالعات هیدروژئولوژیکی، ارزیابی کمی آب زیرزمینی می‌باشد. برآورد پتانسیل کمی یکی از اقدامات مهم برای اعمال مدیریت مناسب آبهای زیرزمینی است. هدف از محاسبه بیان برآورد تغییر حجم سفره آبدار در دوره زمانی بیان می‌باشد. معادله بیان آب زیرزمینی در زیر ارائه شده است:

$$S = R_N + Q_i - X - Q_0$$

که در این معادله S تغییر ذخیره آب زیرزمینی، R_N تغذیه از بارندگی و آبهای سطحی، Q_i تغذیه توسط جریانهای ورودی زیرزمینی، X تخلیه از طریق چاههای بهره‌برداری و Q_0 تخلیه از طریق جریانهای خروجی زیرزمینی است. بیان آب زیرزمینی منطقه مورد مطالعه براساس داده‌های هیدروکلیماتولوژی و نقشه سطح ایستابی چاههای پیرومتری در سال آبی 83-1382 تهیه شده است. با توجه به داده‌های هیدروژئولوژیکی موجود مانند سطح ایستابی و محاسبه برداشت از آب زیرزمینی در سال 83-1382 این دوره زمانی برای بیان انتخاب شد. پارامترهای بیان آب زیرزمینی شامل ورودیها و خروجیها می‌باشند. با در دست داشتن ورودیها و خروجیها و محاسبه تفاوت آنها میتوان تغییر حجم مخزن را محاسبه نمود. شکل 2 موقعیت رودخانه و چاهها در محدوده طرح را نمایش می‌دهد.

2-3-1 مولفه‌های ورودی به سفره آبدار

مهمترین مولفه‌های ورودی به سفره آبدار در منطقه مورد مطالعه، نفوذ از بارندگی، جریانهای ورودی زیرزمینی و نفوذ از رودخانه‌ها می‌باشند. هرچند که نفوذ آب برگشتی کشاورزی نیز تا حدودی در تغذیه سفره آبدار موثر می‌باشد.

2-3-1-1 تغذیه از ریزشهای جوی

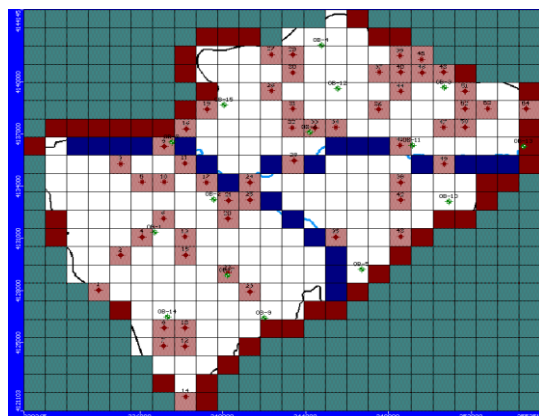
با توجه به اینکه جنس رسوبات سطحی در منطقه نرماب اغلب ریزدانه رسی و سیلتی است، انتظار می‌رود که نفوذ از بارندگی نیز زیاد نباشد. در سال بیان 22359 متر مکعب آب توسط بارندگی به سفره آبدار وارد شده است.

2-3-1-2 تغذیه از آبهای سطحی (رودخانه‌ها)

رودخانه‌هایی که با سفره آبدار نرماب ارتباط هیدرولیکی دارند، رودخانه‌های چهل‌چای و خرمالو می‌باشند. مقدار آب نفوذی از این رودخانه‌ها به منطقه در حدود 3 میلیون مترمکعب در سال بیان تخمین زده شد.

2-3-1-3 تغذیه از آب برگشتی چاههای بهره‌برداری

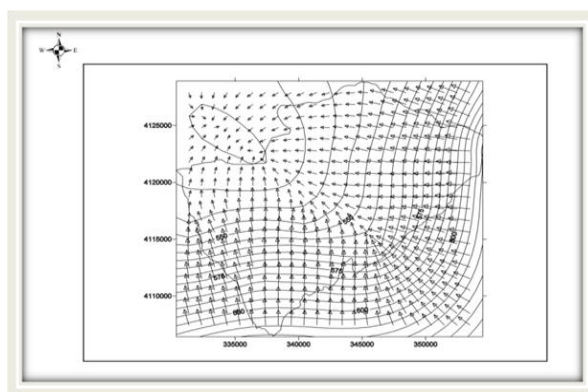
براساس برداشت آب از چاههای کشاورزی و براساس نوع کشت و نوع خاک، در صد آب برگشتی از چاهها 30 درصد در نظر گرفته شده است. بر این مبنا میزان آب برگشتی 25 میلیون مترمکعب می‌باشد.



شکل 2- موقعیت رودخانه و چاهها در محدوده طرح

2-3-1-4- جریانهای ورودی زیرزمینی

با توجه به نقشه جهت جریان حوزه نرماب (شکل 3)، جریان از تمامی جهات به جز غرب به سفره آبدار وارد می شود.



شکل 3- ورودی و خروجی جریان به منطقه مورد مطالعه

2-3-2- مولفه های خروجی از سفره آبدار

2-3-2-1- تخلیه از طریق چاههای بهره برداری

تعداد چاههای فعال در کشت بهاره به مراتب بیشتر از کشت پاییزه می باشد. در سال بیلان دبی برداشت متوسط 30 لیتر در ثانیه برای چاههای فعال منطقه مورد مطالعه در نظر گرفته شده است. در منطقه مورد مطالعه عمدتاً دو نوع کشت پاییزه و بهاره وجود دارد که کشت پاییزه معمولاً از اوایل تابستان تا اواخر پاییز، و کشت بهاره از اوایل زمستان تا اواخر بهار می باشد. مدت زمان فعالیت چاهها در منطقه بستگی به نوع کشت و دوره کشت دارد. در کشت پاییزه برنج از مهمترین محصولات کشاورزی می باشد. برداشت از آب زیرزمینی در این دوره اغلب از خرداد ماه آغاز و تا اواسط آبان ماه ادامه دارد. هر چند ریزشهای جوی در فصل پاییز باعث کاهش برداشت از آبهای زیرزمینی می شود. در کشت بهاره گندم از مهمترین محصولات کشاورزی است. میزان برداشت سالانه از سفره آبدار در سال بیلان 2163 متر مکعب بوده است.

2-3-2-2- جریان خروجی زیرزمینی

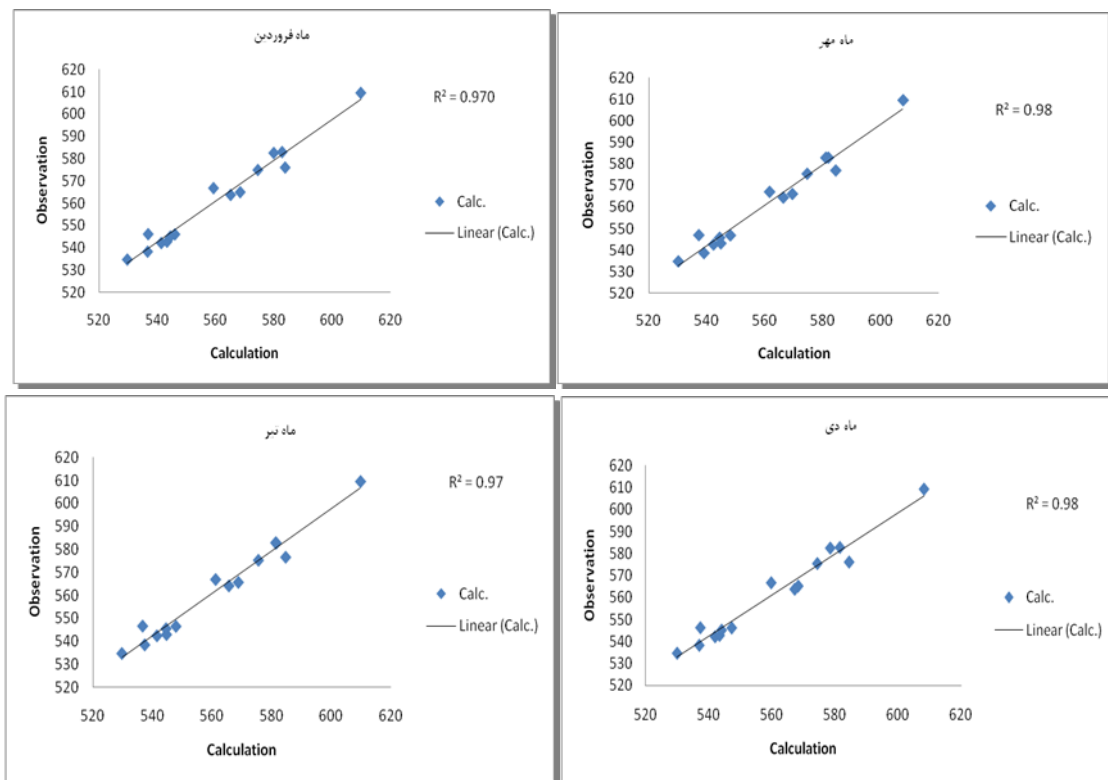
تنها جریان خروجی زیرزمینی در مرز شمال غربی منطقه مشاهده می شود و مقدار آن 2163 مترمکعب است.

3-2-3-2- تبخیر از سطح ایستابی

تبخیر از سطح ایستابی در عمق بیش از 3 متر صورت نمی گیرد. در این منطقه در برخی نقاط حداقل عمق برخورد به سطح ایستابی در سال بیلان کمتر از 3 متر بوده است، بنابراین در محاسبات این مقدار لحاظ شده است.

4-2- نوسانات سطح آب زیرزمینی

در مطالعات منابع آب زیرزمینی جهت بررسی تغییرات سطح آب در سفره آبدار از هیدروگراف پیزومترها استفاده می شود. با داشتن ضرائب هیدروپنایمیکی و فرض ثابت بودن میزان تخلیه چاه‌های پمپاژ، اقدام به کالیبراسیون مدل و برآورد میزان تغذیه دشت شد. مقادیر تغذیه در این دوره با استفاده از بسته *Recharge* و میزان حدس اولیه توسط شماره پارامتر به کد *Pest* معرفی گردید. نتایج کالیبراسیون بصورت مقایسه بار آبی محاسباتی و مشاهداتی در چاه‌های مشاهده ای در شکل شماره 4 نشان داده شده است. نتایج نشان می‌دهد که مدل با واسنجی خودکار به خوبی توانسته است با شرایط طبیعت، خود را تطبیق دهد.



شکل 4- نمودار مقایسه ای بین مقادیر مشاهده شده هد آب در منطقه و محاسبه شده توسط مدل

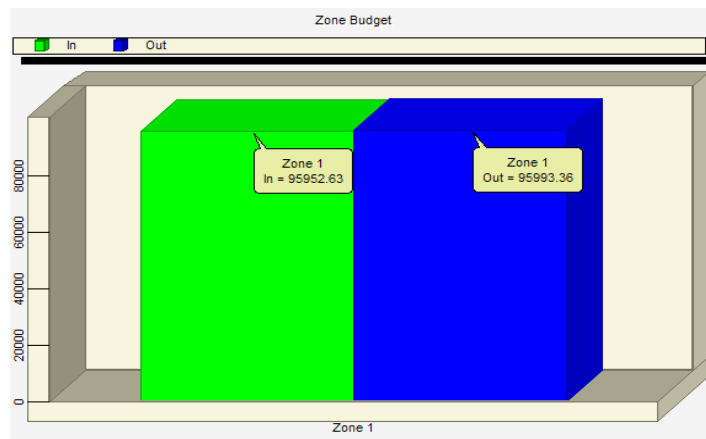
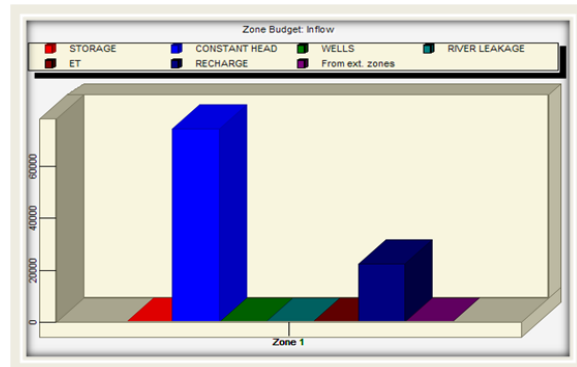
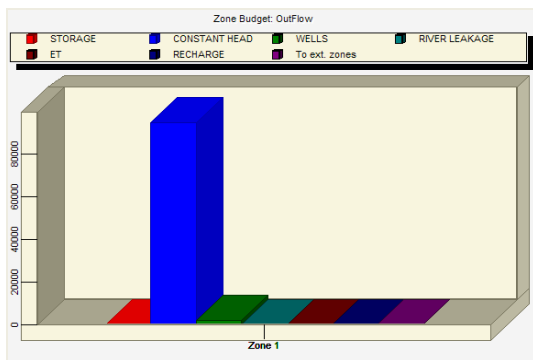
3- نتیجه گیری

برآورد بیلان آب زیرزمینی از کد *ZoneBudget* موجود در نرم‌افزار استفاده گردید. براساس نتایج حاصل از مدل، بیلان آب زیرزمینی حوزه نرماب تقریباً صفر است، که بیانگر این است که آبخوان ظرفیت بالایی برای استحصال آب داشته و قادر است نیاز آبی منطقه را تأمین نماید. خروجی مدل برای سال 83-1382 در جدول 1 و شکل شماره 5 آورده شده است. بیشترین عامل موثر روی بیلان این منطقه در سال مورد مطالعه، جریان‌ات ورودی به منطقه از مرزها می باشد، که کنترل آن می توان میزان برداشتها را تحت نظر قرار داد. با توجه به این جدول بیلان آب زیرزمینی در این سال متعادل بوده است.

اما با توجه به اینکه در استان گلستان تقریباً از ظرفیت حداکثری آب زیرزمینی برای مصارف مختلف استفاده می‌شود، این نکته باید مورد توجه قرار گیرد که چنانچه روند برداشت آب از منابع زیرزمینی به همین صورت ادامه یابد، افت سطح سفره شدید، بیلان آب منفی و با کمبود آب مواجه خواهند شد.

جدول 1- خلاصه بیلان آبی آبخوان حوزه نرماب در سال 83-1382

مجموع جریان ورودی	0.242820 میلیون مترمکعب
مجموع جریان خروجی	0.242810 میلیون مترمکعب
بیلان	-0.00001 میلیون مترمکعب



شکل 5- بیلان آب زیرزمینی در سال 83-1382

4-پیشنهادات

با توجه به مطالب گفته شده این ضرورت احساس می‌شود که با برنامه‌ریزی دقیق و استفاده تلفیقی از منابع آب سطحی و زیرزمینی، ضمن تأمین نیازهای منطقه، از افت شدید احتمالی سفره در سال‌های آتی جلوگیری به عمل آید.

5- منابع

- شمسایی، ا. (1381). هیدرولیک جریان در محیط‌های متخلخل، جلد دوم، مهندسی آبهای زیرزمینی، انتشارات دانشگاه صنعتی شریف.

2. سالاری، م. 1386. بررسی اثرات احداث سد دودر بر روی آبخوان دشت لادیز و مدیریت آبخوان توسط مدل ریاضی آبهای زیرزمینی، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه سیستان و بلوچستان، زاهدان.
3. شهابی فرد، ف. 1383. تأثیرات برداشت آب از آبخوان دشت ایرانشهر بر دبی پایه رودخانه بمپور، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه سیستان و بلوچستان، زاهدان..
4. صادقی راد، م.ع. 1384. پایین انداختن سطح آب زیرزمینی در دشت شیراز با استفاده از سیستم فنت، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه شیراز، شیراز.

5. Mc Whorter, D., D.K. Sunada., 1977, Ground Water Hydrology and Hydraulics. Mc. Graw- Hill co.
6. Schurch, A., & Vuatas, S., 2000, Groundwater components in the alluvial aquifer of the alpien Rhone River Valleys, Bois de finges area, Wallis Canton , Switzerland, Hydrogeology Journal, Vol: 8, pp. 549-503.