۲۰۲۶۷۱۳

هیدرولوژی

تالیف:

مادان موهان داس-میمی داس سایکیا

مترجمین:

دکتر علیرضا نیکبخت - دکتر داود خدادادی دهکردی - دکتر اصلان اگدرنژاد

(اعضاء هیئت علمی دانشگاه آزاد اسلامی)

www.ketab.ir

انتشارات جهاددانشگاهی

واحد صنعتی امیرکبیر

سرشناسه	: داس، مادان موهان—Das، Madan Mohan
عنوان و نام پدیدآور	: هیدرولوژی/تالیف مادان‌موهان داس، میمی‌داس سایکیا؛مترجمین علیرضا نیکبخت‌شهبازی، داود خدادادی‌دهکردی، اصلان اگدرنژاد.
مشخصات نشر	: تهران: جهاد دانشگاهی، واحد صنعتی امیرکبیر، انتشارات، ۱۳۹۷.
مشخصات ظاهری	: ۴۲۴ ص.: مصور، جدول.
شابک	: ۳۰۰۰۰۰ ریال: 978-964-210-296-9؛ISBN:
وضعیت فهرست نویسی	: فیپا
یادداشت	: عنوان اصلی: .Hydrology،2009
یادداشت	: واژه‌نامه
یادداشت	: کتابنامه.
موضوع	: آب‌شناسی—Hydrology
شناسه افزوده	: سایکیا، می‌می داس—Saikia، Mimi Das
شناسه افزوده	: نیکبخت شهبازی، علیرضا، ۱۳۵۷ -، مترجم
شناسه افزوده	: خدادادی دهکردی، داود، ۱۳۵۹-، مترجم
شناسه افزوده	: اگدرنژاد، اصلان، ۱۳۶۱-، مترجم
شناسه افزوده	: جهاددانشگاهی واحد صنعتی امیرکبیر.انتشارات
رده‌بندی کنگره	: ۱۳۹۷ GB۶۶۱/۲/د۲۸۹
رده‌بندی دیویی	: ۵۵۱/۴۸
شماره کتابشناسی ملی	: ۵۵۹۰۱۲۸

جهاد دانشگاهی
واحد صنعتی امیرکبیر

کتاب در جلسه مورخ ۹۷/۰۹/۱۹ شورای نشر کتاب جهاد دانشگاهی واحد صنعتی امیرکبیر پس از طی مراحل ارزیابی علمی، جهت چاپ و انتشار، دریافت نموده است.

هیدرولوژی

تالیف: مادان موهان داس - میمی داس سایکیا

مترجمین: دکتر علیرضا نیکبخت شهبازی - دکتر داود خدادادی دهکردی - دکتر اصلان اگدرنژاد

ناشر	**: جهاددانشگاهی واحد صنعتی امیرکبیر**
مدیر مسؤول	: دکتر مهدی ورسه‌ای
نوبت چاپ	: اول
سال چاپ	: ۱۳۹۸
قطع	: وزیری
شمارگان	: ۱۰۰۰ نسخه
قیمت	: ۳۰۰۰۰۰ ریال
طراح	: آرزو انصاری
چاپخانه	: اصیل

شابک: ۹-۲۹۶-۲۱۰- ۹۶۴-۹۷۸ ISBN: 978-964-210-296-9

نمایشگاه و فروشگاه دائمی: تهران، خیابان حافظ، روبروی خیابان سمیه، جنب دانشگاه صنعتی امیرکبیر، انتشارات جهاددانشگاهی واحد صنعتی امیرکبیر تلفن: ۹۸۱ ۹۵۰ ۶۶ ۹۸۲۱+ تلفکس: ۹۸۲ ۹۵۰ ۶۶ ۹۸۲۱+

فروشگاه اینترنتی: www.jdamirkabir.ac.ir

www.ketab.ir

پیشگفتار

هیدرولوژی با آب شناسی از دو کلمه Hydro به معنی آب و Logoy به معنی شناسایی گرفته شده است. در واقع هیدرولوژی علم مطالعه آب کره زمین است و در مورد پیدایش، چرخش و توزیع آب در طبیعت خصوصیات فیزیکی و شیمیایی آب، واکنش‌های آب در محیط و ارتباط آن با موجودات زنده بحث می‌کند. هیدرولوژی در فرهنگ تمامی داستان آب است. تا جایی که تاریخ نشان می‌دهد اولین تجارب آب شناسی مربوط به سومری‌ها و مصری‌ها در منطقه خاورمیانه است به‌طوری که قدمت سدسازی روی رودخانه نیل به ۴۰۰۰ سال قبل از میلاد مسیح می‌رسد در همین زمان فعالیت‌های مشابهی در چین نیز وجود داشته است. از بدو تاریخ تا حدود ۱۰۰۰ سال بعد از میلاد مسیح فلاسفه و دانشمندان مختلفی از جمله هومر، طالس، افلاطون، ارسطو و پلی‌دو مورد سیکل هیدرولوژی اندیشه‌های گوناگونی ارائه کرده‌اند و کم کم مفاهیم فلسفی هیدرولوژی جای خود را به مشاهدات علمی دادند. با پیشرفت تمدن‌ها استفاده از آب نیز شکل تازه‌ای به خودگرفت به‌طوری که در بسیاری از زمینه‌ها، از کشاورزی گرفته تا صنعت و از همه مهم‌تر تولید انرژی از آب استفاده می‌شود و امروزه دسترسی به آب کافی و با کیفیت مناسب در زمان و مکان مناسب مد نظر می‌باشد و هر گونه کمبود آب را مانعی در جهت توسعه پایدار می‌داند به همین دلیل هر ساله سرمایه‌های زیادی برای توسعه منابع آب و طرح‌های مرتبط با آن مثل سدسازی و احداث شبکه‌های آبیاری و زهکشی، آبخیزداری، مهار سیل و تغذیه آب‌های زیرزمینی انجام می‌دهند.

هر سال به سطح خشکی‌های کره زمین حدود ۱۱۰۰۰۰ کیلومتر مکعب آب بصورت نزولات جوی فرو می‌ریزد. در عوض ۷۰۰۰۰ کیلومتر مکعب آن بصورت تبخیر خارج می‌شود. تفاوت این دو رقم ۴۰۰۰۰ کیلومتر مکعب است که منابع تجدید شونده آب را تشکیل می‌دهند. مقدار سرانه آب تجدید شونده در سطح دنیا رقمی حدود ۷۴۰۰ متر مکعب در سال برای هر نفر است. اما این مقدار به‌طور یکنواخت تقسیم نشده است. متخصصان هیدرولوژی رقم ۱۰۰۰ متر مکعب در سال برای هر نفر را مرز کم آبی یک کشور تعیین کرده‌اند.

www.ketab.ir

این رقم در مصر ۳۰ در قطر ۴۰ در لیبی ۱۶۰ در عربستان ۱۴۰ متر مکعب در سال برای هر نفر برآورد شده است. در ایران سرانه مصرف آب حدود ۱۳۰۰ متر مکعب در سال تخمین‌زده شده است. یکی از راه‌های سازگاری با کم آبی استفاده بهینه از منابع آب است. باید سعی کرد که تا حد امکان از ریزش‌های جوی، جریان آب‌های سطحی و منابع زیرزمینی به نحو مطلوب استفاده شود و این کار با شناخت پدیده‌های هیدرولوژیکی میسر می‌گردد. لذا کتاب حاضر که یکی از معدود کتاب‌هایی است که در زمینه هیدرولوژی کاربردی بصورت موجز و به شیوه درسی تالیف شده است برای ترجمه انتخاب شده است. امیداوریم کتاب حاضر مور توجه دانشجویان و اساتید محترم قرار گیرد.

دکتر علیرضا نیکبخت شهبازی

دکتر داود خدادادی دهکردی

دکتر اصلان اگدرنژاد

(اعضای هیئت علمی دانشگاه آزاد اسلامی)

www.ketab.ir

فهرست

فصل اول: مقدمه ۲۹

۱.۱. مقدمه ۲۹

۱.۲. چرخه جهانی آب ۲۹

۱.۳. چرخه هیدرولوژیکی ۳۰

۱.۴. معرفی سیستم چرخه هیدرولوژیکی ۳۱

۱.۵. توسعه تاریخی هیدرولوژی ۳۲

۱.۶. نتیجه‌گیری ۳۳

فصل دوم: آب و هواشناسی ۳۵

۲.۱. مقدمه ۳۵

۲.۲. ابزارهای آب و هواشناسی ۳۵

۲.۳. ساختارهای عمودی جو ۳۷

۲.۴. گردش عمومی جو ۳۹

۲.۴.۱. گردش حرارتی بر روی زمین غیر گردشی ۳۹

۲.۴.۲. تاثیر گردش زمین بر گردش حرارتی ۴۰

۲.۴.۳. تاثیر توزیع خشکی و آب بر روی گردش ۴۰

۲.۵. سیستم هوا ۴۱

۲.۶. ابرها ۴۲

۲.۷. باروری ابرها ۴۴

www.ketab.ir

۲ .۸. واژگان شناسی مطالعات آب و هواشناسی ۴۵
۲ .۹. نقشه هسته‌ها در فرآیند میعان..... ۴۶
۲ .۹ .۱. ماده محلول و اثر انحنا..... ۴۷
۲ .۱۰. فرآیندهای باران زایی ۴۸
۲ .۱۱. شرایط لازم برای تولید باران ۴۹
۲ .۱۱. نتیجه‌گیری ۵۰
فصل سوم: بارش..... ۵۳
۳ .۱. مقدمه ۵۳
۳ .۲. فرم‌های بارش..... ۵۳
۳ .۳. الگوهای مختلف بارش..... ۵۴
۳ .۴. اندازه‌گیری نزولات جوی ۵۵
۳ .۵. محل نصب باران سنج‌ها ۶۰
۳ .۶. تعداد باران سنج‌ها در یک شبکه باران سنجی..... ۶۰
۳ .۶ .۱. تعداد ایستگاه‌های موردنیاز..... ۶۱
۳ .۷. روش‌های محاسبه میانگین بارندگی..... ۶۳
۳ .۸. درون‌یابی و تصحیح خطاهای داده‌های از دست رفته..... ۶۸
۳ .۹. هایتوگراف و منحنی تجمعی بارندگی..... ۷۳
۳ .۱۰. منحنی فراوانی مدت زمان شدت بارش ۷۴
۷۵ .....

www.ketab.ir

۵ .۶ تخمین تبخیر-تعرق (یا آب مصرفی) ۱۱۶
۵ .۷. نتیجه‌گیری ۱۲۴

فصل ششم: رواناب ۱۲۷
۶ .۱. مقدمه ۱۲۷
۶ .۲. عوامل تاثیرگذار بر رواناب ۱۲۸
۶ .۳. تخمین رواناب ۱۳۲
۶ .۴. چرخه رواناب ۱۳۷
۶ .۵. نتیجه‌گیری ۱۳۸

فصل هفتم: هیدروگراف ۱۳۹
۷ .۱. مقدمه ۱۳۹
۷ .۲. هیدروگراف‌های رندگر های ساده و پیچیده ۱۳۹
۷ .۳. اجزای هیدروگراف بارندگی مجزا ۱۴۰
۷ .۴. عوامل مؤثر بر هیدروگراف سیلاب ۱۴۳
۷ .۵. جداسازی جریان پایه ۱۴۵
۷ .۶. محاسبه‌ی رواناب سطحی مستقیم (DSR) از هیدروگراف سیلاب ۱۴۷
۷ .۷. هیدروگراف واحد ۱۴۹
۷ .۸. فرضیات در به دست آوردن تئوری UH ۱۴۹
۷ .۹. استخراج UH از یک هیدروگراف سیلاب ساده از بارش مجزا ۱۵۰
۷ .۱۰. محدودیت‌ها و کاربردهای نظریه‌ی UH ۱۵۲
۷ .۱۱. استخراج UH از بارش پیچیده ۱۵۳
۷ .۱۲. هیدروگراف واحد برای مدت زمان‌های مختلف ۱۵۴
۷ .۱۳. هیدروگراف واحد لحظه‌ای (SUH) ۱۶۰

www.ketab.ir

۸. ۳. ۸ روش انسدادسنج ۱۹۶
۸. ۳. ۹. روش اندازه‌گیری انقباض ۱۹۶
۸. ۳. ۱۰. روش کانال انتقال‌سنج ۱۹۸
۸. ۳. ۱۱. روش قایق متحرک ۱۹۹
۸. ۳. ۱۲. روش مدل هیدرولیکی ۲۰۰
۸. ۳. ۱۳. روش صداسنج ۲۰۱
۸. ۳. ۱۴. روش اندازه‌گیری جریان مافوق صوت ۲۰۱
۸. ۳. ۱۵. روش فشار درونی ۲۰۲
۸. ۳. ۱۶. روش تکنیک ماده‌ی ردیاب ۲۰۲
۸. ۳. ۱۷. روش انعکاس لیزر داپلر (LDA) ۲۰۳
۸. ۳. ۱۸. روش آکوستیک سیستاغ ۲۰۴
۸. ۳. ۱۹. روش اندازه‌گیری حباب ۲۰۵
۸. ۳. ۲۰. روش دینامومتر (نیروسنج) ۲۰۶
۸. ۳. ۲۱. روش جریان‌سنج الکترومغناطیسی ۲۰۶
۸. ۳. ۲۲. روش موج ثراپ ۲۰۷
۸. ۳. ۲۳. روش سرعت نمک ۲۰۸
۸. ۳. ۲۴. روش عمق لبه ۲۰۸
۸. ۴. نتیجه‌گیری ۲۰۹

فصل نهم: برآورد سیلاب ۲۱۳

۹. ۱. مقدمه ۲۱۳
۹. ۲. روش‌های تخمین ۲۱۳
۹. ۳. منحنی پوش ۲۱۴
۹. ۳. ۱. محدودیت‌های منحنی پوش ۲۱۴

www.ketab.ir

۹ .۴. فرمول‌های تجربی ۲۱۵
۹ .۴ .۱. محدودیت‌های فرمول‌های تجربی ۲۱۸
۹ .۵. علائم فیزیکی از سیلاب‌های گذشته ۲۱۸
۹ .۵ .۱. محدودیت‌های روش ۲۱۹
۹ .۶. روش منطقی ۲۱۹
۹ .۶ .۱. محدودیت‌های روش منطقی ۲۲۱
۹ .۷. نمودار PMP ۲۲۱
۹ .۷ .۱. محدودیت‌های روش ۲۲۱
۹ .۸. منحنی اشل-دبی ۲۲۲
۹ .۸ .۱. محدودیت‌های منحنی اشل-دبی ۲۲۲
۹ .۹. روش هیدروگراف واحد ۲۲۲
۹ .۹ .۱. محدودیت‌های روش ۲۲۲
۹ .۱۰. تجزیه و تحلیل فراوانی سیلاب ۲۲۳
۹ .۱۰ .۱. فراوانی یا احتمال سیل P ۲۲۳
۹ .۱۰ .۲. موقعیت‌های ترسیم ۲۲۳
۹ .۱۰ .۳. تعیین طرح سیل با هر فراوانی یا احتمال ۲۲۵
۹ .۱۰ .۴. محدودیت‌های تجزیه و تحلیل فراوانی سیلاب ۲۲۵
۹ .۱۱. توزیع مقدار حد گامبل ۲۲۶
۹ .۱۱ .۱. روش گامبل برای نمونه‌ی غیر بی‌نهایت ۲۳۰
۹ .۱۲. توزیع لگاریتم پیرسون نوع ۳ ..... ۲۳۳
۹ .۱۳. روش توزیع نرمال ۲۳۸
۹ .۱۴. روش چاو ۲۳۹
۹ .۱۵. روش پوول ۲۳۹

www.ketab.ir

۹ .۱۶. تجزیه و تحلیل مجموعه‌های جزئی ۲۴۰
۹ .۱۷. روش تصادفی ۲۴۱
۹ .۱۸. روش فراوانی سیل منطقه‌ای ۲۴۲
۹ .۱۹. نتیجه‌گیری ۲۴۳

www.ketab.ir

۱۱ .۴. طبقه‌بندی و یا نوع رودخانه ۲۶۸

۱۱ .۵. رودخانه مارپیچی: تحقیقات و علل ۲۷۰

۱۱ .۵ .۱. تحقیقات در مورد مارپیچ ۲۷۱

۱۱ .۵ .۲. علل مارپیچ ۲۷۲

۱۱ .۵ .۳. فاکتورهای کنترل‌کننده‌ی فرآیند مارپیچ ۲۷۲

۱۱ .۵ .۴. معادلات تجربی ۲۷۳

۱۱ .۶. حمل رسوب در رودخانه‌های آبرفتی ۲۷۳

۱۱ .۶ .۱. رسوبات و حرکت آن‌ها ۲۷۳

۱۱ .۶ .۲. برخی از تئوری‌ها در مورد حرکت رسوب ۲۷۴

۱۱ .۷. عملیات کنترل رودخانه ۲۸۲

۱۱ .۸. هدف از آماده‌سازی رودخانه ۲۸۲

۱۱ .۹. طبقه‌بندی روش‌های آماده‌سازی رودخانه ۲۸۳

۱۱ .۱۰. روش‌های انجام اقدامات آماده‌سازی رودخانه ۲۸۳

۱۱ .۱۰ .۱. خاکریز (یا سیل‌بند یا سد خاکی) ۲۸۳

۱۱ .۱۰ .۲. آب‌شکن‌ها (یا سدهای موج‌شکن) ۲۸۵

۱۱ .۱۰ .۳. میانبر مصنوعی ۲۸۸

۱۱ .۱۰ .۴. دیواره‌ی هادی (دیواره‌خاکی بل) ۲۸۸

۱۱ .۱۰ .۵. محافظت از سواحل ۲۹۱

۱۱ .۱۰ .۶. جزیره سنگ‌فرش شده ۲۹۱

۱۱ .۱۰ .۷. ساحل سنگ‌فرش شده و کف‌بند ۲۹۱

۱۱ .۱۰ .۸. روش‌های متفرقه ۲۹۳

۱۱ .۱۱. نتیجه‌گیری ۲۹۳

فصل دوازدهم: روندیابی هیدرولوژیکی ۲۹۵

www.ketab.ir

۱۲ .۱. مقدمه ۲۹۵
۱۲ .۲. روندیابی هیدرولوژیکی ۲۹۵
۱۲ .۳. رابطه‌ی بین جریان خروجی و ذخیره‌سازی ۲۹۷
۱۲ .۴. معادلات عمومی ذخیره‌سازی ۲۹۷
۱۲ .۵. معادلات روندیابی ماسکینگام ۲۹۹
۱۲ .۵ .۱. مراحل مورد نیاز برای تعیین K و X ۲۹۹
۱۲ .۶. روش روندیابی ماسکینگام ۳۰۰
۱۲ .۶ .۱. سایر روش‌های محاسبه‌ی K ۳۰۱
۱۲ .۷. روندیابی مخزن ۳۰۶
۱۲ .۸. روش‌های روندیابی مخزن ۳۰۶
۱۲ .۸ .۱. روش گوردون (۱۹۶۱) ۳۰۷
۱۲ .۸ .۲. روش اصلاح شده پال ۳۰۸
۱۲ .۹. روش رانج-کوتا ۳۰۹
۱۲ .۱۰. روش مدل سازی مخزن خطی ۳۱۰
۱۲ .۱۱. روش مدل ترکیبی ۳۱۰
۱۲ .۱۲. نتیجه‌گیری ۳۱۱

فصل سیزدهم: روندیابی هیدرولیکی ۳۱۳
۱۳ .۱. مقدمه ۳۱۳
۱۳ .۲. معادله‌ی سنت و نانت ۳۱۳
۱۳ .۳. معادله‌ی پیوستگی: نتایج آن ۳۱۴
۱۳ .۴. استخراج معادله‌ی اندازه حرکت ۳۱۶
۱۳ .۵. راه‌حل ارائه شده توسط محققان قبلی ۳۲۲

www.ketab.ir

۱۳ .۶. طرح‌های عددی متفاوت ۳۲۳

۱۳ .۶ .۱. روش تعیین خصوصیات (MoC)..... ۳۲۳

۱۳ .۶ .۲. حل ضمنی تفاضل محدود..... ۳۲۸

۱۳ .۶ .۳. طرح‌های ضمنی تفاضل محدود..... ۳۴۰

۱۳ .۷. روندیابی سینماتیک ۳۴۴

۱۳ .۷ .۱. راه‌حل صریح عددی روندیابی سینماتیکی..... ۳۴۵

۱۳ .۸. نتیجه‌گیری ۳۴۶

فصل چهاردهم: هیدرولوژی آب‌های زیرزمینی ۳۴۹

۱۴ .۱. مقدمه ۳۴۹

۱۴ .۲. پیشینه ی تاریخی ۳۵۰

۱۴ .۳. وقوع آب‌های زیرزمینی ۳۵۱

۱۴ .۴. پارامترهای آبخوان..... ۳۵۲

۱۴ .۵. قانون دارسی..... ۳۵۲

۱۴ .۵ .۱. محدوده‌ی تایید قانون دارسی ۳۵۳

۱۴ .۶. معادله‌ی جریان آب زیرزمینی ناپایدار ۳۵۴

۱۴ .۷. معادله‌ی جریان ناپایدار در چاه ۳۵۷

۱۴ .۷ .۱. با فرض مشتق گیری معادله‌ی (۱۴. ۹) ۳۵۸

۱۴ .۷ .۲. راه‌حل معادله‌ی (۱۴. ۹) ۳۵۸

۱۴ .۸. جریان شعاعی پایدار برای چاه در آبخوان نامحدود ۳۶۱

۱۴ .۸ .۱. فرضیات نظریه‌ی دوپویی..... ۳۶۴

۱۴ .۸ .۲. محدودیت‌های نظریه‌ی دوپویی..... ۳۶۴

۱۴ .۹. مطالعه‌ی بده شعاعی چاه در یک آبخوان محدود..... ۳۶۵

۱۴ .۱۰. دخالت چاه در آبخوان محدود..... ۳۶۶

www.ketab.ir

۱۴ .۱۱. عملکرد چاه ۳۶۷
۱۴ .۱۲. نتیجه‌گیری ۳۷۴

فصل پانزدهم: هیدرولوژی مدیریت حوضه ۳۷۷

۱۵ .۱. مقدمه ۳۷۷
۱۵ .۲. سیستم‌های مخازن ۳۷۸
۱۵ .۳. نواحی یا استخرهای ذخیره‌سازی ۳۷۹
۱۵ .۴. سوب‌گذاری مخزن ۳۷۹
۱۵ .۵. تراکم جریان در مخازن آب ۳۸۰
۱۵ .۶. کنترل رسوبات در مخازن آب ۳۸۰
۱۵ .۷. راندمان ذخیره‌سازی مخازن ۳۸۱
۱۵ .۸. فرسایش خاک و کنترل آن ۳۸۱
۱۵ .۹. عوامل موثر بر فرسایش خاک ۳۸۲
۱۵ .۹. انواع مختلف علل طبیعی ۳۸۲
۱۵ .۹ .۱. انواع فرسایش ۳۸۲
۱۵ .۹ .۲. علل فرسایش ۳۸۳
۱۵ .۱۰. روش‌های مختلف کنترل فرسایش ۳۸۶
۱۵ .۱۲. دیگر بخش‌های مدیریت آب حوضه ۳۹۱
۱۵ .۱۳. نتیجه‌گیری ۳۹۴

پیوست ۳۹۵

مقدمه‌ای بر آمار و احتمالات ۳۹۵

A.۱. توزیع فراوانی ۳۹۵
A .۱ .۱. اندازه‌گیری گرایش مرکزی ۳۹۷

www.ketab.ir

A.۱.۲. اندازه‌گیری پراکندگی ۳۹۹
A.۲. احتمال ۴۰۲
A.۲.۲. قضیه‌ی احتمالات ترکیبی ۴۰۳
A.۳.۱. توزیع احتمالات گسسته ۴۰۴
A.۳.۲. تابع توزیع ۴۰۴
A.۳.۳. توزیع احتمالات پیوسته ۴۰۴
A.۴. توزیع دو جمله‌ای یا توزیع برنولی ۴۰۵
A.۵. توزیع پواسون ۴۰۵
A.۶. توزیع نرمال ۴۰۶
A.۷. توزیع گاما ۴۰۷
A.۸. دیگر انواع توزیع ۴۰۸
A.۹. آنالیز همبستگی و رگرسیون ۴۰۸
A.۱۰. آنالیز رگرسیون ۴۰۹
A.۱۰.۱. رگرسیون خطی ۴۰۹
A.۱۰.۲. رگرسیون‌های چند گانه ۴۱۱
منابع ۴۱۵

www.ketab.ir