٤- ارزیابی دقت مدل

معیار دقت

برنامه کامپیوتری SRM دارای نمایش گرافیکی هیدروگراف محاسبه شده و رواناب اندازه‌گیری شده می‌باشد. یک نگاه اجمالی نشان می‌دهد که آیا شبیه‌سازی موفقیت آمیز بوده است یا نه. مدل SRM علاوه بر این از دو معیار دقت یعنی ضریب تعیین و انحراف حجم D_v نیز استفاده می‌کند. ضریب تعیین به ترتیب رابطه زیر محاسبه می‌شود:

$$R^2 = 1 - \frac{\sum_{i=1}^{n}\left(Q_i - Q_i'\right)^2}{\sum_{i=1}^{n}\left(Q_i - \overline{Q}\right)^2} \qquad (۲۰-۱۱)$$

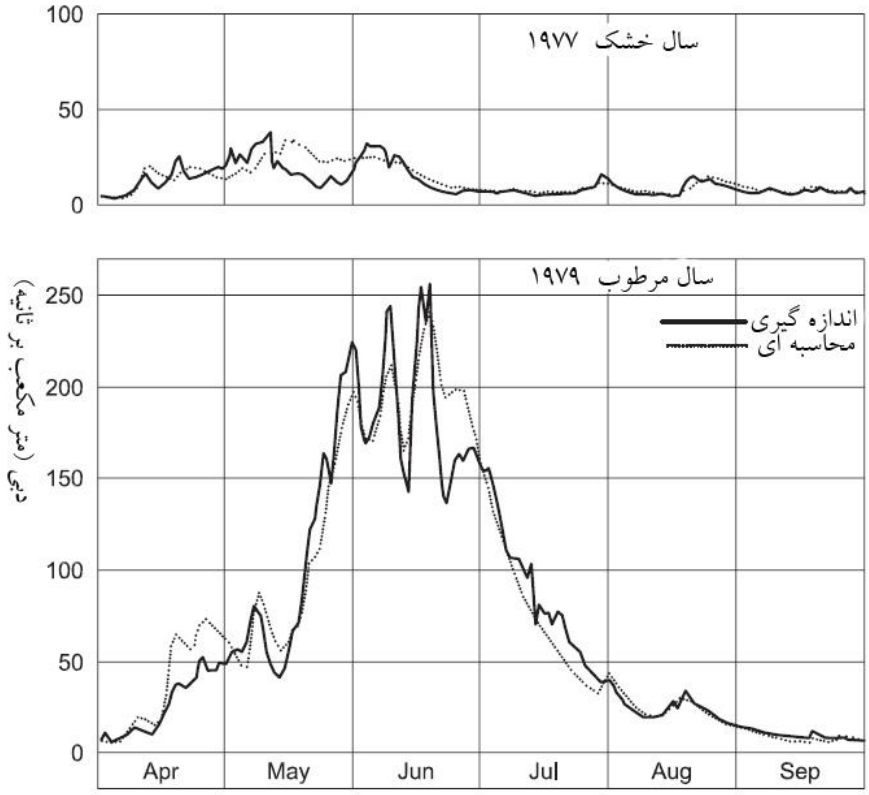
که Q_i میزان دبی روزانه اندازه‌گیری شده؛ Q_i' دبی روزانه محاسبه شده؛ Q متوسط دبی اندازه‌گیری شده سال‌های مشخص و یا فصل ذوب برف و n میزان مقادیر دبی روزانه می‌باشد.

معادله ۱۱-۲۰ نیز با ضریب Sutcliffe -Nash برابر می‌باشد و در آن $\overline{Q}$ متوسط دبی اندازه‌گیری شده طولانی مدت اعمال شده در سال‌ها یا فصل‌های مربوطه می‌باشد.

انحراف حجم رواناب، D_v به صورت معادله ۱۱-۲۱ تعیین می‌شود:

$$D_v = \frac{V_R - V_R'}{V_R} \times 100 \qquad (۲۱-۱۱)$$

که V_R حجم رواناب فصلی یا سالانه اندازه‌گیری شده و V_R' حجم رواناب فصلی یا سالانه محاسبه شده می‌باشد.



شکل ۱۱-۱۲- شبیه سازی رواناب در حوضه ریوگراندهدل نورته کلرادو (مساحت ۳۴۱۹ کیلومتر مربع، ۴۲۱۵-۲۴۳۲ از سطح دریا) (مارتینس و رانگو، ۱۹۸۹).

دقت عددی هرگز معیار کاملی نیست، همان طور که در شکل ۱۱-۱۲ نشان داده شده است از روی شکل، هر دو شبیه‌سازی به نظر خوب می‌باشند چون تفاوت بنیادی (اساسی) بین دو سال حداکثر، به خوبی نشان داده شده است. هر چند، برای سال ۱۹۷۹ ضریب تعیین برابر با ۰/۹۵ بوده در حالی که این مقدار در سال ۱۹۷۷ فقط ۰/۴۸ بوده است. علیرغم این مقدار نامطلوب، شبیه‌سازی (یا پیش‌بینی) برای مدیریت آب در ۱۹۷۷ بسیار مفید بود چون به درستی رواناب بسیار کمی را نشان می‌دهد. با قرار دادن $\overline{Q}$ به صورت متوسط طولانی مدت در معادله ۱۱-۲۰ (Sutcliffe -Nash) به جای مقدار متوسط برای یک سال خاص، مقدار مطلوب‌تر اما گمراه کننده‌ی R^2 =۰/۹۷ برای سال ۱۹۷۷ بدست می‌آید. این مقدار زیاد می‌باشد چون $\overline{Q}$ طولانی مدت، خیلی بیشتر از هر Q ای در سال ۱۹۷۷ می‌باشد. در نتیجه انحراف روزانه رواناب شبیه‌سازی شده نسبتاً ناچیز می‌شود اگرچه بطور مطلق قابل چشم‌پوشی نیستند. علاوه بر این شاخص‌هایی که به صورت

خودکار محاسبه و بعد از اجرای هر مدل نمایش داده می‌شوند، ضریب بهره از روی میانگین روزانه(DG) می‌تواند به وسیله کاربر به صورت زیر محاسبه شود:

$$DG = 1 - \frac{\sum_{i=1}^{n}\left(Q_i - Q_i'\right)^2}{\sum_{i=1}^{n}\left(Q_i - \overline{Q_i}\right)^2} \qquad (۲۲-۱۱)$$

که Q_i دبی روزانه اندازه‌گیری شده؛ Q_i' دبی روزانه محاسبه شده؛ $\overline{Q_i}$ متوسط دبی اندازه‌گیری شده از روی مقادیر سال-های قبل برای هر روز از دوره و n تعداد روزها می‌باشد.

بنابراین ضریب تبیین عملکرد مدل را با "بدون مدل "(میانگین دبی) و DG با "مدل فصلی" (الگوی میانگین رواناب بلند مدت) مقایسه می‌کند. مقادیر منفی نشان دهنده این است که عملکرد مدل بدتر از حالت "بدون مدل" یا بدتر از "مدل فصلی" می‌باشد.

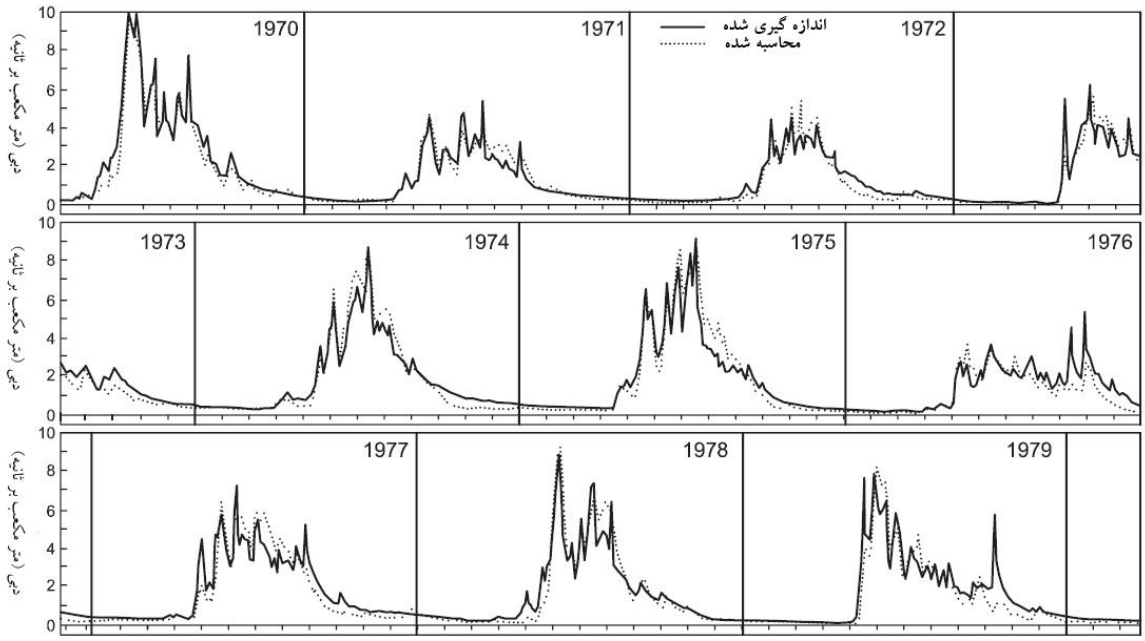
دقت مدل خارج از فصل ذوب برف

مدل SRM برای محاسبه رواناب در طول فصل ذوب برف طراحی شده است، ولی اگر نیاز باشد می‌تواند برای تمام سال نیز اجرا شود. بر اساس آزمایش‌های بین مقایسه‌ای سازمان جهانی هواشناسی (WMO، ۱۹۸۶) در مورد دقت یکسان برای فصل ذوب برف، این دقت می‌تواند برای کل سال در حوضه‌های کوهستانی با رواناب پایین زمستانی نیز بدست آید. مثال شکل ۱۳-۱۱ نشان می‌دهد که مدل SRM حتی می‌تواند بدون به روز کردن برای مدت ده سال اجرا شود.

حذف خطاهای احتمالی

تعیین مقادیر حدی برای معیار دقت که مشخص می‌سازد اجرای یک مدل موفقیت آمیز بوده یا نه یا اینکه چیزی باید تغییر کند، امکان پذیر نمی‌باشد. با وجود داده‌های مناسب، مقداری مانند ۸۰= R^2 ممکن است هنوز هم بهبود یابد. در شرایط نامطلوب، با وجود داده‌های ناقص، کاربر ممکن است حتی با مقادیر کمتر R^2 نیز راضی شود.

با این حال، برخی اوقات نمایش تصویری به خوبی معیارهای عددی نشان می‌دهد که بطور قطع خطاهایی دارد صورت می‌گیرد. قبل از تنظیم یک یا چند پارامتر دیگر، پیشنهاد می‌شود نخست چند منبع احتمالی خطای اولیه کنترل شود. مثال‌های جدول ۱۱-۴ بر مبنای تجربه واقعی کاربران مختلف می‌باشند.



شکل ۱۱-۱۳- شبیه سازی‌های رواناب در حوضه دیسچما (۴۳/۳ کیلومترمربع، ۳۱۴۶-۱۶۶۸ متر از سطح دریا). محاسبه جریان‌های روزانه تا ۱۰ سال بدون به روز کردن تعمیم داده شده است.