شبیه‌سازی بزرگ مقیاس منابع و مصارف (مدل Mike Basin):

این مدل در مؤسسه DHI و در سال 1997 توسعه داده شده و دارای مدل ریاضی معرف وضعیت حوضه است که شامل رودخانه اصلی و شاخه‌های آن، هیدرولوژی حوضه در زمان و مکان، پتانسیل طرح‌های مهم موجود و تقاضاهای آبی مختلف می‌باشد. این نرم افزار مدلی برای شبیه سازی میزان دسترسی مصرف کنندگان موجود در سطح یک حوضه آبریز به منابع آبهای سطحی و زیرزمینی و بررسی تغییرات کیفی آب در طول مسیر می‌باشد. آبهای سطحی و زیرزمینی از طریق گره‌هایی که در طول منابع آب خطی تعریف شده‌اند وارد چرخه تامین آب می‌گردند و آب مورد نیاز از طریق همین گره‌ها از این منابع برداشت می‌گردد. بررسی کمیت و کیفیت آب موجود از طریق پاسخهایی که مدل در این گره‌ها می‌دهد قابل دستیابی است. مزیت استفاده از مدل، سرعت در محاسبات است که اجازه می‌دهد در سطح وسیعی تعداد زیادی سناریو را بررسی کند. این مدل یک نرم‌افزار الحاقی و جانبی است که با اضافه شدن به Arc gis ابزار توانمندی را برای مدیریت منابع آب در اختیار کاربر قرار می‌دهد. در حقیقت با وارد شدن مدل به محیط Arc gis شبیه سازی منابع آب در محیط گرافیکی انجام می شود. کاربر پنجره اصلی محیط این نرم‌افزار را با یک کادر محاوره‌ای که گزینه‌های شبیه سازی را انتخاب می‌کند آغاز می شود. گام اول در ساخت یک پروژه شماتیک‌سازی حوضه به صورت شبکه‌ای از گره‌ها (تقاضاها، مخازن و ...) و شاخه‌هاست. این نرم‌افزار می‌تواند حوضه را به صورت ساده‌سازی شده یا با جزئیات در نظر بگیرد یعنی شبکه‌ها می‌توانند مطابق اهداف مدلسازی و داده‌های موجود ساده سازی شوند. شبکه شماتیک می‌تواند روی نقشه جغرافیایی که نشان‌دهنده هیدروگرافی نواحی مورد مطالعه است کشیده شود. پایگاه داده آن Access است و منوهای pop-up مخصوص هر نوع گره دارد که با کلیک راست روی هر گره باز می شود. ابزار Check Topology مسئول بررسی و تصدیق شماتیک سازی حوضه برای شروع شبیه‌سازی است(DHI,2010).

ورودیهای مدل شامل شبکه جریان، مثل و ضعیت مکانی کاربران آب، مخازن سدها، آبگیرها و خروجی‌های مربوط به آبهای برگشتی و ... در نمای مذکور معلوم و مشخص خواهند بود. ورودیهای اصلی به مدل شامل سری‌های زمانی مربوط به رواناب متعلق به هر شاخه (رودخانه) می‌باشد. دیگر فایلهای اضافی و تکمیلی ورودی به برنامه، تعیین‌کننده مشخصات مخزن و منحنی‌های فرمان مربوط به هر مخزن می‌باشد. همچنین سری‌های زمانی هواشناسی و اطلاعاتی که مختص هر

یک از طرح های آبر سانی یا آبیاری مثل نیاز به منحرف ساختن آب و دیگر اطلاعات تو صیفی در مورد آبهای برگ شتی از آبیاری، باشد را نیز شامل می شود. از آنجایی که ممکن است در برخی مواقع، آب موجود در حوضه آبریز جوابگوی نیاز تمام مصرف کنندگان نباشد، بایستی بین مصرف کنندگان اولویت بندی انجام گیرد. اساس تخصیص آب در این نرم‌افزار، اولویت محلی[1] است به این مفهوم که هر گره تقاضا، مقدار حداقل تقاضا و آب موجود را دریافت می‌کند. از طرف دیگر اگر یک گره تقاضا با بیش از یک منبع تغذیه شود با توجه به اولویت هر منبع ابتدا تا آنجا که امکان دارد از یک منبع تغذیه می‌شود و مابقی از منبع بعدی انجام می شود. این الگوریتم برای تقاضاهایی که فقط توسط آب سطحی تغذیه می شوند کاربرد دارد و اگر آب زیرزمینی در سیستم بررسی شود همه مصرف‌کنندگان با اولویت یکسان تغذیه می‌شوند و متناسب با نسبت تقاضاشان آب دریافت می‌کنند. این مدل اصل دیگری برای مدیریت توزیع آب دارد که قواعد اولویت سراسری[2] نامیده می شود. این گزینه می‌تواند به همراه گزینه‌های شبیه سازی در اولین پنجره محیط نرم‌افزار انتخاب شود و شامل مجموعه قواعد موثر بر هر گره شبکه است که در فرآیند تخصیص آب درگیر هستند. این قواعد به حداقل جریان، استخراج، ذخیره مخزن و سطوح مطلوب مخزن مربوط می‌شود(DHI,2011) .

به طور کلی می‌توان قابلیت‌ها و ویژگی‌های این مدل را در سه زمینه زیر خلاصه نمود:

الف) تخصیص آب و فرآیند شبیه‌سازی مدل

ب) زیرمنوهای مدل

ج) مدیریت داده و تحلیل‌گر سری زمانی

موارد مطالعاتی مدل Mike basin در دنیا

مانوج و گوپتا[3](2003) از این مدل برای حوضه رودخانه مام در شمال شرقی تایلند استفاده‌کردند. شبیه‌سازی ماهانه بر اساس آب در دسترس و کاربرد آن با استفاده از داده‌های هیدرولوژکی از سال 1965 تا 1997 انجام شده‌است. تحلیل‌های اقلیمی نشان دهنده تغییرات فصلی زیاد است که در فصول مرطوب آب در دسترس 6 برابر فصول خشک می‌باشد. محاسبات اطمینان‌پذیری برای آبیاری و سیستم تامین آب حوضه نشان می‌دهد سطح فعلی تقاضا برای فصول مرطوب

[1] Local priority
[2] Global priority rules
[3] Manoj K. Jhaa & Ashim Das Gupta

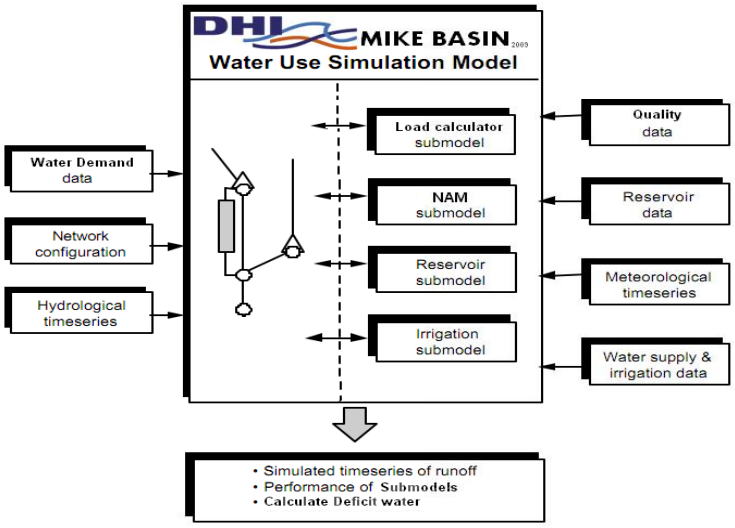
منطقی و برای فصـول خشـک با کمبود مواجه اسـت. به‌علاوه خروجی‌های مدل برای سـیاسـت‌گذاران برای تعیین بهترین تخصیص برای منابع آب قابل استفاده‌است.

کریسـتنسـن[۴](2004) مدل هیدرولوژیکیMike she را با مدل مدیریت حوضـه رودخانه Mike basin با اسـتفاده از سیستمopen MI لینک‌کرد که یک نوع لینک کردن باز است و چهارچوبی فراهم می‌کند که لینک کدهای مدلهای موجود را آسـان می‌کند. ایرسـون[۵](2006) این مدل را با یک مدل تفاضـل محدود آب زیرزمینی ASM به عنوان ابزاری برای پشتیبانی در تصمیم گیری ارائه‌کرد که مدل در منطقه صربستان به کاررفته است . لیمهیز[۶](2009) ارزیابی اثرات توسعه مخازن کوچک مقیاس بر منابع آب حوضه ولتا در غرب آفریقا را بررسی‌کرد. در این تحقیق سامانه تخصیص آب حوضه ولتا با اتصـال مدل هیدرولوژیکی – اقلیمی (MM5/Wasim-ETH) به عنوان ورودی مدل برنامه‌ریزی منابع آب Mike basin در نظرگرفته‌شد. اثرات توسعه مخازن کوچک و متوسط مقیاس بر حجم ذخیره دریاچه ولتا محاسبه شد و در مقایسه با اثرات تغییر اقلیم بر منابع آب حوضه آبریز ارزیابی شد.

تخصیص آب و فرآیند شبیه‌سازی در Mike Basin

این مدل، مسائل تخصیص را از طریق شبیه‌سازی پویا[۷]، برای هر دوره زمانی و با هر مرحله زمانی[۸]مدل‌سازی می‌کند و شامل مراحل زیر می‌باشد که در 0 نمایش داده شده است.

[4] christensen
[5] Ireson
[6] Leemhuis
[7] Dynamic
[8] Time resolution



شکل1- اصول کلی برای مدل‌سازی تخصیص آب

در نظر گرفتن تمامی مصرف‌کنندگان آب اعم از شرب ، صنعت، کشاورزی و محیط‌زیست

در این مدل تمامی‌مصرف‌کنندگان آب اعم از مصارف شهری و صنعتی، بوسیله‌ی گره مربوط ( ) تعریف می‌شوند. از ویژگی‌های منحصر به فرد این مدل، قابلیت شبیه سازی نیاز آبی کشاورزی می‌باشد که در صورت در دسترس داشتن اطلاعات مورد نیاز اعم از اطلاعات هواشناسی، اقلیمی، نوع محصول، اطلاعات مربوط به خاک مزرعه و غیره می‌توان توسط گره مخصوص آن ( )، ترسیم و تعریف گردد و در غیر این‌صورت و در صورت داشتن نیاز ثابت کشاورزی، همانند مصارف شهری و صنعتی از همان گره( ) استفاده می‌شود(DHI,2011).

امکان در نظر گرفتن همزمان آب‌های سطحی و آب‌های زیرزمینی به عنوان منابع تامین کننده

بر اساس نیاز و تمایل کاربر، آب‌های زیرزمینی و محاسبات مرتبط هم به صورت نقطه‌ای و هم غیر نقطه‌ای قابل آنالیز می‌باشد. به منظور تعریف یک گره آب زیرزمینی مثل یک چاه پمپاژ آب، کافی است یک گره مصرف ( ) تعریف و در سری زمانی مربوط در قسمت Groundwater use absolute داده‌های مربوط به میزان تخلیه از آبخوان بر حسب مترمکعب بر ثانیه وارد شود. توجه شود چنانچه از سری زمانی پیش فرض مدل استفاده می‌شود، ما بقی ستون‌های سری‌زمانی مثل water demand و غیره را بایستی صفر منظور کرد و برای اعمال چاه مورد نظر بر روی سیستم منابع آبِ حوضه مورد نظر، گره مربوط را توسط ابزار اتصال ( ) به رودخانه متصل نمود.

این مدل بر اســـاس روش روندیابی خطی مخزن و با قابلیت در نظرگرفتن آبخوان با یک یا دو آبخوان (کم عمق و عمیق)[9]، آب‌های زیرزمینی را وارد محاسـبات و شـبیه‌سـازی مدل می‌کند. توجه شـود، مدل قادر خواهدبود مشـابه آب‌های سطحی، وضعیت کیفیت آبِ آبخوان و پارامترهای کیفی مرتبط را هم در نظر بگیرد(باقری،1389).

شبیه‌سازی رودخانه

سـری زمانی مربوط به میزان دبی رودخانه در قسـمت زیرحوضـه‌های ترسـیم شـده تعریف می‌شـود، به طوریکه پس از تر سیم رودخانه و ا نشعابات و انحرافات مربوط در هر ق سمت که اطلاعات مربوط به رودخانه در د سترس با شد با ا ستفاده از ابزار تر سیم زیرحو ضه([10]) به صورت خودکار حو ضه تقریبی و شماتیک آن منظور می‌گردد و سپس با انتخاب حو ضه مربوط و وارد کردن اطلاعات لازم ، شبیه سازی رودخانه نیز انجام می‌گردد. اما چنانچه از یک بازه رودخانه ا صلی، ا نشعابی (رودخانه‌ای کوچک[11]) وجود دارد و یا به علت پروژه‌ای مبنی بر انحراف[12] آب، میزان مشـخصـی آب بایسـتی وارد رودخانه من شعب شده‌با شد، در گره ا نشعاب هر دو رودخانه[13]، میزان آبی را که باید ستی به رودخانه من شعب تخ صیص داده شود به صـورت سـری زمانی و یا به صـورت Lookup table (که در آن مقادیر متناظر آب در رودخانه اصـلی و رودخانه فرعی بر حسب مترمکعب بر ثانیه وارد می شوند) به مدل معرفی می شود. چنانچه در هنگام آغاز به کار مدل در پنجره option گزینه آبهای زیرزمینی[14] و کیفیت آب[15] انتخاب شده با شد، در پنجره مربوط به حو ضه انتخاب شده، اطلاعات برای دو م شخ صه فوق نیز بایستی وارد گردد. این مدل، قادر است میزان تلفات آب از رودخانه بر اثر تبخیر و نشت به آبخوان را وارد محاسبات مدل سازی کند که به منظور اعمال این تلفات، چنانچه خودِ رودخانه (منظور حو ضه آن نیست) انتخاب گردد پنجره باز شده این امکان را دارد که سری زمانی مربوط به هریک از این تلفات را منظور سازد. توجه شود به صورت پیش فرض سری زمانی‌های مربوط به هریک از دو تلفات، بر ح سب ک سری از جریان موجود در رودخانه می‌با شد که می‌توان با تبدیل آن به

---

[9] Shallow and Deep Aquifer
[10] Digitize catchment node
[11] Minor River
[12] Diversion
[13] Bifurcation
[14] Groundwater
[15] water quality

صورت واحد حجم بر زمان نیز تعریف گردد. توجه شود مکانیسم این مدل در شبیه‌سازی میزان تلفات به این گونه است که چنانچه فاکتور اعمال شده در سری زمانی مربوط به هر یک از تلفات بزرگ‌تر از صفر با شد مطابق با رابطه زیر، میزان نیاز آبی گره مصرف متصل شده به آن رودخانه (D)، تعدیل می‌شود (D^*):

$$D^* = \frac{D}{1 - loss\ factor} \qquad (1)$$

از طرفی این مدل، روندیابی هیدرولیکی رودخانه را نیز قادر به شبیه سازی ا ست یعنی در صورت تمایل کاربر در پنجره مربوط که در فوق نیز توضیح داده شد در تب Hydraulics سه روش روندیابی(روندیابی مخزن خطی، ماسکینگهام و روش انتقال موج) برای رودخانه مورد نظر قابل انتخاب می‌باشد(باقری،1389).

رعایت اصول عدالت بین بخش‌های مصرف و تامین آب بر اساس اولویت‌های تعیین شده

در یک سیستم منابع آب، اجزای اصلی تشکیل‌دهنده و مورد اهمیت مدل‌سازی دو بخش گره‌های مصرف‌کننده و گره‌های مربوط به منابع تامین‌کننده می‌باشند. در این مدل، کاربر قادر خواهدبود برای گره‌های مصرف‌کننده‌ای که از یک منبع تامین‌کننده مثل رودخانه، مخزن یا آبخوان تغذیه می‌کنند، اولویت و ترتیب مصارف را مشخص‌کند(supply by priority rule). بردا شت و نیازها بر ا ساس اولویتی که برای منابع م صرفیِ مت صل شده به گره تعریف می شود، به ترتیب شماره اولویت، ارضا می‌شوند، به عبارت دیگر مصرف‌کننده‌ای که عدد اولویت کمتری دارد، ابتدا از منبع بالادست بهره‌مند و تغذیه می شود و بعد از ار ضاء کامل آن، نیاز م صرف‌کننده بعدی با شماره اولویت بزرگتر تخ صیص می‌یابد (باقری،1389). این فرآیند در 0 ارائه شده است.

جدول1– نمونه‌ای از اولویت بندی گره‌های تامین کننده آب یک گره مصرف‌کننده

Priority	Resource
Priority 1	River
Priority 2	Dams upstream (See next section) or common use
Priority 3	Dams downstream, farm dams (See next section) or not common use
Priority 4	Spring water
Priority 5	Groundwater

مطلب فوق، برای یک گره مصرف‌کننده که از چندین منبع تامین کننده ارضا می‌شود نیز قابل تعمیم می‌باشد(call by priority rule) که در 0 نمایش داده شده، به طوری که براساس اولویت منابع تامین کننده، آب در اختیار مصرف‌کننده قرار داده می‌شود(DHI,2010).

جدول2- نمونه‌ای از اولویت بندی مصارف یک گره تامین‌کننده

User	Industrial	Domestic	Irrigation (High)	Irrigation (Low)
Priority	1	2	3	4

شایان ذکر است چنانچه گره‌های مصرف‌کننده، از اولویت یکسان ولی با سهم مصرف متفاوت روبرو هستند، این مدل می‌توان براساس کسری از نیاز هر بخش[16]، آب را در اختیار مصارف مختلف قرار داد (call by fraction demand rule). همین مطلب نیز برای یک گره مصرف‌کننده که از چندین منبع تامین آب، بر اساس سهم برداشت[17] ارضا می‌شود نیز صادق است(باقری،1389).

الگوریتم‌های تخصیص آب

به طور کلی در مدل Mike Basin، مخزن دخیره آب به سه صورت تعریف می‌شود:

الف: مخزن منحنی فرمان (Rule curve reservoirs)

بر اساس یک حجم واحدِ آب برای کلیه گره‌های مصرف‌کننده و مطابق با نواحی‌ای که به عنوان منحنی فرمان به آن تعریف می‌شود، تخصیص صورت می‌گیرد. اکثر مخازن مطالعاتی و بهره‌برداری از این گونه می‌باشند.

ب: مخزن استخر تخصیص (The Allocation Pool reservoir)

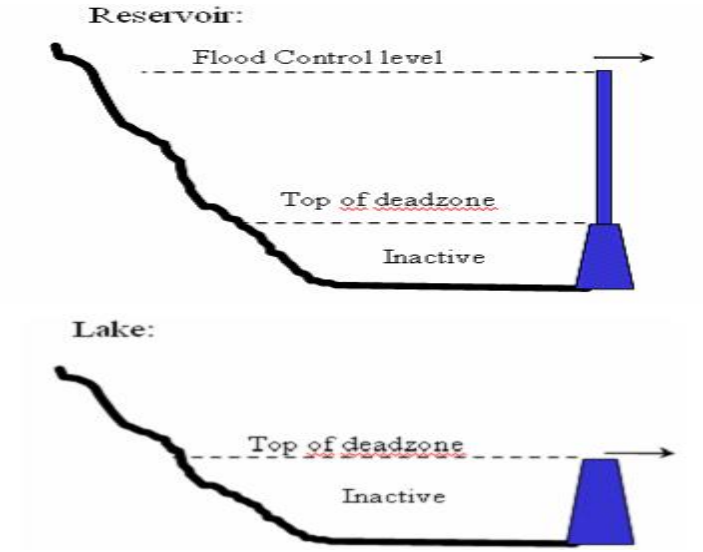
در این نوع، حجمی به عنوان حجم اصلی که از کف تا تاج مخزن می‌باشد تعریف می شود. برای هر گره مصرف‌کننده، به طور مجزا حجمی‌از سد منظور می‌شود. علاوه بر گره‌های مصرف‌کننده، همیشه حجمی‌از مخزن نیز به عنوان حداقل رهاسازی پایین دست برای مصارف محیط زیستی تحت عنوان استخر کیفیت آب[18] در نظر گرفته می‌شود.

ج: مخزن دریاچه‌ای (Lakes):

---

16 Fraction of demand rule
17 supply fraction of flow rule
18 Water quality pool

مخزنی است که هیچ‌گونه قانون بهره‌برداری برای آن تعریف نمی‌شود، و فقط، خروجی مربوط به مخزن از طریق روابط سرریز (spillways)، محدود می شود و چنانچه این روابط منظور نگردد و سطح آب بالای حجم مرده با شد، هر حجم آبی که وارد مخزن می‌شود، سریعا خارج می‌گردد و لذا الگوریتم خاصی برای تخصیص نیز برای آن ارائه نمی‌شود(DHI,2010).



شکل2- تفاوت مخازن در Mike Basin

الگوریتم تخصیص

براساس انواع مخازن در Mike Basin، دو نوع الگوریتم تخصیص تعریف می‌شود:

- روش اول: براساس منحنی فرمان
- روش دوم: بر اساس استخر تخصیص

الف) تخصیص آب براساس منحنی فرمان:

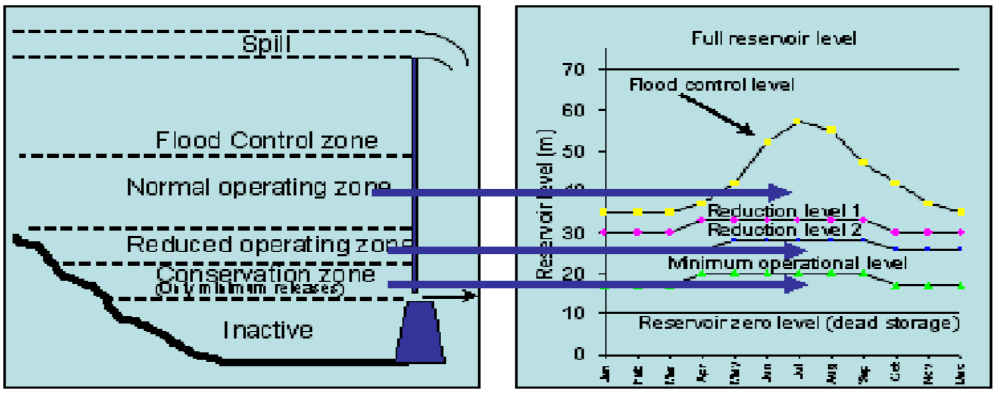
در روش منحنی فرمان، سه ناحیه زیر تعریف می‌شود:

1- ناحیه کنترل سیلاب[19]: ناحیه‌ای است که چنانچه حجم مخزن به این سطح برسد، موقعیت خطرناکی برای شکست سد محسوب شده و آب رها می‌شود.

[19] The flood control zone

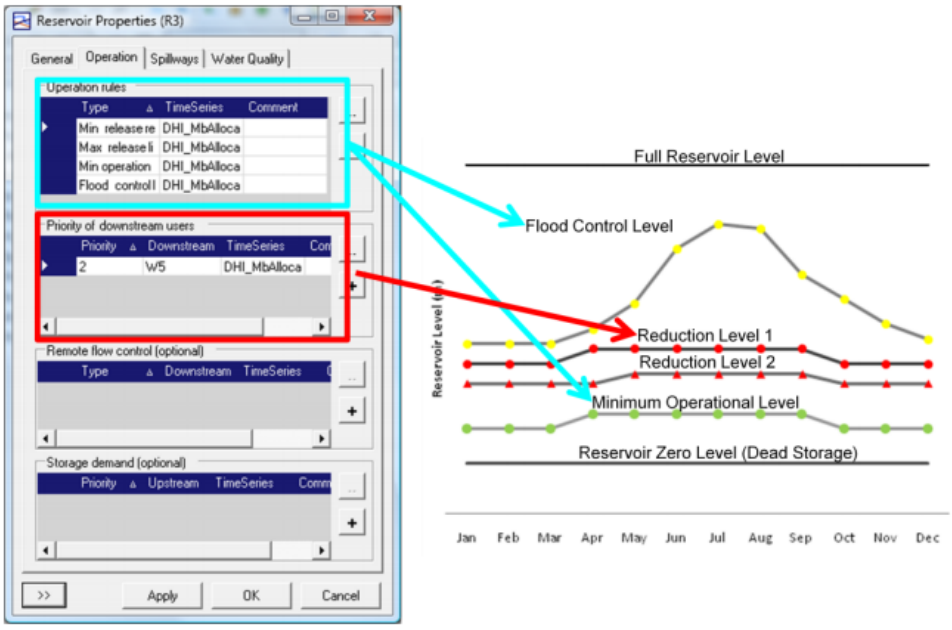
2- ناحیه بهره‌برداری حفاظتی[20]: ناحیه حفاظتی ناحیه‌ای است که در آن آب برای مصارف حیاتی مثل زیست‌محیطی یا اجتماعی نگه‌داشته شود و در آن به مابقی نیازها به طور کامل آبی داده نمی‌شود.

3- ناحیه حجم مرده[21]: ناحیه‌ای است که به دلایلی مثل تجمع رسوب، آب موجود در این بخش عملاً غیر قابل استفاده تلقی می‌باشد. 0 نواحی منحنی فرمان در یک مخزن را نشان می‌دهد:



شکل3- نواحی منحنی فرمان

در Mike Basin ، روش منحنی فرمان از طریق پنجره 04و برای هر گره مخزن قابل اجراست(DHI,2010):



شکل4- نحوه اعمال روش منحنی فرمان در مدل Mike Basin

[20] Conservation operation zone
[21] Dead storage zone

همانطور که در شکل فوق نیز مشاهده می‌شود، پنجره باز شده برای اعمال قوانین بهره برداری[۲۲] در این مدل، شامل 4 بخش مجزا می‌باشد که به طور خلاصه به آن‌ها اشاره می‌گردد:

1- قوانین بهره برداری: در این قسمت 4 قانون بهره‌برداری تعریف می‌شود که عبارتند از:

الف: Flood control level rule: همان‌گونه که اشاره شد، از سطوح اساسی در روش منحنی فرمان، ناحیه کنترل سیلاب می‌باشد که بایستی در این پنجره، سطح مربوط به اعمال قانون کنترل سیلاب(چنانچه حجم مخزن به این سطح برسد، آب رها می‌شود) تعیین شود(بر حسب متر).

ب: Maximum release limit rule : هنگامی‌که قانون کنترل سیلاب اعمال می‌شود و سطح آب بالاتر از این سطح می‌رسد، مخزن به منظور جلوگیری از هرگونه خطر شکستی برای مخزن، رهاسازی را با حجم بالایی آغاز می‌کند، اما می‌توان با اعمال قانون ب مقدار آب رهاسازی را محدود کرد.

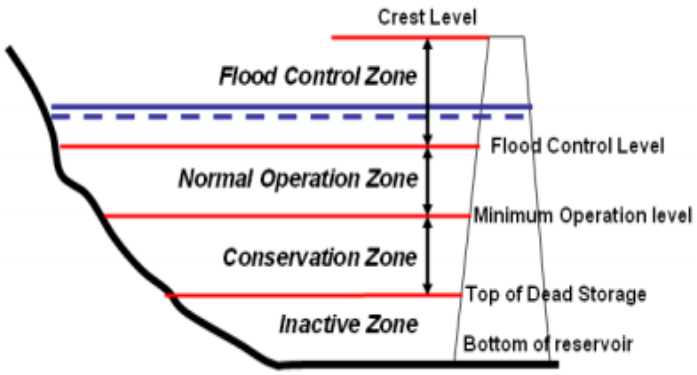
ج : Minimum operation level rule : همان‌طور که شکل زیر نواحی مخزن را نشان می‌دهد، بعد از سطح کنترل سیلاب، سطح بهره برداری نرمال[۲۳] قرار دارد که در آن تمامی‌آب گره‌های پایین دست به طور کامل ارضا می‌شود، بعد از این ناحیه ناحیه حفاظتی قرار دارد که توسط قانون (ج) سطح مربوط به ناحیه حفاظتی از ناحیه نرمال تفکیک می‌شود.

د: Minimum release requirement rule: هنگامی‌که در مواقع خشکسالی و کم‌آبی، آب به ناحیه حفاظتی می‌رسد، با اعمال این قانون، حداقل مقدار آبی برای پشتیبانی از جریان رودخانه به عنوان حداقل میزان رهاسازی زیست محیطی، در نظر گرفته می‌شود. این فرآیند در 0 نمایش داده شده است.

از بین 4 قانون بهره‌برداری فوق، تنها سطح کنترل سیلاب از نظر اخذ داده اجباری است و 3 مورد بعدی اختیاری می‌باشند.

---

[22] Operation Rules
[23] Normal operation zone



شکل5- سطوح تخصیص مخزن در Mike Basin

2- اولویت مصرف‌کنندگان پایین‌دست[۲۴]:

چنانچه گره‌های مصرف‌کننده‌ای مانند شرب، کشاورزی، برقابی و غیره به طور مستقیم به یک مخزن متصل شده باشند و از آن تغذیه کنند، می‌توان در این محل برای هر گره مصرف‌کننده پایین دست، سطح کاهش[۲۵] را اعمال نمود، برای سری زمانی مربوط یک سطح بر حسب متر به عنوان سطحی از مخزن که از آن ناحیه مخزن سد، دیگر به طور کامل نیاز آن گره را برآورده نخواهد کرد و یک کسر کاهش[۲۶] تعریف می شود، کسر کاهش، کسری از نیاز یک گره مصرف‌کننده می‌باشد که مخزن سد، از هنگامیکه به سطح کاهش می‌رسد، دیگر به گره مصرف‌کننده مانند ناحیه نرمال آب نمی‌دهد(DHI,2010).

3- کنترل جریان برای تقاضاهای غیر متصل به سد[۲۷]:

در مواقعی که یک گره م صرف کننده در پایین د ست مخزن قرار دارد و به طور م ستقیم به مخزن مت صل ن شده ا ست درحالیکه از مخزن رفع نیاز می‌کند، می‌توان مقداری آب(مینیم یا ماکزیمم)، برای آن در نظر گرفت.

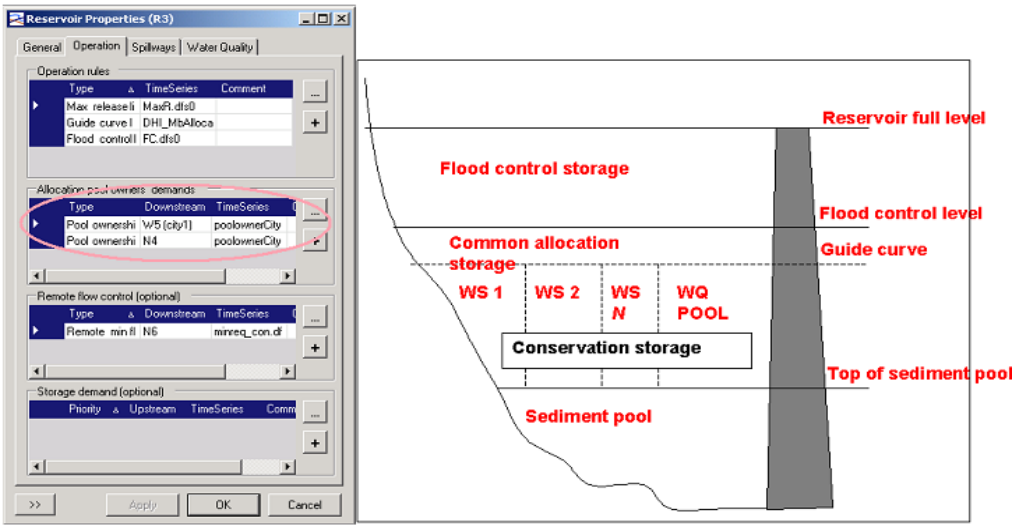
[24] Priority of downstream users
[25] Reduction level
[26] Reduction fraction
[27] Remote flow control

4- تقاضای ذخیره [۲۸]:

در مواردی که چندین مخزن به صورت سری و یا موازی، در یک سیستم منابع آب می‌با شند، می‌توان با تعریف یک سطح بحرانی[۲۹] برای مخزن پایین دست، مخزن بالادست، به منظور بهبود مخزن پایین دست، مقداری آب رها می‌سازد.

ب) تخصیص براساس استخر تخصیص:

همانطور که قبلاً نیز بیان شد، مخزن ا ستخر تخ صیص مخزنی ا ست که در آن هر گره م صرف‌کننده به صورت مجزا بخ شی از مخزن را به صورت نیاز خود تسخیر می‌کند و بخ شی نیز به عنوان ا ستخر کیفیت آب برای حداقل آب رها سازی پایین دست تعلق می‌گیرد. تنظیمات مربوط به سطوح کنترل سیلاب، ناحیه حفاظتی و حداقل سطح بهره برداری همانند روش منحنی فرمان می‌باشد(06).



شکل6- تفکیک نواحی در روش استخر تخصیص

شبیه سازی برقابی

یکی از اهدافِ احداث و مدیریت مخازن، تولید انرژی برقابی اســت که نقش مهمی در میزان و چگونگی بهره‌برداری از مخازن دارد. این مدل در زمینه شــبیه‌ســازی انرژی برقابی، برای مخازن دارای نیروگاه و یا برای مخازن فاقد آن،که قصــد

28

29 Critical water level

توسعه نیروگاه در آینده را دارند، قابلیت خاصی دارد. انرژی برقابی، توسط گره مربوط ( )، از یک یا چند مخزن استخراج می‌شود. این مدل بر اساس رابطه زیر میزان انرژی برقابی را در نظر می‌گیرد: (باقری،1389)

$$P = \Delta h(Q) \times Q \times \varepsilon(\Delta h) \times g \times \rho_{water} \quad (2)$$

که در رابطه فوق داریم:

p: مقدار انرژی تولید شده، ρ_{water}: چگالی آب، ε : راندمان$[M/L3]$، g: شتاب گرانشی$[L/T2]$، Δh : اختلاف ارتفاع موثر $[L]$،Q: دبی/میزان رهاسازی توربین $[L3/T]$

اختلاف ارتفاع موثر ($\Delta h(Q)$) از رابطه زیر برآورد می گردد:

$$\Delta h(Q) = h_{reservoir} - h_{tailwater}(Q) - \Delta h_{conveynce} \quad (3)$$

این مدل برای روابط فوق فرضیات زیر را به منظور ساده‌سازی و کاهش داده‌های مورد نیاز منظور کرده‌است:

$$\varepsilon(\Delta h) = 0.8 \quad (4)$$

$$h_{tailwater} = max(h_{tailwater}(Q), h_{downstream_reservoir}) \quad (5)$$

$$\Delta h_{conveynce} = 0 \quad (6)$$

$$h_{tailwater}(Q) = h_{reservior\ buttom\ level} \quad (7)$$

منبع: مریم حافظ پرست، شهاب عراقی نژاد .(1392). توسعه سامانه تصمیم‌یار برای مدیریت یکپارچه منابع آب در مقیاس حوضه آبریز (مطالعه موردی: حوضه آبریزارس) ، پایان نامه دکتری، دانشگاه تهران، پردیس کشاورزی، گروه مهندسی آبیاری و آبادانی، کرج