

تعیین دبی مناسب در شبکه‌های آبیاری تحت فشار با استفاده از حساب احتمالات

حمیدرضا حجازی * و صلاح کوچک‌زاده **

چکیده

در طراحی شبکه‌های آبیاری تحت فشار باید دبی مناسب خطوط لوله اصلی و نیمه اصلی شبکه تعیین شود. برآورد کم دبی سبب عدم تأمین فشار و دبی موردنیاز در نقاط خروجی شبکه و زیاد برآورد کردن آن موجب افزایش غیرضروری هزینه‌های طرح می‌شود. مدل‌های ارایه شده برای تعیین دبی مناسب خطوط لوله اصلی براساس آزادی کامل مصرف‌کنندگان در انتخاب زمان آبیاری می‌باشد ولی این امر سبب افزایش دبی طراحی و هزینه‌های اجرایی شبکه و ایستگاه پمپاژ می‌شود. در این تحقیق روشی برای تعیین دبی پیشنهاد شده است که تغییرات مصرف در قسمت‌های مختلف شبکه را تأمین می‌نماید ولی آزادی زارعین را در انتخاب زمان آبیاری محدود می‌کند. مدل پیشنهادی برای یک مثال کلاسیک و با فرض آزادی کامل زارعین در انتخاب زمان آبیاری اجرا و نتایج حاصل با مدل‌های متداول تحلیلی تطابق داشت. روش پیشنهادی دارای این مزیت نسبی است که با اعمال برخی محدودیت‌های منطقی و حذف آزادی کامل زارعین، می‌توان هزینه‌های اجرایی طرح را کاهش داد.

واژه‌های کلیدی: آبیاری تحت فشار، الگوی کشت، حساب احتمال، دبی

* - کارشناس ارشد مهندسی تأسیسات آبیاری، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید چمران، خوزستان - ایران

** - دانشیار گروه مهندسی آبیاری و آبادانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تهران، تهران - ایران

مقدمه

عموماً در طراحی شبکه‌های آبیاری ثقلی برای تعیین دبی از منحنی هیدرومدول و در نظر گرفتن الگوی کشت استفاده می‌شود. در روش ثقلی، فقط الگوی کشت و مساحت اراضی تحت پوشش در تغییرات هیدرومدول نقش دارند. ولی در روشهای تحت فشار عوامل دیگری نیز اهمیت دارند که تعیین دبی را مشکل‌تر می‌نمایند. در ضمن هزینه شبکه و ایستگاه پمپاژ در روشهای آبیاری تحت فشار به مراتب بیشتر از روش ثقلی می‌باشد.

دبی متوسط شبکه‌های آبیاری تحت فشار از رابطه زیر محاسبه می‌شود (۵):

$$Q = \frac{2.78Ad_g}{fT} \quad (1)$$

در این رابطه A مساحت تحت پوشش (هکتار)، d_g عمق متوسط آب ناخالص (میلی‌متر)، f دور آبیاری، T طول مدت بهره‌برداری روزانه از سیستم (ساعت) و Q دبی متوسط (لیتر بر ثانیه) می‌باشد.

وجود عواملی نظیر عدم رعایت الگوی کشت، عدم تطابق ساعات آبیاری کشت‌های گوناگون، منظم نبودن ابعاد مزارع و مشکلات بهره‌برداری مربوط به عدم امکان اعمال دقیق تقویم و برنامه آبیاری سبب می‌شود که طراحی شبکه براساس رابطه (۱) ممکن نباشد.

یکی از شرایط استفاده از رابطه (۱) برای تعیین دبی یک واحد آبیاری رعایت دقیق الگوی کشت در واحد آبیاری می‌باشد. ولی برای استفاده

بهرتر از ماشین‌آلات و بهره‌برداری مناسب، امکان اعمال الگوی کشت در واحدهای کوچک کشاورزی وجود ندارد. لذا معمولاً دبی طرح واحدهای آبیاری براساس کشت پرمصرف تعیین می‌شود. اگر طراحی خطوط لوله اصلی نیز براساس حداکثر دبی واحدهای آبیاری انجام شود، دبی طراحی در بالادست شبکه بسیار زیاد خواهد بود. به عنوان مثال، اگر تحت پوشش خط لوله اصلی پنج واحد آبیاری با دبی متوسط هر واحد ۲۰ و حداکثر ۲۵ لیتر در ثانیه باشد، برای طراحی خط لوله انتقال براساس حداکثر نیاز آبیاری لازم است ظرفیت ۱۲۵ لیتر در ثانیه در نظر گرفته شود. بدیهی است که طراحی ایستگاه پمپاژ و سایر تجهیزات دیگر نیز با این دبی انجام می‌شود. اگر احتمال وقوع دبی ۲۵ لیتر در هر واحد ۳۰ درصد باشد، احتمال وقوع همزمان دبی حداکثر در دو واحد آبیاری $0/09$ ($0/30 \times 0/30$) است و در محل ایستگاه پمپاژ این احتمال $0/0024$ می‌باشد. به این ترتیب طراحی خط لوله‌ای که به یک یا دو واحد آبرسانی می‌کند، براساس دبی حداکثر می‌تواند منطقی باشد. ولی طراحی خط لوله و ایستگاه پمپاژ برای احتمال وقوع دبی حداکثر ($0/0024$) مورد سؤال است.

تعیین دبی خطوط اصلی با در نظر گرفتن دبی حداکثر واحدهای آبیاری سبب می‌شود دبی طراحی به میزان قابل ملاحظه‌ای افزایش یابد که هزینه‌های اولیه سیستم را افزایش می‌دهد. یک روش مناسب برای رفع مشکل این است که استقلال کامل در بهره‌برداری از واحدهای آبیاری

نرمال استاندارد و با انتخاب درصد کیفی مطلوب (P_q) (جدول ۱) محاسبه می‌شود.

در مدل کامپیوتری COPAM با تعیین تعداد شیرهای باز به صورت تصادفی، دبی طراحی می‌شود. مزیت آن داشتن دبی متفاوت در خروجی‌های مختلف است ولی دبی هر خروجی باید ثابت باشد (۶).

جدول ۱- تابع توزیع تجمعی نرمال استاندارد

P_q	$U(P_q)$
۰/۹۰	۱/۲۸۵
۰/۹۱	۱/۳۴۵
۰/۹۲	۱/۴۰۵
۰/۹۳	۱/۴۷۵
۰/۹۴	۱/۵۵۵
۰/۹۵	۱/۶۴۵
۰/۹۵	۱/۷۵۵
۰/۹۷	۱/۸۸۵
۰/۹۸	۲/۰۵۵
۰/۹۹	۲/۳۲۴

موارد ضعف مدل‌های موجود برای تعیین دبی شبکه‌های آبیاری تحت فشار به شرح زیر می‌باشد:

- ۱ - اگر دبی خروجی‌ها یکسان نباشد در استفاده از مدل کلمنت خطای محاسباتی زیاد است.
- ۲ - در تمامی مدل‌ها فرض این است که دبی خروجی در هر نقطه مساوی دبی حداکثر است و یا خروجی کاملاً بسته است. پس امکان داشتن دبی‌های متغیر در یک خروجی وجود ندارد.

وجود نداشته باشد. بدین ترتیب می‌توان احتمال همزمان بودن برداشت حداکثر در واحدها را کاهش داد. برای این منظور اعمال مدیریت بهتر در بهره‌برداری از شبکه و رعایت نسبی الگوی کشت در چند واحد مجاور می‌تواند مفید باشد. افزایش تعداد واحدهای آبیاری تحت پوشش یک مدیریت سبب مشکل‌تر شدن برنامه‌ریزی آبیاری می‌شود. این امر علاوه بر افزایش هزینه‌های مربوط به لوله و ایستگاه پمپاژ، ممکن است هزینه‌های مربوط به کنترل فشار را نیز افزایش دهد. لذا لازم است که طراح باتوجه به تمام مسایل موجود، واحدهای تحت پوشش یک مدیریت آبیاری را انتخاب نماید.

مطالعاتی برای تعیین دبی شبکه‌های آبیاری تحت فشار براساس تقاضا انجام و براساس آن مدل‌های مختلف کامپیوتری ارائه شده است (۱، ۴، ۶ و ۷).

دبی محاسبه شده از طریق مدل اول کلمنت (۴) به زارع این امکان را می‌دهد که در هر زمان مورد علاقه آبیاری نماید و بیشترین آزادی عمل را دارد. برای تعیین دبی در خط لوله اصلی از رابطه زیر استفاده می‌شود (۴):

$$Q_k = Rpd + U(P_q)\sqrt{Rp(1-p)d^2} \quad (2)$$

در این رابطه Q_k دبی لوله اصلی (لیتر بر ثانیه)، P احتمال باز بودن هر خروجی، d دبی هر خروجی، R تعداد خروجی تحت پوشش و $U(P_q)$ ضریبی است که از تابع توزیع تجمعی

۳ - در طراحی دبی فرض این است که هیچ کنترلی بر استفاده از نقاط خروجی وجود ندارد. پس در طرحی که دبی پیوسته (متوسط) مورد نیاز برای ۱۹ خروجی $27/9$ لیتر در ثانیه باشد در روش اول کلمنت عدد $53/3$ (یعنی $1/9$ برابر دبی متوسط) حاصل می شود. برای این دبی لازم است که ظرفیت خط لوله اصلی و ایستگاه پمپاژ نزدیک به دو برابر مقدار متوسط مورد نیاز افزایش یابد. در عمل از نظر اقتصادی و همچنین تأمین منبع آبی با توانایی ذخیره آب برای این حدود تغییرات دبی مصرفی غیرممکن است. همچنین در شبکه های آبیاری تحت فشار این تغییرات دبی، کنترل فشار سیستم را با مشکل مواجه می کند.

پس مدل جدیدی که علاوه برداشتن انعطاف پذیری شبکه، مسایل اقتصادی نیز در آن ملحوظ باشد، نیاز است. در مدل پیشنهادی وجود مدیریت بهره برداری از سیستم ضروری است و لازم است در محدوده واحدهای آبیاری که توسط طراح تعیین می شود حدود دبی مجاز مصرفی مشخص شود. یعنی ممکن است بهره بردار از ۱۰ نقطه خروجی تنها مجاز به استفاده از حداکثر دو خروجی به طور همزمان باشد.

مواد و روشها

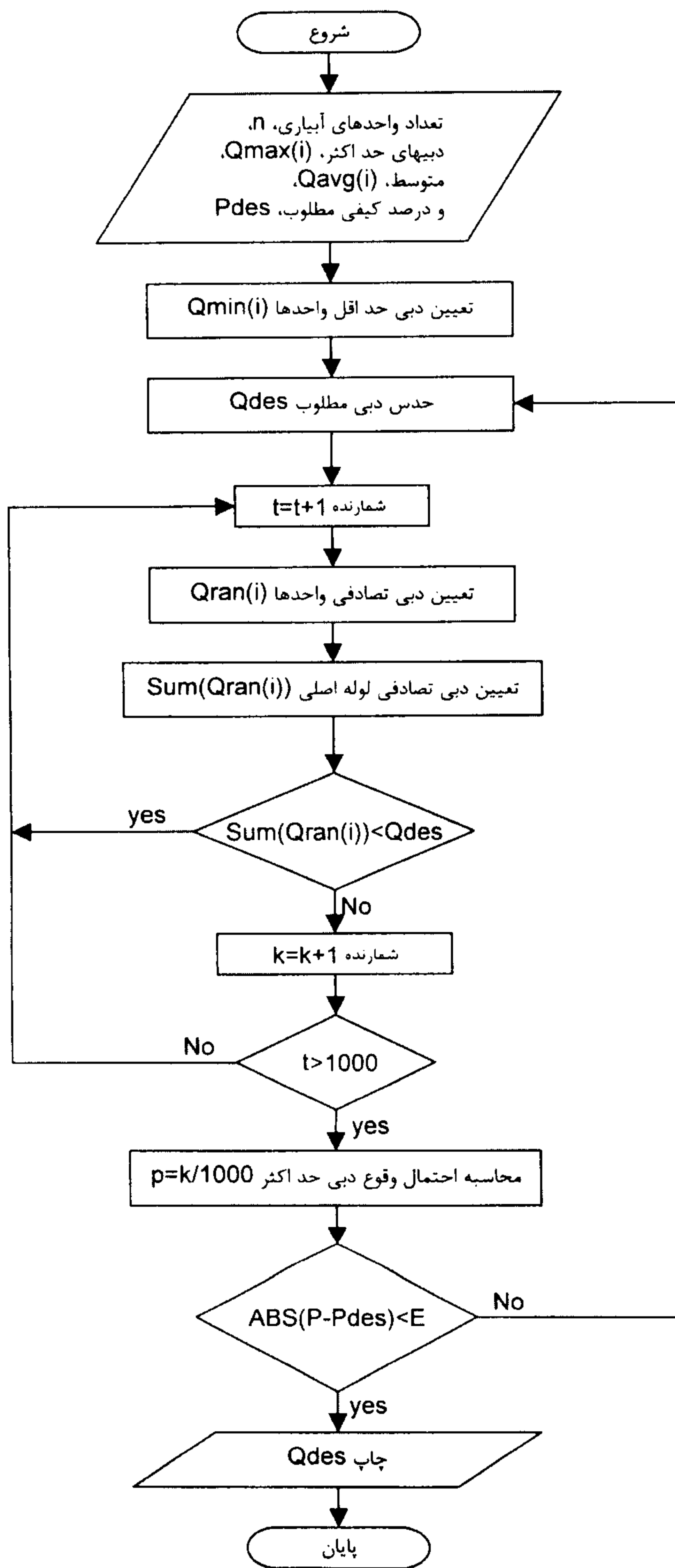
مبانی تعیین دبی طراحی

در روش مورد مطالعه، تعیین دبی واحدهای آبیاری در اختیار طراح می باشد و برخلاف مدل های متداول که براساس آزادی کامل

بهره برداران است می توان محدودیت هایی را در نظر گرفت. هدف از تعیین حدود تغییرات دبی هر واحد و احتمال وقوع آنها محاسبه دبی در خطوط لوله اصلی و نیمه اصلی با احتمال دلخواه می باشد. به عنوان مثال، دبی عبوری با احتمال ۹۰ درصد از خط لوله اصلی به این معنی است که در ۹۰ درصد مواقع دبی مورد نیاز عبوری کمتر از دبی مشخص شده می باشد. با توجه به تعدد واحدهای آبیاری و تفاوت محدوده تغییرات دبی هر واحد، تعیین یک رابطه ریاضی که دبی با احتمال وقوع دلخواه را ارایه نماید مقدور نیست. به همین دلیل برنامه کامپیوتری تهیه شده است که دبی مورد نظر با شبیه سازی مشخص می شود. برنامه با استفاده از اعداد تصادفی، برای هر واحد یک دبی انتخاب می نماید و با جمع دبی های انتخابی در هر مرحله، دبی عبوری از مقطع مورد نظر خط لوله اصلی تعیین می شود. با تکرار این عملیات، دبی های محتمل زیادی تعیین می شود. سپس یک دبی انتخاب می شود که احتمال وقوع کمتر از آن برابر با احتمال مورد نظر طراح باشد. نمودار گردشی برنامه پیشنهادی در شکل یک نشان داده شده است.

فرضیات روش پیشنهادی

روش پیشنهادی در این تحقیق براساس فرض های زیر می باشد (۱). احتمال وقوع دبی های مختلف در هر واحد آبیاری در زمان های مختلف شبانه روز یکسان است. یعنی احتمال مصرف دبی بیشتر در ساعات خاصی از شبانه روز نسبت به ساعات های دیگر وجود ندارد (۲).



شکل ۱- نمودار گردش تعیین دبی خطوط لوله اصلی شبکه‌های آبیاری تحت فشار

برای در نظر گرفتن تأثیر الگوی کشت در تعیین محدوده تغییرات دبی واحدهای آبیاری از یکی از روشهای زیر می توان استفاده نمود:

۱ - توزیع الگوی کشت به صورت تصادفی: در این روش دبی حداکثر هر واحد با فرض محصول پرمصرف و دبی متوسط با فرض رعایت کامل الگوی کشت تعیین می شود.

۲ - توزیع الگوی کشت در حالت بدترین آرایش: در این روش فرض می شود توزیع الگوی کشت به صورتی باشد که کشت پرمصرف در انتهای شبکه قرار گیرد و به تدریج به سمت بالادست کشت های کم مصرف تر در نظر گرفته می شود. همچنین دبی حداکثر و دبی متوسط هر واحد با توجه به کشت انتخابی معین می شود.

۳ - توزیع الگوی کشت به صورت دلخواه در واحدهای آبیاری تحت پوشش یک مدیریت: در این روش می توان محدوده تحت پوشش هر واحد آبیاری را ملزم به رعایت نسبی الگوی کشت نمود. به عنوان مثال، مزرعه تحت پوشش یک لوله نیمه اصلی که از چند واحد آبیاری تشکیل شده است تا حد امکان ملزم به رعایت الگوی کشت باشد.

البته نحوه توزیع الگوی کشت با توجه به مسایل بهره برداری، اجتماعی، نظام مالکیتی و اقتصادی توسط طراح انجام می گیرد. در مجموع در روش سوم، می توان علاوه بر کاهش هزینه های مربوط به لوله ها، اتصالات، شیرآلات و ایستگاه پمپاژ، از تغییرات زیاد دبی در سیستم جلوگیری نمود.

احتمال وقوع دبی های متفاوت در واحد آبیاری یکسان است. بنابراین تغییرات دبی با احتمال وقوع به صورت خطی درمی آید و اختلاف بین دبی حداکثر و متوسط با اختلاف بین دبی متوسط و حداقل یکسان است.

این فرض ها برای سهولت تعیین دبی در نظر گرفته شده و تأثیر آنها در حالت های مختلف بررسی خواهد شد. تغییرات خطی دبی با احتمال وقوع در واحدهای آبیاری در شکل دو ارایه شده است.

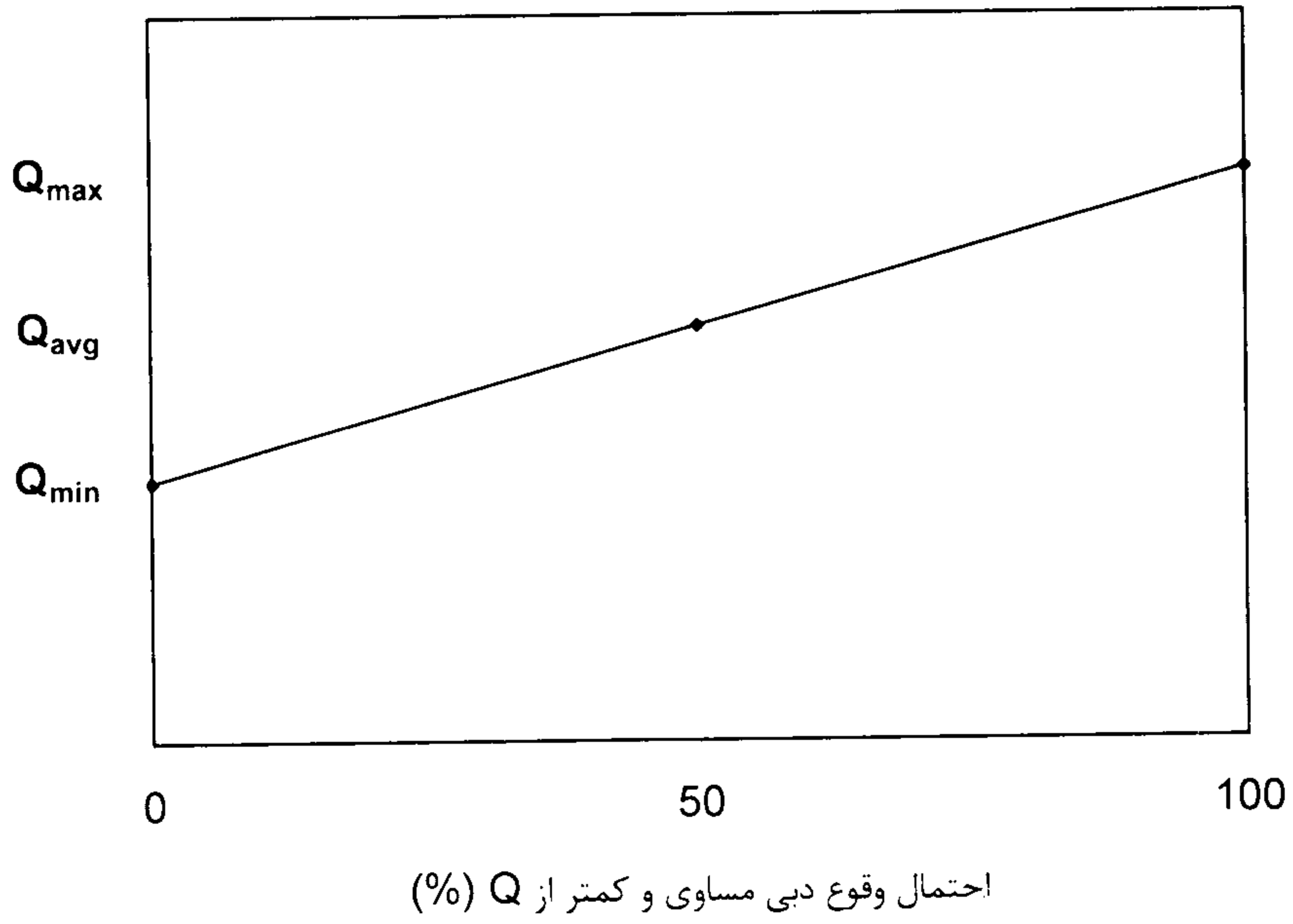
تعیین حدود تغییرات دبی در واحد آبیاری

دبی متوسط واحدهای آبیاری با استفاده از رابطه (۱) حاصل می شود. دبی حداکثر به گونه ای در نظر گرفته می شود که خط مبین تغییرات دبی خطی از دبی متوسط واحد و از میانگین احتمال وقوع دبی حداکثر عبور نماید. در نتیجه دبی حداکثر با فرض تغییرات خطی کمی بیشتر از دبی حداکثر واقعی واحد مورد نظر در نظر گرفته می شود. دبی حداقل با توجه به مفروضات تعیین می شود.

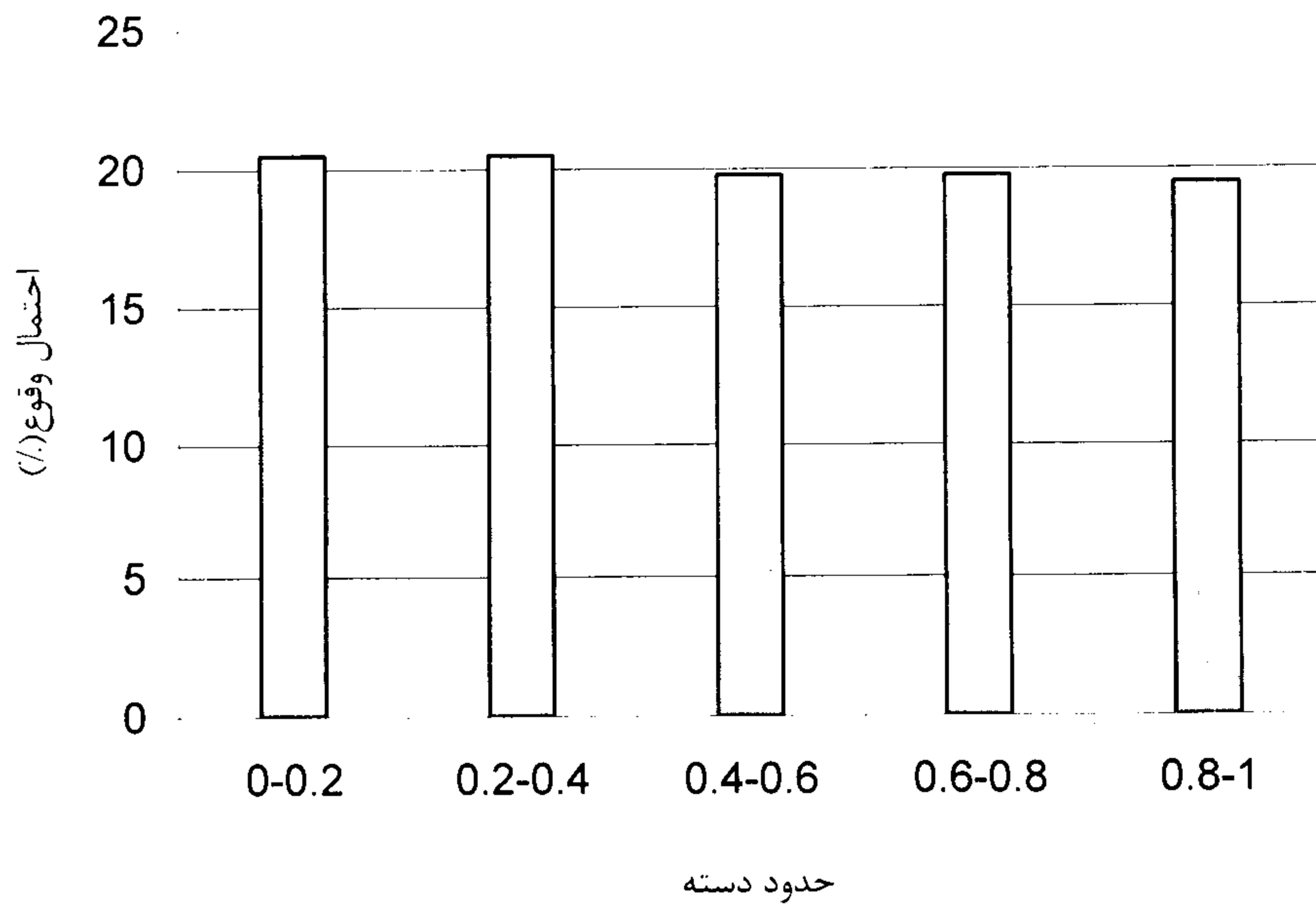
$$Q_{Cmax} = \frac{Q_{max} - P * Q_{avg}}{1 - P} \quad (۳)$$

در این رابطه Q_{Cmax} دبی حداکثر اصلاح شده، Q_{max} حداکثر دبی مصرفی واحد، P احتمال وقوع Q_{max} می باشد.

$$Q_{min} = 2Q_{avg} - Q_{Cmax} \quad (۴)$$



شکل ۲- دیاگرام تغییرات خطی دبی با احتمال وقوع در واحدهای آبیاری



شکل ۳- احتمال وقوع اعداد تصادفی مورد استفاده در تحقیق

نتایج با استفاده از رابطه $(Q-Q_{avg})/(Q_{max}-Q_{avg})$ بدون بعد شده و در شکل پنج ارایه شده است. جمع دبی‌های متوسط واحدها با صفر و جمع دبی‌های حداکثر با ۱۰۰ نشان داده شده است. اگر ۱۷ درصد اختلاف دبی حداکثر و متوسط به دبی متوسط مربوط به ۲۰ واحد اضافه شود دبی با احتمال وقوع ۹۰ درصد حاصل می‌شود (شکل ۵). این نسبت برای ۱۰، پنج و سه واحد بهره‌بردار به ترتیب ۲۴، ۳۵ و ۳۷ درصد می‌باشد. پس با افزایش تعداد واحدهای آبیاری درصد اختلاف برای رسیدن به احتمال وقوع معین کاهش می‌یابد.

نتایج و بحث

تأثیر عدم توزیع یکنواخت احتمال وقوع دبی‌های حداکثر با زمان

اگر مصرف در ساعات خاصی از شبانه‌روز افزایش یابد لازم است در محاسبه دبی به آن توجه شود. اگر دبی متوسط مصرفی در روز ۱۰ درصد از متوسط شبانه‌روز بیشتر باشد، باید دبی متوسط با احتساب ۱۰ درصد و دبی شبکه براساس مصرف روزانه تعیین شود.

برای تعیین دبی تصادفی بین حداقل و حداکثر دبی هر واحد یک عدد تصادفی بین صفر و یک منظور می‌شود. لذا اعداد تصادفی که دارای توزیع یکنواخت باشند در روش پیشنهادی اهمیت دارند. احتمال وقوع اعداد تصادفی تولید شده در برنامه در شکل سه نشان داده شده است.

مثال ۱: در یک شبکه آبیاری تحت فشار هدف تعیین دبی خطوط لوله‌ای با تعداد واحدهای آبیاری تحت پوشش سه، پنج، ۱۰ و ۲۰ عدد می‌باشد. دبی متوسط و حداکثر واحدها برای سه و پنج واحد در جدول دو ارایه شده است. برای ۱۰ و ۲۰ واحد، دبی‌های پنج واحد به ترتیب یک و سه نوبت تکرار شده است.

جواب: نتایج حاصل از اجرای برنامه برای داده‌های مثال یک در شکل چهار ارایه شده است. در این شکل احتمال وقوع دبی مساوی یا کمتر از مقدار معین برای شبکه با پوشش تعداد واحدهای مختلف ارایه شده است. تعداد دبی با افزایش تعداد واحدهای تحت پوشش شبکه و افزایش احتمال وقوع بیش از ۹۵ درصد، بشدت افزایش می‌یابد.

جدول ۲ - دبی حداکثر و حداقل واحدهای آبیاری (لیتر بر ثانیه)

شماره واحد	تعداد واحد آبیاری				
	۱	۲	۳	۴	۵
دبی حداکثر	۲۵	۲۰	۲۸		۷۳
دبی متوسط	۱۸	۱۵	۲۰		۵۳
دبی حداکثر	۲۵	۲۰	۲۸	۲۴	۱۷
دبی متوسط	۱۸	۱۵	۲۰	۱۶	۱۲

جدول ۳ - مقادیر دبی موردنیاز با احتمالات وقوع مختلف برای واحدهای آبیاری (لیتر بر ثانیه)

شماره واحد					
۵	۴	۳	۲	۱	احتمال وقوع (درصد)
۸/۲۵	۱۰	۱۴	۱۱/۲۵	۱۲/۷۵	۰ - ۲۵
۱۲	۱۶	۲۰	۱۵	۱۸	۲۵ - ۷۵
۱۵/۷۵	۲۲	۲۶	۱۸/۷۵	۲۳/۲۵	۷۵ - ۱۰۰

ارقام حاصل نشان می‌دهد که تفاوت بین نتایج توزیع احتمال خطی و پلکانی بسیار کم است که نشان می‌دهد فرض توزیع خطی احتمال قابل اعتماد است.

مثال ۳: مقادیر دبی - احتمال ارایه شده در مثال دو به دبی پله‌ای غیریکنواخت (شکل ۷) تبدیل شده و مقادیر آن در جدول چهار ارایه شده است. هدف تعیین دبی حداکثر خط لوله اصلی با احتمال وقوع مختلف می‌باشد.

نتایج حاصل از اجرای برنامه در شکل هشت ارایه شده است. نتایج حاصل برای مثال سه نسبت به نتایج مثال دو بیشتر است ولی تفاوت با خطی فرض کردن توزیع احتمال چندان قابل توجه نمی‌باشد. بنابراین می‌توان از نتایج مثال یک با دقت قابل قبول استفاده نمود.

کنترل و مقایسه نتایج ارایه شده مدل حاضر با مدل‌های موجود

در روش کلمنت امکان داشتن دبی‌های متغیر در خروجی‌ها وجود ندارد و فرض این است که خروجی کاملاً باز و یا کاملاً بسته است.

مثال ۴: باتوجه به اطلاعات زیر هدف محاسبه دبی با احتمال وقوع ۹۵ درصد در شبکه آبیاری است:

تعیین دبی خط لوله اصلی با تغییرات دبی به صورت پله‌ای در واحدهای آبیاری

در واحدهای آبیاری دارای تعداد مشخص مصرف‌کننده، تغییرات دبی به صورت پله‌ای است و تغییرات احتمال وقوع دبی‌های مختلف خطی نیست. در شکل‌های شش و هفت، دو نمونه از تغییرات پله‌ای و تغییرات یکنواخت و غیریکنواخت پله‌ای با تغییرات خطی مقایسه شده است. برای شرایط جدید، با تغییر برنامه کامپیوتری مقادیر دبی براساس احتمال وقوع پلکانی محاسبه می‌شود. برای واحد بهره‌برداری که تغییرات دبی آن با احتمال وقوع مطابق شکل هفت در اعداد تصادفی بین صفر تا ۰/۵ مقدار دبی ۱۷، اعداد تصادفی بین ۰/۵ تا ۰/۷۵ دبی ۲۰ و برای اعداد تصادفی ۰/۷۵ تا یک دبی ۲۶ لیتر در ثانیه منظور می‌شود.

مثال ۲: دبی خط لوله پنج واحدی مثال یک، به صورت دبی پله‌ای با تغییرات یکنواخت در هر واحد (شکل ۶) تبدیل شد و مقادیر مختلف دبی با احتمال وقوع متفاوت در جدول سه ارایه شده است. هدف تعیین دبی حداکثر لوله اصلی با احتمال وقوع مختلف می‌باشد. نمودار تغییرات دبی با احتمال وقوع مختلف تعیین شد (شکل ۸).

می‌شود (شکل ۵). کاهش تغییرات دبی در واحدهای آبیاری، سبب کاهش دبی خط لوله اصلی می‌شود. اگر تعداد واحدهای آبیاری و تعداد مصرف‌کننده‌ها در واحدها خیلی محدود نباشد می‌توان با فرض تغییرات خطی دبی (شکل ۲)، دبی خط لوله اصلی را تعیین نمود (شکل ۸). در صورت استفاده از توزیع خطی برای تعیین مقادیر دبی متوسط، حداکثر و حداقل، باید به ترتیب از معادلات یک، سه و چهار برای برنامه کامپیوتری استفاده شود.

درصد احتمال وقوع مناسب توسط طراح و با در نظر گرفتن شرایط بهره‌برداری و مسایل اقتصادی تعیین می‌شود. تغییر دبی پیا افزایش احتمال وقوع تا ۹۰ درصد چندان قابل توجه نیست (شکل ۸). ولی با افزایش بیشتر احتمال وقوع، میزان تغییر دبی قابل توجه است. بنابراین ترسیم منحنی تغییرات دبی - احتمال وقوع می‌تواند در انتخاب احتمال وقوع مناسب طرح مفید باشد.

$qs =$ دبی پیوسته مخصوص ۲۴ ساعته $= 0.327$ لیتر در ثانیه در هکتار

$Ap =$ مساحت واحدهای آبیاری $= 3$ هکتار

$A =$ کل مساحت قابل آبیاری توسط ۱۹ آبیگر $=$

$19 \times 3 = 57$ هکتار

$d =$ دبی اسمی آبیگرها $= 10$ لیتر در ثانیه

$U(Pq) =$ کیفیت بهره‌برداری $= 1/645$

$T =$ ساعات آبیاری روزانه $= 16/24 = 0.667$

در جدول پنج نتایج حاصل از مدل اول

کلمنت و مدل حاضر ارایه شده است.

تفاوت بین نتایج حاصل کمتر از پنج درصد

می‌باشد. لذا می‌توان مدل را در طراحی شبکه‌های

آبیاری تحت فشار و همچنین سایر شبکه‌ها به

شرط تعریف صحیح الگوی مصرف در واحدهای

آبیاری استفاده نمود.

با استفاده از برنامه کامپیوتری، تعیین

دبی خطوط لوله اصلی و نیمه اصلی به روش

شبیه‌سازی انجام می‌شود. با افزایش تعداد

واحدهای آبیاری دبی اصلی به متوسط نزدیکتر

جدول ۴ - مقادیر دبی مصرفی با احتمال وقوع مختلف (لیتر بر ثانیه)

شماره واحد									
۱		۲		۳		۴		۵	
احتمال	دبی	احتمال	دبی	احتمال	دبی	احتمال	دبی	احتمال	دبی
(درصد)		(درصد)		(درصد)		(درصد)		(درصد)	
۰-۴۴	۱۵	۰-۴۷	۱۳	۰-۵۰	۱۷	۰-۵۰	۱۳	۰-۴۷	۱۰
۴۴-۷۵	۱۸	۴۷-۷۵	۱۵	۵۰-۷۵	۲۰	۵۰-۷۵	۱۶	۴۷-۷۶	۱۲
۷۵-۱۰۰	۲۳/۲۵	۷۵-۱۰۰	۱۸/۷۵	۷۵-۱۰۰	۲۶	۷۵-۱۰۰	۲۲	۷۵-۱۰۰	۱۵/۷۵

جدول ۵ - مقایسه نتایج حاصل از مدل پیشنهادی و مدل کلمنت

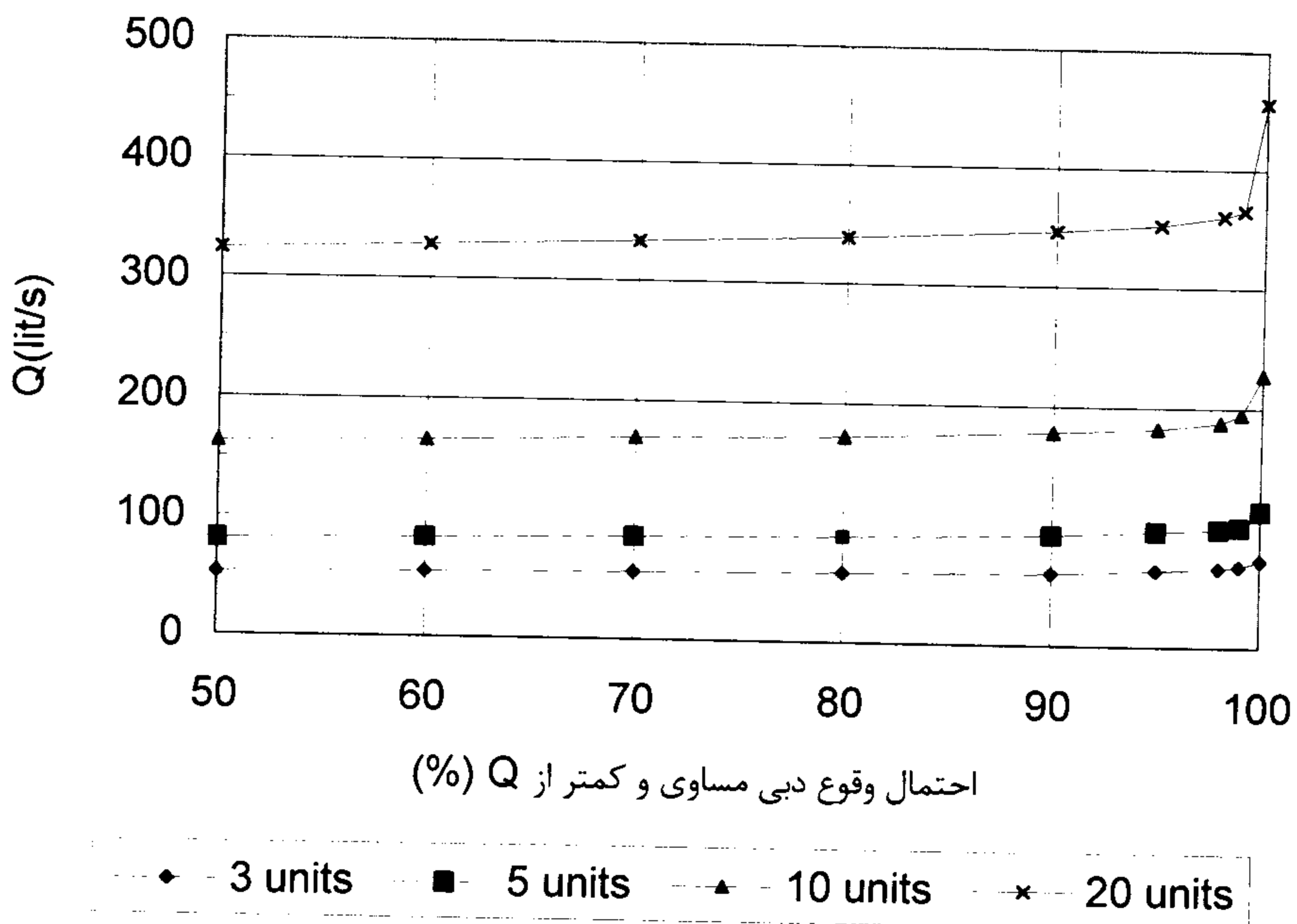
تعداد خروجی در پایین دست خط لوله اصلی	نتایج حاصل از مدل اول کلمنت	نتایج حاصل از مدل پیشنهادی	نسبت نتایج ارایه شده توسط مدل پیشنهادی به نتایج حاصل از مدل اول کلمنت
۱۷	۴۹/۰	۴۶/۵	۰/۹۵
۱۸	۵۱/۱	۴۹/۲	۰/۹۶
۱۹	۵۳/۳	۵۱/۶	۰/۹۷

نتیجه‌گیری

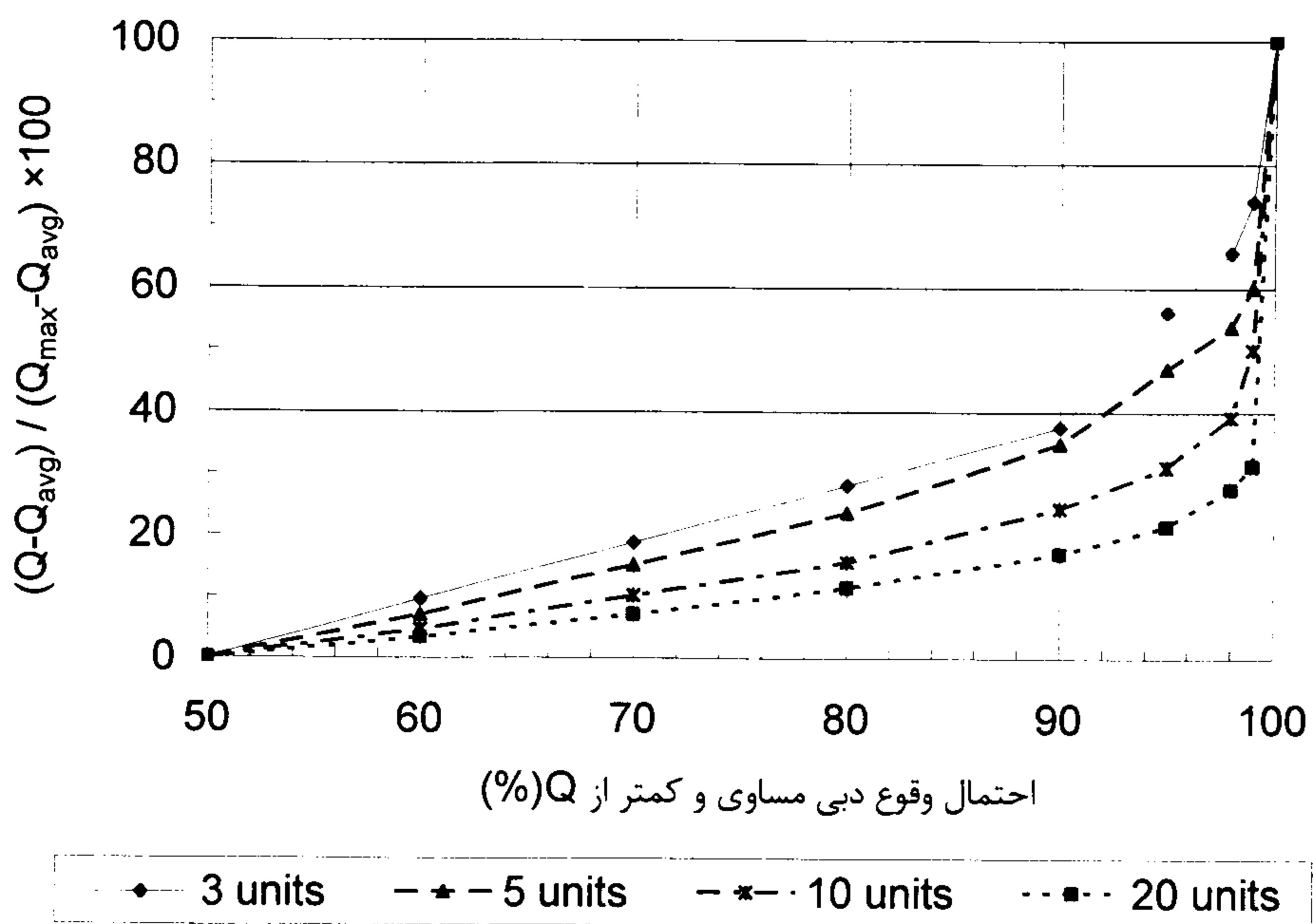
انتخاب دبی مناسب بدون شناخت شرایط بهره‌برداری امکان‌پذیر نیست. تجربه طراح، شناخت شرایط بهره‌برداری طرح، کسب دانش کافی در زمینه برنامه‌ریزی آبیاری، باعث افزایش تسلط طراح در انتخاب دبی شبکه می‌شود که در ضمن رعایت ضوابط اقتصادی، دبی موردنیاز شبکه را ارایه می‌نماید. با دقت در تعیین دبی طرح کاهش ۲۰ تا ۳۰ درصد در هزینه شبکه و ایستگاه پمپاژ امکان‌پذیر است ولی آنچه که در یک کشور کم آب مانند ایران اهمیت حیاتی دارد، حداکثر استفاده از هر واحد حجم آب می‌باشد. بنابراین وجود مدیریت بهره‌برداری کارآمد، دقت و تجربه کافی طراح و ارایه طرح مناسب که انعطاف‌پذیری لازم را داشته باشد می‌تواند راندمان آبیاری را قابل قبول نماید. در ضمن، طراح باید در صورت محدود و ثابت بودن دبی قابل دسترس، شرایط استفاده با وجود نوسانات مصرف را فراهم آورد. به‌عنوان مثال، اگر دبی قابل دسترس ۶۰۰ لیتر در ثانیه باشد بهتر است دبی متوسط طرح

۶۰۰ لیتر در ثانیه در نظر گرفته شود این در حالی است که نوسانات مصرف، ممکن است از ۵۰۰ تا ۷۰۰ لیتر در ثانیه تغییر نماید. یک راه حل در این شرایط احداث حوضچه‌های ذخیره آب در مناطق مناسب شبکه می‌باشد. برای تعیین حجم ذخیره موردنیاز می‌توان از روش ذکر شده و تطبیق آن برای شرایط خاص طرح استفاده نمود.

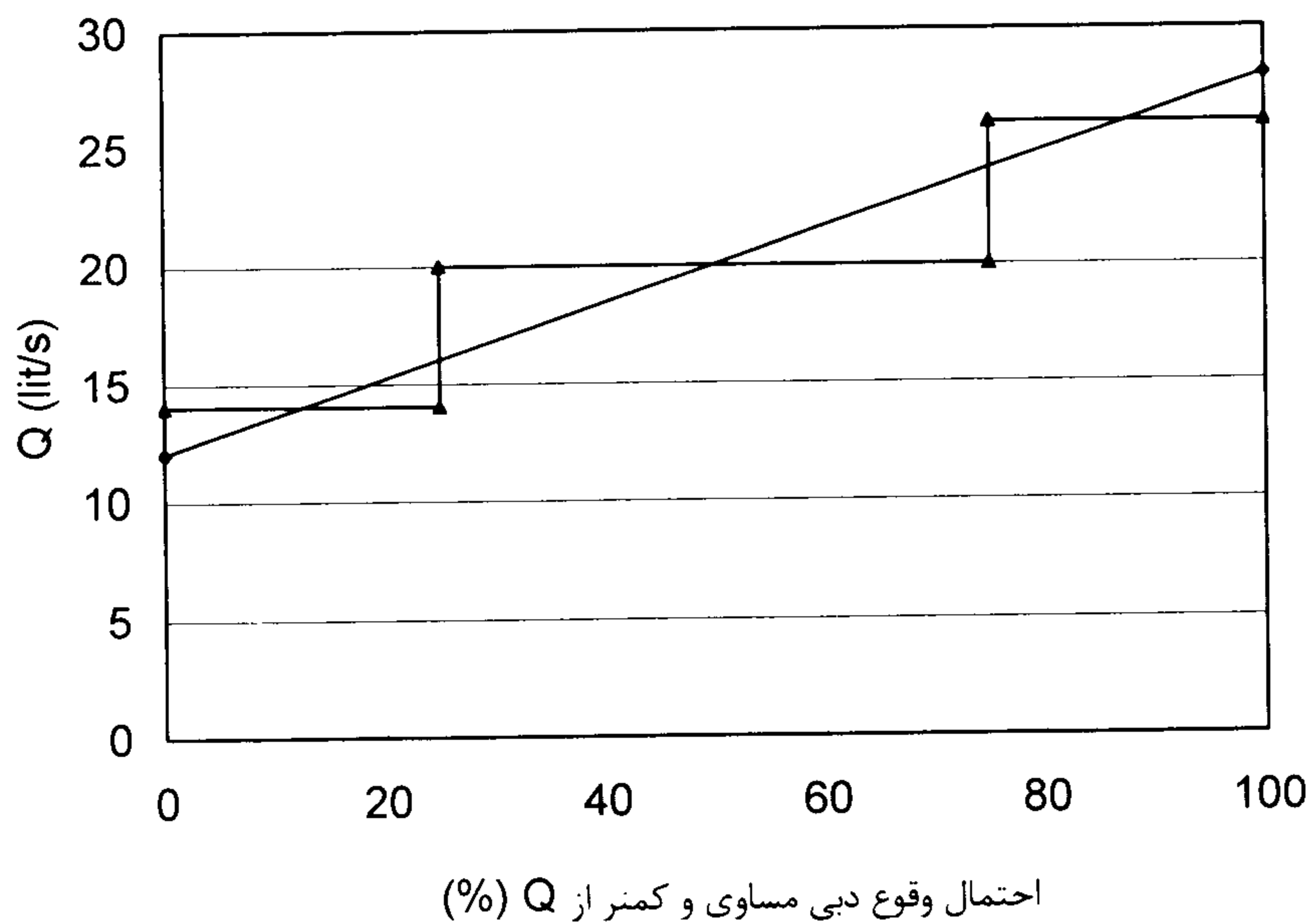
پس از طراحی برای فراهم آوردن شرایط مناسب در بهره‌برداری، لازم است نتایج طراحی و فرضیات مربوط به نحوه توزیع الگوی کشت در اختیار مدیریت بهره‌برداری قرار گیرد. به این منظور تهیه یک پلان از طرح که دبی حداکثر خطوط لوله اصلی و نیمه اصلی روی آن ارایه شده ضروری است. بدین ترتیب مدیریت بهره‌برداری می‌تواند الگوی کشت سالهای مختلف و نحوه انتخاب محصول مورد کشت هر مزرعه (بدون اعمال محدودیت در ظرفیت شبکه) را تعیین نماید. همچنین برنامه‌ریزی آبیاری با کیفیت بهتر در طی دور آبیاری انجام شده و کنترل گردش آب در زمان بهره‌برداری بهتر کنترل می‌شود.



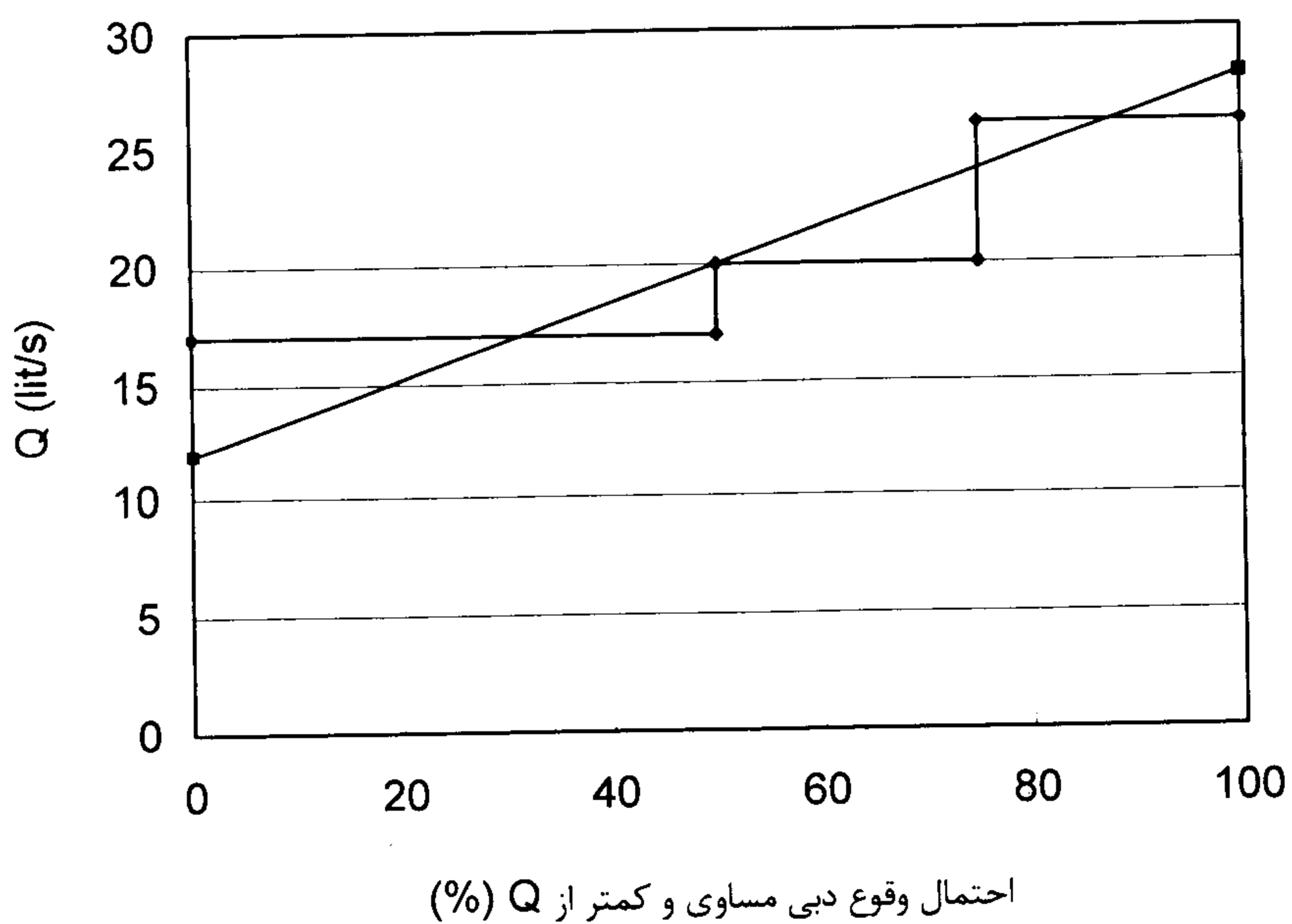
شکل ۴ - نتایج محاسبه دبی حداکثر با احتمال وقوع مختلف در خط لوله اصلی



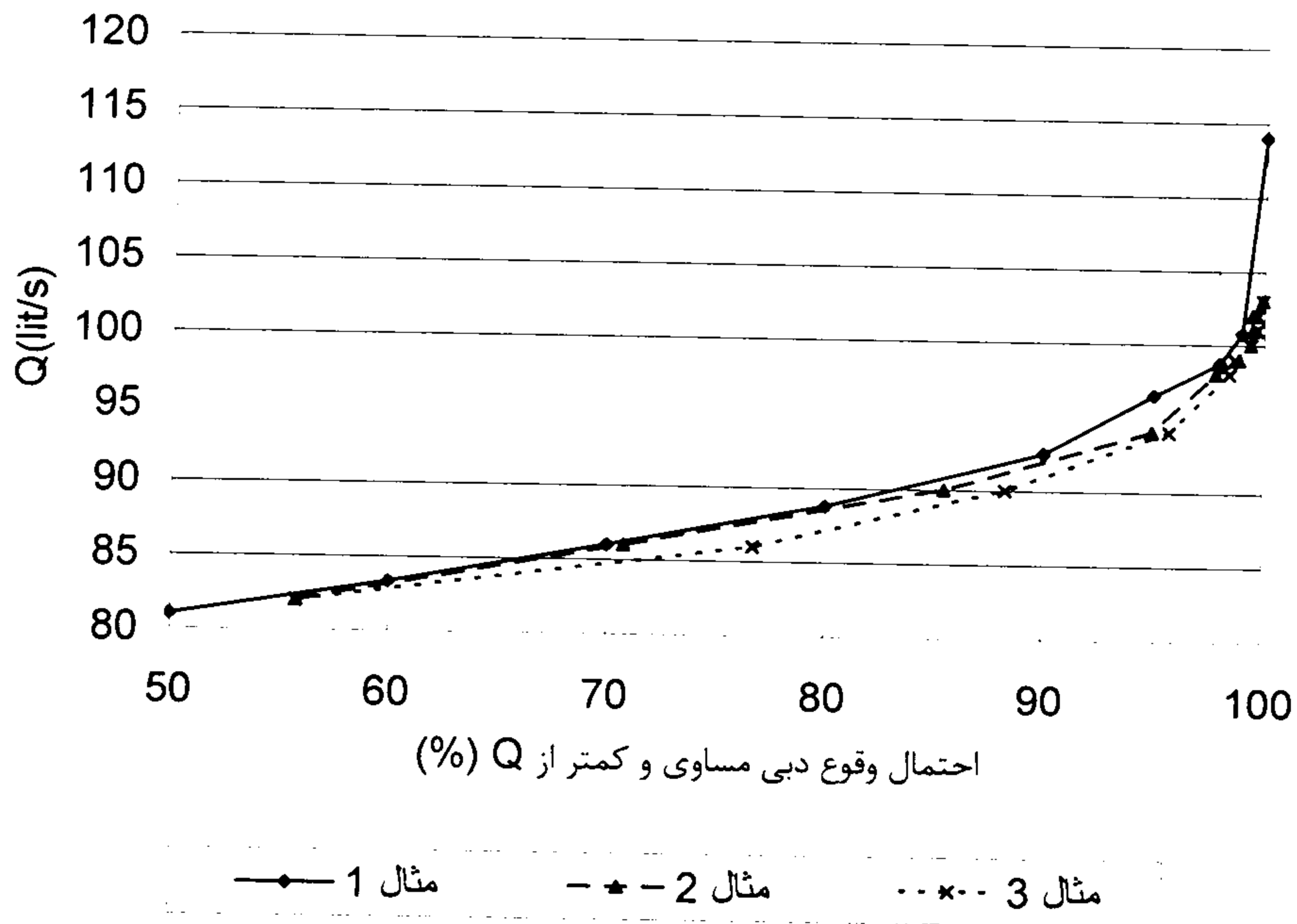
شکل ۵ - مقایسه تغییرات دبی حداکثر با افزایش تعداد واحدهای آبیاری



شکل ۶ - تغییرات یکنواخت پله‌ای دبی با احتمال وقوع در یک واحد آبیاری نمونه و مقایسه با تغییرات خطی دبی با احتمال وقوع



شکل ۷ - تغییرات غیریکنواخت پله‌ای دبی با احتمال وقوع در یک واحد آبیاری نمونه و مقایسه با تغییرات خطی دبی با احتمال وقوع



شکل ۸ - مقایسه تغییرات دبی حداکثر خط لوله اصلی با احتمال وقوع مختلف با پنج واحد آبیاری تحت پوشش

References

- 1 . Abdellaoui R (1986) Irrigation System Design Capacity for On Demand Operation. Ph.D. Dissertation, Utah State University, Logan, USA.
- 2 . FAO (1984) Localized irrigation. *Irrigation and Drainage paper No. 36*. FAO Rome.
- 3 . FAO (1988) Design and optimization of irrigation distribution networks. *Irrigation and Drainage paper No. 44*. FAO Rome.
- 4 . FAO (2000) Performance analysis of on-demand pressurized irrigation systems. *Irrigation and Drainage paper No. 59*. FAO, Rome.
- 5 . Keller J and Blienser RD (1990) "Sprinkle and Trickle Irrigation", Van Nostrand Reinhold, New York.
- 6 . Lamaddalena N (1997) Integrated simulation modeling for design and performance analysis of on-demand pressurized irrigation systems. Ph.D. Dissertation. Technical University of Lisbon.
- 7 . Pereira LS and Teixeira JL (1994) Modeling for irrigation delivery scheduling: simulation of demand at sector level with models ISAREG and IRRICEP. In: *Irrigation Water Delivery Models*. J.C. Skutsch (ed.). Water Report 2: 13-32, FAO, Rome.