

SID



سرویس های ویژه



سرویس ترجمه تخصصی



کارگاه های آموزشی



بلاگ مرکز اطلاعات علمی



سامانه ویراستاری STES



فیلم های آموزشی

کارگاه های آموزشی مرکز اطلاعات علمی



مقاله نویسی علوم انسانی
تربیه آموزشی

مقاله نویسی علوم انسانی



اصول تنظیم قراردادها
دوره آموزشی

اصول تنظیم قراردادها



آموزش مهارت های کاربردی در تدوین و چاپ مقاله
تربیه آموزشی

آموزش مهارت های کاربردی در تدوین و چاپ مقاله



بررسی بیلان آب در تالاب ها

هاجر فضل الهی، دانشجوی دکتری گروه مهندسی آب، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهرکرد*

روح الله فتاحی، دانشیار گروه مهندسی آب، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهرکرد

حسین صمدی، دانشیار گروه مهندسی آب، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهرکرد

*تلفن: ۰۹۱۳۹۱۴۷۳۱۴، پست الکترونیکی: hajarfazlolahi@yahoo.com

چکیده

اصطلاح "تالاب" به معنی آن مناطق پوشیده شده و یا اشباع شده با آبهای سطحی و یا زیرزمینی است در یک تناوب یا دوره زمانی کافی و یک پوشش گیاهی که برای زندگی در شرایط خاک اشباع سازگار شده است. تالاب به طور کلی شامل مرداب، باتلاق و مناطق مشابه است. ویژگی های هیدرولوژیکی اغلب به عنوان مهم ترین متغیرها در ایجاد، ترمیم، و تعمیر و نگهداری از تالاب در نظر گرفته می شوند. بارش، تبخیر و تعرق، جریان آبهای زیر زمینی و جریان سطحی آب از اجزای اصلی چرخه هیدرولوژیکی هستند. هیدروپریود فصلی برای هر نوع تالاب، به یک امضا هیدرولوژیکی تشبیه شده است، هیدروپریود اشاره دارد به الگوی نوسانات سطح آب که در طول زمان در تالاب اتفاق می افتد. عمق، طول مدت و فرکانس نوسانات همه عوامل مربوط به یک هیدروپریود تالاب هستند. چرخه هیدرولوژیکی تالاب، یا حرکت آب در سیستم تالاب را می توان در یک معادله که برای ورود و خروج آب از سیستم به کار می رود بیان کرد: $\Delta S = [P + Si + Gi] - [ET + So + Go]$ بنابراین اجزای معادله بیلان آب در تالاب عبارتند از بارش، آب سطحی ورودی و خروجی، آب زیرزمینی ورودی و خروجی و تبخیر و تعرق. در این مقاله این اجزاء بررسی و نحوه کمی کردن آن ها بیان می شود و در نهایت یک مثال عملی از بدست آوردن بیلان آب در تالاب ارائه می گردد.

کلید واژه ها: آب سطحی، آب زیرزمینی، بارش، بیلان آب، تالاب، تبخیر و تعرق

۱- مقدمه

فناوری های یکی دو قرن اخیر در رشته های مختلف دانش بشری با انواع آلاینده ها، موجب آلودگی محیط زیست (آب، هوا و خاک) و باعث تغییرات اقلیمی زمین گردیده است. از جمله آلودگی آب را می توان نام برد. برای حفاظت منابع آب شیرین و جلوگیری از آلودگی محیط زیست، جمع آوری و پالایش آب های آلوده و استفاده مجدد از این آب ها برای مصارف غیر خانگی به ویژه در ایران به علت کمبود آب آشامیدنی از اهمیت ویژه ای برخوردار است. از جمله روشهای ساده و ارزان، روش های طبیعی پالایش آب های آلوده است که در ایران این روش به ندرت به کار گرفته شده است (۱). سیستم های تصفیه طبیعی پساب به دو دسته تقسیم می شوند:



تصفیه به کمک زمین و تصفیه به کمک گیاهان آبی که تالاب های طبیعی و مصنوعی در دسته دوم قرار می گیرند (۲). تالاب به زمین هایی اطلاق می شوند که بیشتر اوقات یا در همه طول سال مرطوب بوده و در آب قرار دارند. سطح آب سالانه تالاب های طبیعی به مدت طولانی نزدیک به سطح زمین است، در نتیجه خاک حالت اشباع خود را حفظ کرده است و به علت مرطوب بودن خاک به مدت زیاد تغییرات فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی در خواص خاک اتفاق می افتد. تالاب ها نسبت به اکوسیستم های دیگر دارای فعالیت بیولوژیکی بیشتری هستند و می توانند پارامترهای آلوده کننده آب را توسط مکانیسم های مختلف حذف کنند. در راهنمای USACE تعریف هیدرولوژیکی تالاب به این صورت آمده است: منطقه ای که به طور دائم و یا دوره ای پوشیده از آب است در عمق آب به طور متوسط کمتر یا مساوی ۶/۶ فوت، یا خاک در برخی از زمان ها در طول فصل رشد، تا سطح اشباع است (۹). همچنین در این راهنما تالاب ها بر اساس تعداد روز های اشباع در طول فصل رشد تعریف شده اند: مناطق که به صورت فصلی پوشیده از آب و یا اشباع تا سطح هستند در چند روز متوالی برای بیش از ۱۲/۵ درصد از فصل رشد، تالاب هستند، در صورتی که پارامترهای خاک و پوشش گیاهی منطبق باشند. مناطق مرطوب بین ۵ تا ۱۲/۵ درصد از فصل رشد در سال ممکن است تالاب باشند یا نباشند. مناطق اشباع تا سطح برای کمتر از ۵ درصد از فصل رشد تالاب نیستند (۱۰). ویژگی های هیدرولوژیکی اغلب به عنوان مهم ترین متغیرها در ایجاد، ترمیم و تعمیر و نگهداری از تالاب در نظر گرفته می شوند (۸ و ۶). بارش، تبخیر و تعرق، جریان آب های زیر زمینی، و جریان سطحی آب از اجزای اصلی چرخه هیدرولوژیکی هستند (۳). هر یک از اجزاء منحصر به فرد از تالابی به تالاب دیگر متفاوت اند، به طوری که هیچ دو تالابی ویژگی های هیدرولوژیکی یکسان نشان نمی دهند. ویژگی های هیدرولوژیکی نه تنها در میان تالابها متفاوت است، بلکه همچنین می توانند به طور سالانه، فصلی و روزانه هم در یک تالاب مشخص تغییر کنند (۸). هیدروپریود اشاره دارد به الگوی نوسانات سطح آب که در طول زمان در تالاب اتفاق می افتد. عمق، طول مدت و فرکانس نوسانات همه عوامل مربوط به یک هیدروپریود تالاب هستند و این نوسانات ممکن است به صورت کوتاه مدت، فصلی، و یا الگوهای سالانه نشان داده شوند (۸). هیدروپریود فصلی به طور خاص برای هر نوع تالاب، به یک امضا هیدرولوژیکی تشبیه شده است چرا که این الگو از سالی به سال دیگر نسبتاً ثابت باقی می ماند. هیدروپریود یک عامل بحرانی برای تعیین ساختار تالاب و عملکرد آن است، به طوری که مستقیماً ویژگی های مهم تالاب مانند ترکیب زیستی، بهره وری اولیه و چرخه مواد مغذی را تحت تاثیر قرار می دهد (۶).

۲- مواد و روشها

۲-۱- بیان آب در تالاب ها

چرخه هیدرولوژیکی تالاب، یا حرکت آب در سیستم تالاب را می توان در یک معادله که برای ورود و خروج آب از سیستم به کار می رود بیان کرد:

$$\Delta S = [P + Si + Gi] - [ET + So + Go]$$

ΔS = تغییر در حجم ذخیره سازی آب در یک منطقه تعریف شده در طول زمان

P = بارش



Si = جریان سطحی ورودی آب

Gi = جریان آبهای زیر زمینی ورودی

ET = تبخیر و تعرق

So = جریان سطحی خروجی آب

Go = جریان آبهای زیر زمینی خروجی

هر یک از اجزاء را می توان به صورت عمق در واحد زمان (سانتی متر / ماه ، اینچ / ماه) یا حجم در واحد زمان (مترمکعب / ماه، فوت مکعب / ماه) بیان کرد (۶). با ارزیابی شدت نسبی و تنوع اجزاء منحصر به فرد، یک معادله بیلان آب به عنوان یک ابزار با ارزش برای درک فرآیندهای هیدرولوژیکی در تالاب است و بینشی در مورد اثرات بالقوه تغییرات آینده روی ویژگی های هیدرولوژیکی سیستم فراهم می کند (۳). مهم است که یک مقدار کافی از آب در دسترس در طول فصل رشد وجود داشته باشد تا شرایط برای توسعه پوشش گیاهی آبدوست فراهم شود. دلایل دیگر برای توسعه و ارزیابی بیلان آب برای یک سایت خاص عبارتند از: (۱) به منظور تعیین الگوی هیدروپریود تحت شرایط متفاوت در آینده (۲) برای تعیین چگونگی تغییر هیدروپریود با تغییر پارامترهای بودجه آب (۳) برای تعیین اینکه آیا عملکردهای پیشنهادی را می توان با هیدروپریود پشتیبانی کرد (۴) برای تعیین اینکه آیا طبقه بندی هیدروژئومورفولوژی و سایت پیشنهادی برای ساخت تالاب پیشنهادی مناسب هستند و (۵) برای قضاوت امکان سنجی سایت

بیلان آب برای یک سایت تالاب پیشنهادی باید با استفاده از مقادیر روزانه هر یک از مؤلفه های بیلان آب محاسبه شود، چون تالاب توسط تعداد روزهای اشباع در طول فصل رشد تعریف شده است. مقادیر روزانه برای هر بخش از بیلان آب باید به دست آمده، اندازه گیری، یا تخمین زده شود برای نشان دادن یک درک کامل از هیدروپریود پیش بینی شده تالاب در طول سال. مقادیر داده های روزانه باید طوری انتخاب شود که یک سال مرطوب، یک سال خشک، و سال متوسط را نشان دهد تا تغییرات مرتبط با شرایط مرطوب و خشک به حساب آید. انتخاب این سال های "مدل" بهتر است بر اساس داده هایی که به دوره از ژانویه تا ژوئن مربوط است باشد تا تمام سال (حتی اگر بودجه آب باید برای کل سال محاسبه شود) چرا که این دوره زمانی است که در طی آن درجه اشباع بیشترین تاثیر را در تالاب دارد (۷).

۲-۲-۲ اجزای معادله بیلان آب در تالاب

۲-۲-۲-۱ بارش

بارش آبی است که در هر شکل، باران، برف، تگرگ یا مه از جومی بارد. بارش یک منبع آب برای همه تالابها است. بارش می تواند به طور مستقیم وارد تالاب شود و یا می تواند از مناطق اطراف آن از طریق جریان های سطحی و زیر زمینی



وارد تالاب شود، با این حال، به منظور برآورد یک معادله هیدرولوژیکی، تنها ورودی مستقیم از بارش در نظر گرفته می شود.

تعیین کمیت بارش در معادله بیلان آب

مقادیر روزانه از یک ایستگاه هواشناسی نزدیک به سایت (در شرایط حوادث بارش) باید به دست آمده باشد. ایستگاه نماینده اغلب یکی از نزدیک ترین ها به سایت است، اما در برخی موارد ممکن است ایستگاه دورتر ترجیح داده شود. برای مثال، اگر سایت پیشنهادی و نزدیکترین ایستگاه هواشناسی در دو طرف مقابل یک خط الراس باشند. هنگامی که یک ایستگاه نماینده شناخته شد، دوره ثبت باید مورد بررسی قرار گیرد و داده های بارش برای سال های مرطوب، خشک و متوسط به دست آورده شود. اگر محاسبه بارش فرضی برای سایت پیشنهادی سودمند است، باید آن را برای سال های نماینده مرطوب، خشک و متوسط محاسبه کرد. در نهایت، جدول بندی و رسم نمودار بارندگی روزانه و ماهانه را انجام داد (۷).

۲-۲-۲-۲ آب سطحی

جریان سطحی آب به تالاب از رودخانه کانال بندی شده یا جریان های کانال بندی نشده یا جاری شدن سیلاب های فصلی یا دوره ای از دریاچه ها، حوضچه ها و رودخانه ها حاصل می شود. آب سطحی خروجی در نتیجه خروج آب از طریق تخلیه از سطح زمین، معمولاً به نهرها و رودخانه ها می باشد. جریان سطحی آب ورودی و خروجی در فصول مختلف متفاوت است و به طور کلی بسته به تغییر در میزان بارش و گرم شدن بهار تغییر می کند. به عنوان مثال، خروج آب سطحی از تالاب هایی که بر بارش به عنوان منبع اصلی آب تکیه دارند، در طول فصل مرطوب و در طول دوره سیلاب معمولاً بالاترین مقدار است، با این حال، در تالاب هایی که آب زیرزمینی عامل اصلی است، خروج آب سطحی تمایل دارد که در طول سال به طور مساوی توزیع شود. بسته به تعادل دمایی آب ورودی و خروجی، آب سطحی ممکن است در یک تالاب به صورت دائمی، فصلی، یا موقت باشد.

تعیین کمیت آب سطحی

یک ارزیابی مناسب از ورودی های آب سطحی برای همه تالاب ها مهم است، اما برای تالاب های رودخانه ای و حامل آب سطحی بسیار مهم و بحرانی است. جریان های غیر کانالی باید برای تمام سایتها کمی شوند، و جریان کانالیزه باید برای سایت هایی اندازه گیری شود که از این منبع ورودی دریافت می کنند.

جریان غیر کانالیزه

اندازه گیری های میدانی در محل معمولاً برای تعیین مقدار جریان غیر کانالیزه که از مناطق بالادست وارد یک سیستم تالاب می شود، استفاده نمی شود. به جای آن، چندین مدل ساده وجود دارد که برای تعیین حجم آب های سطحی ناشی از یک حوزه آبخیز استفاده می شود. یکی از این روشها، روش شماره منحنی رواناب (CN) است که توسط سرویس حفاظت خاک کشاورزی (SCS) ایالات متحده توسعه یافته که در حال حاضر به نام سرویس حفاظت از منابع طبیعی



(NRCS) شناخته می شود. این روش به طور گسترده ای برای تخمین مقدار رواناب از یک رویداد بارش مورد استفاده قرار می گیرد و در حوزه های کوچک تا متوسط کاربرد تراست.

معادله رواناب به صورت زیر است:

$$Q = (P - I_a)^2 / (P - I_a) + S$$

که در آن

$$Q = \text{رواناب (اینچ)}$$

$$P = \text{بارش (اینچ)}$$

$$S = \text{حداکثر ذخیره بالقوه پس از آغاز رواناب (اینچ)}$$

$$I_a = \text{نگهداشت اولیه (اینچ)، مقدار آبی که خاک را قبل از آغاز رواناب اشباع می کند.}$$

روش CN بر اساس نوع خاک، پوشش گیاهی، کاربری اراضی و درجه اشباع اولیه است. مرحله اول از روش CN تعیین مساحت ناحیه زهکشی حوضه است. هنگامی که این عدد محاسبه شد، حوضه به انواع کاربری زمین تقسیم می شود. در مرحله بعد، CN مناسب برای هر کاربری زمین که توسط اداره کشاورزی ایالات متحده تعیین شده مشخص شده و یک CN وزنی برای کل حوضه محاسبه می شود. این CN کلی برای حوضه پس از آن می تواند برای به دست آوردن مقدار ذخیره سازی پتانسیل، S، در معادله زیر جایگزین شود:

$$S = 1000 / CN - 10$$

با استفاده از این معادله رواناب می تواند به صورت زیر محاسبه شود:

$$Q = (P - 0.2S)^2 / (P + 0.8S).$$

در این معادله Ia به عنوان یک پارامتر مستقل برای تولید یک مقدار منحصر به فرد رواناب حذف شده است (۱۱).

روش شماره منحنی رواناب SCS برای یک رویداد بارش واحد طراحی شده است برای محاسبه مقدار ورودی آب سطحی روزانه، ابتدا باید حداقل میزان بارش ۲۴ ساعته ی لازم برای تولید رواناب از فرمول بالا مشخص شود. سپس مقدار رواناب برای هر روز که مقدار بارش بیش از مقدار حداقل لازم برای تولید رواناب است، تعیین می شود (۷).

جریان کانالیزه

کانال هر مجرای بازی است که به طور طبیعی و یا مصنوعی ایجاد شده است و به صورت دوره ای یا به طور مداوم آب در آن حرکت می کند، و یا یک راه اتصال بین دو جریان آب است (۵). اگر ورودی آب سطحی از حوضه به تالاب در قالب جریان کانالیزه است، اندازه گیری مستقیم را می توان با استفاده از خاکریز، فلوم و تکنیک های اندازه گیری مرحله ای به کار برد. تحت شرایطی که در آن اندازه گیری مستقیم دبی را نمی توان انجام داد و یا در دسترس نیست، مقدار ورودی و



خروجی آب سطحی به سیستم تالاب می تواند به طور غیر مستقیم محاسبه می شود. به عنوان مثال، دبی مقطعی متوسط در بخش جریان آزاد کانال را می توان از راه معادله پیوستگی $Q = VA$ محاسبه کرد که در آن عبارت سرعت در معادله بالا را می توان از ویژگی های جریان با استفاده از معادله مانینگ محاسبه کرد: $V = (1.49/n) R^{2/3} S^{1/2}$

مدل های هیدرولوژیکی می توانند یک ابزار ارزشمند برای برآورد مقادیر اجزاء بیلان آب باشند. به عنوان مثال از مدل های آب سطحی، SWMM یک مدل بارش-رواناب است که برای پیش بینی رواناب از رویداد یا رویدادهای بارش داده شده است. HEC-RAS، یک مدل روندیابی سیلاب هیدرودینامیکی است که می تواند برای پیش بینی پروفیل های سطحی آب پایین دست و جریان تحت شرایط خاص بالادست مورد استفاده قرار گیرد. دیگر مدل های آب سطحی از جمله StreamStats و MOVE1 از آمار مانند معادلات همبستگی و رگرسیون برای ترکیب و یا گسترش یک رکورد هیدرولوژیکی استفاده می کنند. مجموع مقادیر جریان کانالیزه و غیر کانالیزه ورودی کلی آب سطحی به سیستم تالاب است. مقادیر جریان سطحی روزانه و ماهانه باید برای سال های نماینده مرطوب، خشک و متوسط محاسبه شود. این مقادیر باید به واحد عمق در هر زمان تبدیل و با اجزای دیگر بیلان آب رسم شوند.

۲-۲-۳- آب زیرزمینی

تالاب ممکن است آبهای زیر زمینی را به عنوان ورودی دریافت کند و یا آب زیرزمینی را تغذیه کند (خروجی) و یا هر دو. ورودی آبهای زیر زمینی نشان دهنده آبی است که به سطح زمین (و یا یک منطقه با عمق ۱۸-۰ اینچ) از رسوبات زیرین تخلیه می شود. این ترشحات ممکن است در مکانی رخ دهد که در آن سطح آب تالاب پایین تر از سطح ایستابی مجاور باشد و یا در مناطق دامنه های شیب دار که در آن سطح ایستابی سطح زمین را در سطوح نشت و درشکستگی های شیب قطع می کند. خروج آب های زیرزمینی زمانی رخ می دهد که سطح آب تالاب بالاتر از سطح ایستابی مجاور است. در این مورد، آب زیرزمینی از تالاب و از طریق خاک رو به پایین حرکت می کند.

تعیین کمیت آب های زیرزمینی

به طور خلاصه، داده های موجود باید ارزیابی شود تا کمبود داده ها و نیازهای داده برای سایت و همچنین سال های نماینده مرطوب، خشک و متوسط مشخص شوند، همچنین داده های موجود در نوع توپوگرافی، خاک سایت، زمین شناسی سطحی و هیدروگرافی برای تعیین تعداد بخش های جریان آب زیرزمینی در سایت باید مورد بررسی قرار گیرند. حداقل سه حلقه چاه باید در هر بخش از جریان ایجاد شود تا نوسانات سطح ایستابی و حرکت آبهای زیر زمینی در سراسر سایت مشخص شود سپس هدایت هیدرولیکی هر بخش از جریان نیز با استفاده از گمانه ها، چاه ها، نفوذسنج، پرماتر و ... باید تعیین شود. هنگامی که جمع آوری داده ها کامل شد، محاسبات مهندسی مانند قانون دارسی و مدل هایی مانند MODFLOW را می توان برای تعیین آبهای زیر زمینی ورودی و خروجی از سیستم تالاب به کار برد. پس از آن مقادیر آب زیرزمینی، جدول بندی شده و نمودارهای مربوطه برای سال های نماینده مرطوب، خشک و متوسط رسم می شوند (۷).



۴-۲-۲- تبخیر و تعرق

تبخیر و تعرق ترکیبی است از آب از دست داده شده به اتمسفر از طریق تبخیر از خاک یا سطح آب (تبخیر) و همچنین آبی که از طریق گیاهان به جو انتقال داده می شود (تعرق). نرخ تبخیر و تعرق در یک تالاب تحت تاثیر چندین عامل هواشناسی، فیزیکی، بیولوژیکی قرار دارد مانند: متغیرهای تابش خورشیدی، دمای سطح، سرعت باد، رطوبت نسبی، رطوبت خاک در دسترس و نوع و تراکم پوشش گیاهی. تبخیر و تعرق به دو صورت فصلی و روزانه متغیر است. نرخ تبخیر و تعرق در فصلی که گیاهان فعال و در حال رشد و تعرق هستند نسبت فصل خواب گیاهان، بالاتر است و در شب و در سرما و روزهای ابری گرایش به پایین دارد و در طول روز و در گرما و روزهای آفتابی بالاتر است.

تعیین کمیت تبخیر و تعرق

در صورت امکان مقادیر روزانه تبخیر و تعرق برای سال های مرطوب، خشک و متوسط از نزدیک ترین ایستگاه به سایت به دست می آید. با این حال، به دلیل کمبود ایستگاه جمع آوری داده های ET، این احتمال وجود دارد که مقدار ET روزانه باید از طریق استفاده از تکنیک های مستقیم (تشتک تبخیر، لایسیمتر و ...) اندازه گیری و یا روش های هواشناسی برآورد شود. اگر روش هواشناسی مبتنی بر استفاده از دما می باشد، داده های ورودی درجه حرارت می تواند از یک ایستگاه آب و هوا نماینده نزدیک به سایت بدست آید. هنگامی که مقدار ET روزانه و ماهانه به دست آمد یا اندازه گیری شد آن را می توان همراه با سایر اجزاء بیلان آب رسم نمود (۷).

۳- نتیجه گیری

جریان های ورودی و خروجی آب چرخه آب را در تالاب تشکیل می دهند. بارش، ورودی آب سطحی و ورودی آبهای زیر زمینی اجزای ورودی به یک سیستم تالاب هستند و ET، خروجی آب سطحی و خروجی آب های زیرزمینی اجزای خروجی می باشند. مقدار هر جزء از معادله بیلان آب باید با استفاده از ترکیبی از منابع داده، جمع آوری داده و روش ها و تکنیک های مدل سازی عددی بدست آید. با ارزیابی هر یک از اجزاء، یک معادله بیلان آب به عنوان یک ابزار با ارزش برای درک فرآیندهای هیدرولوژیکی در تالاب است. با توجه به مطالب اشاره شده در این مقاله و محاسبه اجزای بیلان آب می توان به هیدروپریود برای یک سایت تالاب تحت شرایط بارش مرطوب، خشک و متوسط رسید. یک نمایش گرافیکی از اجزای معادله بیلان آب می تواند یک نمایش تصویری مفید از هیدروپریود پیش بینی شده برای سایت تالاب فراهم کند. سایت مورد نظر باید آب کافی (مقدار آب بستگی به اهداف سایت تالاب دارد) در قسمت هایی از سال، به ویژه در طول فصل رشد داشته باشد. سطوح آب روزانه بدست آمده باید شرایط اشباع در سطح را برای یک دوره کافی از زمان در طول فصل رشد نشان دهد تا از عملکرد تالاب در نظر گرفته شده پشتیبانی کند.

۴- مراجع



۱) فضل الهی، ه.، ۱۳۹۱ بررسی راندمان حذف نیتروژن و فسفر از پساب شهری توسط سه گیاه تالابی، پایان نامه

کارشناسی ارشد آبیاری و زهکشی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان.

2) Akratos, C. S. and V. A. Tsihrintzis. 2007. Effect of temperature, HRT, vegetation and porous media on removal efficiency of pilot-scale horizontal subsurface flow constructed wetlands. *Ecol. Engin.* 29: 173–191.

3) Carter, V., 1996, Wetland hydrology, water quality, and associated functions, in National water summary on wetland resources: U.S. Geological Survey Water Supply Paper 2425, accessed June 2, 2007

4) General Arthur E. Williams, Directorate of Civil Works: Washington, D.C., U.S. Army Corps of Engineers, March 6, 1992, 6 p, accessed July 1, 2008,

5) Langbein, W.B., and Iseri, K.T., 1960, General introduction and hydrologic definitions: U.S.

Geological Survey Water-Supply Paper 1541-A, 29 p.

6) Mitsch, W.J., and Gosselink, J.G., 2000, Wetlands, 3d ed.: New York, John Wiley and Sons, 920p.

7) New Jersey Department of Environmental Protection, 2008, Regionalized Water Budget Manual for Compensatory Wetland Mitigation Sites in New Jersey, 185 p

8) Tiner, R.W., 2005, In search of swampland--A wetland sourcebook and field guide, 2d ed.: New Brunswick, New Jersey, Rutgers University Press, 330 p.

9) U.S. Army Corps of Engineers, 1987, Corps of Engineers Wetlands Delineation Manual, Technical Report Y-81-1: Vicksburg, Miss., U.S. Army Corps of Engineers, Waterways

Experimental Station, 100 p. and app.

10) U.S. Army Corps of Engineers, 1992, Clarification and interpretation of the 1987 manual--memorandum from Major General Arthur E. Williams, Directorate of Civil Works: Washington, D.C., U.S. Army Corps of Engineers, March 6, 1992, 6 p, accessed July 1, 2008

11) U.S. Department of Agriculture, 1986, Urban hydrology for small watersheds: Technical

Release 55, 6 chap., 5 app

SID



سرویس های ویژه



سرویس ترجمه تخصصی



کارگاه های آموزشی



بلاگ مرکز اطلاعات علمی



سامانه ویراستاری STES



فیلم های آموزشی

کارگاه های آموزشی مرکز اطلاعات علمی



مقاله نویسی علوم انسانی



اصول تنظیم قراردادها



آموزش مهارت های کاربردی در تدوین و چاپ مقاله