سومین کنفرانس هیدرولیک ایران
۱۵ تا ۱۷ آبانه ۱۳۸۰
دانشکده فنی دانشگاه تهران

مطالعه مدلهای نفوذپذیری برای طراحی و شبیه سازی روشهای کنترل سیلاب شهری(Alternative Techniques)

دکتر سعید رضا خداشناس

استادیار دانشگاه فردوسی مشهد – ص پ ۱۱۶۳-۹۱۷۷۵

کارشناس شرکت مهندسی مشاور طوس آب

چکیده

در میان روشهای کنترل سیلاب شهری (A.T.) نفوذ آب باران به زمین یکی از مهمترین روشها برای جلوگیری از خسارات سیل می باشد. علی رغم این مطلب تعداد مدلهایی که برای نمایش این فرآیند چه از نظر شبیه سازی و چه از نظر طراحی موجودند زیاد نمی باشند. هدف از این تحقیق ، مطالعه مدلهای نفوذ موجود می باشد تا بتوان مدلی مناسب برای روشهای کنترل سیلاب شهری یافت . در این مطالعه سعی شده است که پدیده نفوذ هم از نظر تئوری و هم از نظر عملی بررسی شود. از آنجایی که مدلهای ادارکی (Conceptual Models) از سادگی بیشتری برخوردارند و تعیین پارامترهای آنها ساده تر می باشند، مطالعه بیشتر برروی این مدل ها متمرکز شد و مدلهایی از نفوذ که با بعضی از روشهای کنترل سیلاب (نظیر حوضچه نفوذ، ترانشه های نفوذ) سازگار می باشند بیشتر مد نظر قرارگرفت . آزمایشات روی ۴ مدل نفوذ رودخانه ای نشان داد که این مدلها در شبیه سازی رفتار حوضچه نفوذ بسیار قابل استفاده می باشند. این آزمایشات نشان می دهند که هیدروگرافهای نفوذ بدست آمده از مدل نزدیک هیدروگرافهای واقعی می باشند.

واژه های کلیدی

سیلاب شهری ، مدل نفوذ ، مدل نفوذ رودخانهای ، شبیه سازی

مقدمه

سیلابها هر ساله خسارات بسیار زیادی به مناطق شهری وارد می آورند. از آنجایی که پوشش زمین و پشت بامها در مناطق شهری اغلب نفوذ ناپذیرند، زمان تمرکز سیلاب به شدت کاهش یافته و پیک سیلاب افزایش می یابد. روشهای کلاسیک که بیشتر مبتنی بر استفاده از شبکه های آب سطحی می باشند ممکن است تا حدودی مشکل مناطق بالادست شهری را حل نمایند ولی باعث سیلابی شدن مناطق پایین دست (که معمولا شبکه آنجا قدیمیتر و با گنجایش کمتر است) می شوند و از طرفی گسترش شهر بسمت بالادست باید همراه با ترمیم و تغییر ابعاد شبکه های پایین دست باشد که بسیار گران تمام خواهد شد.

در روشهای نوین کنترل سیلابهای شهری ، سعی بر نگاهداشت سیل بدون تاثیر مخرب آن است و نه دفع آن . این روشها که به تکنیکهای آلتر ناتیو (A.T.) موسومند با استفاده ذخیره و نفوذ آب به زمین، تا حد زیادی باعث کاهش هزینه های کنترل سیلاب شهری می شوند. از آنجایی که در بعضی از این روشها نیاز به فضاهای بزرگ برای ذخیره و نفوذ می باشد، می توان از زمینهای فوتبال و یا استخرهای طبیعی و مصنوعی برای این منظور استفاده کرد که تاثیر مهمی در ایجاد فضاهای زیبا در شهر خواهد داشت و علاوه بر تغذیه آبهای زیرزمینی باعث کاهش صدمات به مناطق پایین دست می شود. در طراحی و ساخت (A.T) نیاز به استفاده از مدلهای نفوذ می باشد که بررسی های این تحقیق نشان داد که مدلهای نفوذ رودخانه ای برای استفاده

در حوضچه های نفوذ مناسبترند.

باتوجه به نوع عملکرد روش کنترل سیلاب که می تواند ذخیره یا نفوذ و یا هر دو باشد، (A.T) به انواع زیر تقسیم بندی می شوند: [۱]

- حوضچه های ذخیره و نفوذ آب بصورت خشک و یا آبدار (ذخیره و نفوذ)
- حوضچه های ذخیره آب روی پشت بامها (ذخیره)
- ذخیره در زیر خیابانها، پارکینگها و فضاهای همگانی (ذخیره و نفوذ)
- جوی ها، چاهها و ترانشه های کنار خیابانها (نفوذ)

مدلهای تعیین نفوذ

همانند دیگر پدیده های فیزیکی، مدلهای تعیین نفوذ را می توان به سه دسته تقسیم بندی کرد : مدلهای ریاضی یا جعبه سفید (Mathematical Models) مدلهای تجربی یا جعبه سیاه (Empirical models) و مدلهای نیمه تجربی و یا ادارکی یا جعبه خاکستری (Conceptual Models). مدلهای ریاضی دارای پیچیدگی زیاد می باشند و اغلب به داده های اولیه زیادی نیاز دارند که معمولا در دسترس نمی باشند و در موارد خاص قابل استفاده اند. مدلهای تجربی با توجه به تجربیات بدست آمده در نقاط مختلف حاصل شده اند و معمولا استفاده از آنها خیلی ساده تر از مدلهای ریاضی می باشد ولی اطمینان زیادی به نتایج آنها نمی توان داشت . مدلهای ادراکی ترکیبی از مدلهای ریاضی و تجربی می باشند که علاوه بر سادگی نیاز به داده های اولیه کمتری نسبت به مدل های ریاضی دارند و اگر با شرایط مسئله کالیبره بشوند نتایج قابل اطمینانتری نسبت به مدلهای تجربی می دهند.

مدلهای ادارکی (Conceptual Models) نفوذ را می توان به دو دسته بزرگ مدلهای هیدرولوژیکی و مدلهای هیدروژئولوژیکی تقسیم بندی نمود. در این بین مدلهای حوضه آبریز (نظیر مدلهای Kastiakov، Holtan، Green and Ampt، Philip) [۲] و مدلهای نفوذ رودخانه (نظیر مدلهای Dupuit، Ernst، Morels، Miles) [۳] از نوع مدلهای هیدرولوژیکی میباشند و مدلهای هیدروژئولوژیکی عمدتا به مدلهای آب های زیرزمینی مربوط می شوند که مدل چاه ها از این نوع می باشند.

در این تحقیق هدف بیشتر بررسی مدلهای مناسب در حوضچه های ذخیره و نفوذ آب می باشد که مدلهای نفوذ رودخانه ایی برای آن مناسبتر می باشند . از این رو چهار مدل Dupuit، Ernst، Morels، Miles مورد مطالعه دقیقتر قرار گرفتند.

ارزیابی چهار مدل نفوذ رودخانه ای برای استفاده در شبیه سازی حوضچه های ذخیره و نفوذ آب

میزان نفوذ آب از یک رودخانه با استفاده از معادله (۱) بدست می آید:

$$Q = \frac{Is}{K} \quad K \quad Ws \qquad (۱)$$

که در آن : Q = دبی نفوذ در واحد طول رودخانه ، Is = سرعت نفوذ، K = ضریب نفوذپذیری خاک بستر رودخانه در حالت اشباع ، Ws = عرض سطح آب

در این معادله پارامتر ناشناخته Is و یا $\frac{Is}{k}$ می باشد که مدلهای مختلف بصورت زیر این پارامتر را تعیین می کنند.

مدل Dupuit-Fochheimer (D-F) [3]

مدل D-F باتوجه به پارامترهای نشان داده شده در شکل (۱) بصورت زیر می باشد.

$$\frac{Is}{K} \quad \frac{2D_w}{Ws} \; \frac{Hw}{l-0.25(W_b+W_s)} \; \frac{Di}{} \; \frac{0.5Dw}{} \qquad (۲)$$

مدل Ernst [3]

مدل Ernst باتوجه به پارامترهای نشان داده شده در شکل(۱) بصورت زیر می باشد.

$$\frac{I_s}{K} = \frac{\frac{Dw}{Ws}}{\frac{l}{2(D_i+H_w-0.5D_w)} + \frac{D_W}{l} + \frac{l}{\pi} Ln \frac{4(D_i+H_W)}{\pi W_S}} \qquad (۳)$$

مدل Morel - Seytoux [4]

در این مدل محیط رودخانه به دو بخش تقسیم می شود (شکل ۲). قسمت(I)در نزدیکی رودخانه و با جریانی به شکل منحنی می باشد. طول قسمت l_I بصورت زیر بدست می آید.

$$l_I = \tfrac{1}{2}(W_s + H_w + D_i) \qquad (۴)$$

و پارامتر $\frac{Is}{K}$ از معادله (۵) حاصل می شود.

$$\left(\frac{Is}{K}\right)_I = \frac{2C_d \Delta H}{W_S} \qquad (۵)$$

که در این معادله :

$$C_d = \frac{W_P + 2}{10W_P + 1} \qquad (۶)$$

$$W_P = \frac{P}{D_i + H_W - \Delta H} \qquad (۷)$$

P= محیط خیس شده

در منطقه (II) میزان $\frac{Is}{K}$ از معادله D-F بدست می آید.

$$\left(\frac{Is}{K}\right)_{II} = \frac{2(D_w - \Delta H)}{Ws.l_2}[Hw + Di - 0.5(Dw + \Delta H)] \qquad (۸)$$

ΔH از طریق سعی و خطا هنگامی که $(\frac{Is}{K})_{II} = (\frac{Is}{K})_I$ بدست می آید.

مدل Miles [5]

این مدل همانند روش Morel محیط اطراف رودخانه را به دو قسمت تقسیم می نماید(شکل ۲). ولی مقدار C_d از فرمول زیر بدست می آید:

$$C_d = \frac{5[0.25(W_s + W_b) + H_w]}{D_i + H_w} \qquad (۹)$$

نتایج آزمایش

برای مقایسه مدل های انتخاب شده ، از داده های اندازه گیری شده در یک حوضچه نفوذ که در شهر Venissieux کشور فرانسه مستقر می باشد استفاده شد (شکل۳). این حوضچه، آب باران حوضه آبریزی حدود ۳۰۰ هکتار را دریافت می کند.

تاسیسات مورد نظر از دو قسمت تشکیل شده است . قسمت اول حوضچه نگهداری و ته نشینی و قسمت دوم حوضچه نفوذ می باشد. تراز آب در هر دو حوضچه بصورت منظم اندازه گیری می شود و دبی نفوذ در هر لحظه قابل محاسبه است . آمار۹ باران مورد استفاده قرار گرفت ونتایج مدلها با نتایج اندازه گیری مقایسه شدند. با استفاده از دو روش آماری اختلاف بین نتایج و اندازه گیری بدست آمد. روش اول *مجذور مربعات اختلافات* (معادله ۱۰) و روش دوم *میانگین مجذور مربعات اختلافات* (معادله ۱۱).

$$EQT = \frac{[\Sigma(Q_{\mathrm{mod}} - Q_{mes})^2]^{\frac{1}{2}}}{\Sigma Q_{mes}} \qquad (۱۰)$$

$$E.Q.M. = \frac{[\Sigma(Q_{\mathrm{mod}} - Q_{mes})^2]^{\frac{1}{2}}}{N} \qquad (۱۱)$$

در مجموع برای تمام مدل ها این اختلاف بسیار کم بود. میانگین مقادیر بدست آمده برای ۹ باران در جدول (۱) نشان داده شده است.شکل (۴) مقایسه بین نتایج مدل ها را با اندازه گیری برای چند روز نشان میدهد. تحقیق روی حساسیت مدلها روی پارامترهایشان نشان داد که D-F، Ernst، Miles نسبت به پارامترهای خود کمتر حساس می باشند تا مدل Morel.

نتیجه گیری

مطالعه انجام شده روی ۴ مدل نفوذپذیری رودخانه ای نشان داد که این مدلها برای استفاده در طراحی حوضچه های نفوذ مناسب می باشند. سه مدل D-F ، Ernst و Miles نسبت به Morel مناسبترند چون نسبت به پارامترها یشان کمتر حساسند و زمان محاسبات کمتری دارند . پارامترهای این مدلها براحتی قابل بدست آورند.

مراجع

[1] CAO, D. (1989), "Aide au choix de technologie alternative en phase dune preetude damemagement", Rapporte de DEA , Laboratoire genie civil habitat et environnement Lyonl,France

[2] MAIDEMENT , D.R. (1993), " Hand book of Hydrology ", Mc Graw – Hill , New York

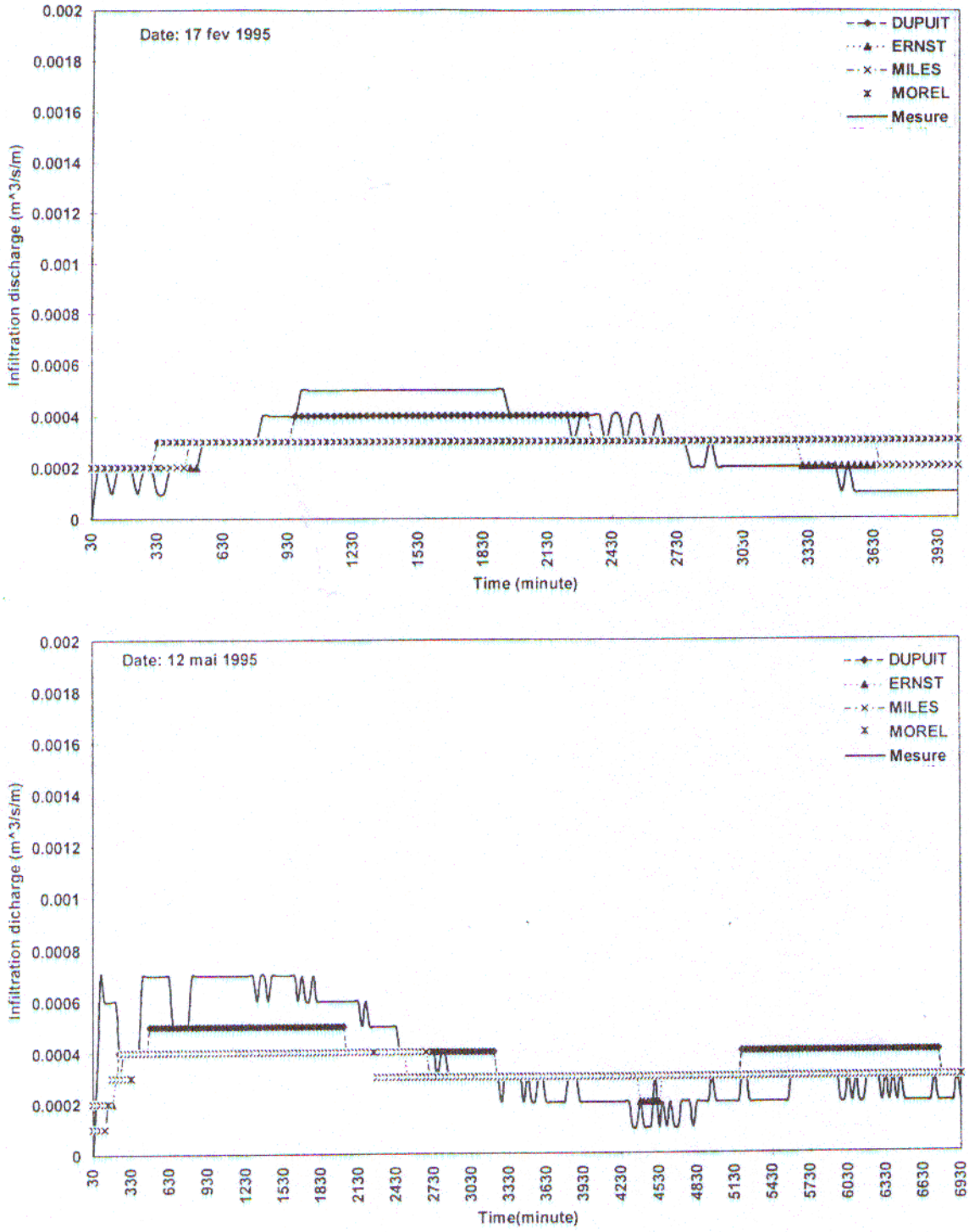
[3] HAYDARZADEH .M. (1993), " Deformation des modeles debit – duree – Frequence dans an bassin avec Echanges Nappe – Riveire acitifs . ou actiuables", Rapport de DEA , Universite Jose ph Fourier , Grenablel, France

[4] MQREL – SEYTOUX (1979), " Field verification of the concept of reach trance missitivity", IAHS – No.128

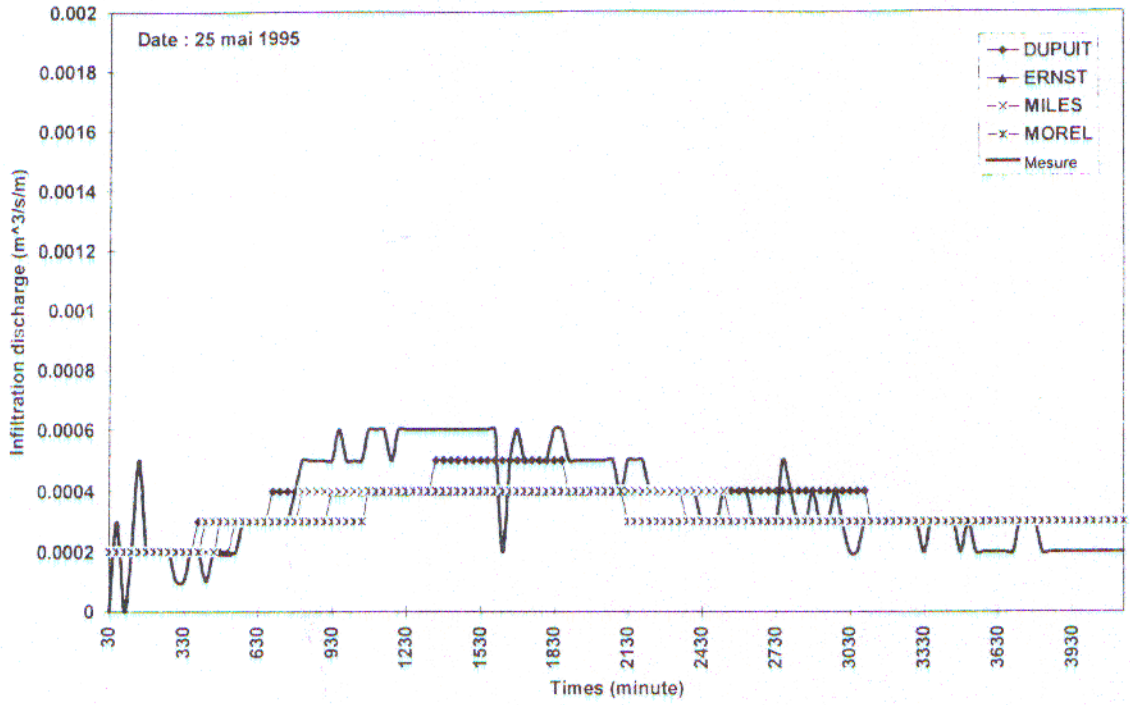
[5] MILES , J.C. (1985), "The representation of flows to partially penetrating rivers using ground water flow models", Journal of Hydrology , No.82

جدول ۱ : اختلافات بین مدل ها و اندازه گیریها

مدل	E.Q.T.	E.Q.M.
Dupuit	٪ ۹	۲/۰۴ × ۱۰ $^{-۵}$
Ernst	٪۸	۱/۹۴ × ۱۰ $^{-۵}$
Mils	٪۸	۱/۹۷ × ۱۰ $^{-۵}$
Morel	٪۹	۲/۱۳ × ۱۰ $^{-۵}$



شکل ٤- مقایسه هیدروگرافهای بدست آمده از اندازه گیری و مدلها



شکل ۴(ادامه)- مقایسه هیدروگرافهای بدست آمده از اندازه گیری و مدلها