۱-مقدمه

پیش‌بینی در هیدرولوژی به‌معنی تخمین شرایط هیدرولوژیکی و هواشناسی در یک بازه زمانی خاص می‌باشد. پیش بینی جریان رودخانه در منابع آب از اهمیت زیادی برخوردار است و می‌تواند در بهینه‌سازی مدیریت آبخیز و مدیریت منابع آب، بسیار مؤثر باشد. روش‌های پیش‌بینی مختلف سعی در ارتباط بین متغیرهای مستقل و وابسته داشته است. رابطه بین متغیرهای چرخه هیدرولوژیک و رواناب مسئله مهمی در هیدرولوژی سطحی می‌باشد و معمولاً چالش اصلی برای هیدرولوژیست‌هاست. بدین لحاظ مهم‌ترین عوامل مؤثر در میزان رواناب در یک منطقه بارش، دما، رطوبت، فشار و جهت باد می‌باشد اما به علل کمبود اطلاعات ثبت شده و نبود دانش کافی در مورد فرآیند فیزیکی تبدیل و تأثیر این پارامترها به مقادیر جریان، مورد توجه‌ترین متغیر هواشناسی در پیش‌بینی‌های بلندمدت، مقادیر بارش و دمای هوا می‌باشد.

روش شبکه عصبی مصنوعی یک مکانیسم محاسباتی است که قادر است با گرفتن اطلاعات و محاسبه کردن آن‌ها یک‌سری اطلاعات جدید را ارائه دهد. در این شبکه سعی بر این است که ساختاری مشابه ساختار بیولوژیکی مغز انسان و شبکه اعصاب بدن ساخته شود تا همانند مغز قدرت یادگیری، تعمیم‌دهی و تصمیم‌گیری داشته باشد و یک پهنه‌بندی از یک فضای چند متغیره با اطلاعات دریافتی را به‌وجود آورد.

. رودخانه تیره(مروک) در استان لرستان از سرشاخه های اصلی رودخانه دز درحوضه آبریزکارون می‌باشد که بدلیل وضعیت هیدرلوژیکی واهمیت اقتصادی ازمنابع آبی استراتژیک استان بشمارمیرود ولذا ضرورت دارد ازجنبه های مختلف پژوهشی مورد بررسی وکنکاش قرارگیرد .دراین رابطه درپی فراخوان پژوهشی شرکت آب منطقه ای لرستان این دانشگاه اقدام به تهیه پروپوزال پژوهشی باموضوع "تعیین مدل بهینه بارش-رواناب حوضه رودخانه تیره درایستگاه مروک بااستفاده از شبکه عصبی مصنوعی " و ارائه آن به شرکت مذکور نمود که پس ازتصویب درکمیته تحقیقات، قرارداد شماره۱۵۰۳۹/۸۰۰مورخه۱۳۹۲/۸/۲مبادله که پس از انجام و داوری تصویب وتاییدیه آن طی نامه شماره ۱۱۰۰۳/۸۰۰ مورخه ۱۳۹۳/۸/٤به این دانشگاه ابلاغ گردید.

۲-بیان مسئله

فرآیند بارش- رواناب یک حوضه آبریز، عمدتاً تحت تاثیر شرایط هیدرولوژیک، ژئوهیدرولوژیک، ژئومورفولوژیک واقلیم منطقه می باشد. میزان بارش، توزیع و نوع آن، پوشش گیاهی، خصوصیات فرآیند تجمع و ذوب برف، خصوصیات لایه های خاک و تشکیلات زمین شناسی از عمده عواملی می باشند که حجم رواناب و مولفه های بیلان آب حوضه را تحت تاثیر قرار می‌دهند. یکی از عمومی ترین روش‌ها برای شناخت فرآیند بارش- رواناب حوضه، شبیه سازی آن با استفاده از مدل های هیدرولوژیک و تجزیه و تحلیل نتایج حاصله می‌باشد. تا کنون مدلهای فراوانی برای نیل به این هدف ارائه گردیده است که براساس تفاوت‌های زیر می توان به مدل مطلوب و کارآ در یک حوضه آبریز دست یافت:

۱- تفاوت در ماهیت پارامترهای ورودی و نتایج خروجی:

۱- ۱: مدلهای قطعی [۱]

۱-۲: مدل های احتمالاتی [۲]

۲- تفاوت در ماهیت زمانی نتایج ورودی وخروجی مدل:

۲-۱: مدل های پیوسته [۳]

۲ -۲: مدل های تک واقعه ای [٤]

۳- تفاوت در شبیه سازی بارش- رواناب:

۳-۱: مدل های بر مبنای فیزیکی [٥]

۳-۲: مدل های مفهومی [٦]

۳-۳: مدل های تجربی [۷]

٤- تفاوت در شبیه سازی حوضه آبریز:

٤-۱: مدل های یکپارچه [۱]

۱-Deterministic Models

۲_ Probabilistic Models

۳-ModelsLong Scale Continuous

٤-ModelsShort Scale Event

٥-Models Physically Based

٦-ModelsConceptual

۷-Empirical Models

٤-٢: مدل های توزیعی [٢]

با توجه به عدم وجود داده های دقیق از پارامترهای فوق الذکر ، تا کنون اکثر مدلها فقط در شرایط ایده آل جواب مناسب را ارائه نموده اند. این امر نشان دهنده آن است که پدیده بارش- رواناب متاثر از عوامل مختلفی است که گاهاً نمی‌توان آنها را بدرستی برآورد یا تخمین زد. به همین منظور محققین از میان مدل های فوق الذکر به مدل های تجربی که خاص هر منطقه جغرافیایی است روی آورده اند.

دراین تحقیق باتوجه به داده ها وآمار واطلاعات بلند مدت پارامترهای هیدرولوژیکی حوضه مروک ابتدا همبستگی بین بارش ورواناب این حوضه تعیین وبابرازش آن با مدلهای شبکه عصبی مصنوعی، مدل بهینه برای حوضه معرفی وارائه خواهدشد.

باتوجه به قرارگرفتن حوضه آبریز رودخانه مروک درناحیه شرق استان لرستان عوامل هیدرولوژیکی این رودخانه میتواند متاثراز عوامل اقلیمی موثربر حوضه کارون باشد علیهذانتایج مطالعات وپژوهشهای بنیادی وکاربردی این حوضه قابل استفاده برای سرشاخه های رودخانه فوق الذکر خواهد بود.

ازطرفی باتوجه به وضعیت مناسب کمی وکیفی آب ، رودخانه مروک دردودهه اخیرمورد توجه قرارگرفته وطرحهای متعددی برای بهره برداری ازآن بمنظورتامین نیازهای کشاورزی، شرب وصنعت دراین حوضه مطالعه،اجرا ویا دردست اجرا که ازآن جمله میتوان به طرحهای اجراشده بندانحرافی مروک، طرحهای درحال اجرای سدمخزنی وشبکه آبیاری وزهکشی مروک،میباشدکمال صالح اشاره نمود.

علیهذا باتوجه موارد فوق الذکررودخانه مروک ازلحاظ هیدرولوژیکی،اقتصادی واجتماعی ازاهمیت ویژه برخورداربوده وانجام پژوهشهای مختلف ازجنبه های کمی،کیفی ،مدیریتی وسیستمهای پشتیبانی بمنظور بهره برداری اصولی ونظام مند از آن اجتناب ناپذیر بنظر می رسد.

۳- فرضیه‌ها:

۳-۱-بین بارندگی وحجم رواناب خروجی از حوضه رودخانه تیره رابطه همبستگی مستقیم وجود دارد.

۳-۲-شبکه عصبی مصنوعی روش مناسبی برای تعیین مدل بهینه بارش- رواناب در حوضه رودخانه تیره میباشد.

۱_Models Lumped

۲- ModelsDistribution

۳-۳-مدل بارش-رواناب توان واسنجی، تدقیق وترمیم آمار و اطلاعات وپیش بینی رواناب در بارشهای مختلف حوضه را دارد.

٤- اهداف تحقیق

٤-١-کشف رابطه منطقی ،قابل قبول وقابل اطمینان بین ارتفاع بارش وحجم رواناب تولیدی وخروجی ازحوضه به گونه ای که با اندازه گیری مقدار بارش حجم رواناب بادقت قابل قبول محاسبه گردد.

٤-٢-مدل تعیین شده میتواند برای حوضه های مشابه قابل تعمیم باشد.

٤-٣-نتیجه تحقیق بعنوان یک ابزار مدیریتی برای سهولت دربرنامه ریزی برای تامین آب موردنیازدراختیار مدیران ذیربط قرار میگیرد.

٤-٤-واسنجی ،تدقیق وترمیم کمبودهای آمارواطلاعات حوضه وپیش بینی حجم رواناب بااستفاده ازاین مدل قابل انجام است.

٥-ضرورت انجام تحقیق

٥-١-حوضه رودخانه تیره درناحیه علیای حوضه آبریز رودخانهکارون بزرگ درناحیه شرق استان لرستان مشترک بین دواستان لرستان ومرکزی واقع گردیده است. به لحاظ هیدروکلیماتولوزی متاثراز عناصر وعوامل اقلیمی حاکم بر ناحیه علیای حوضه کارون بوده وبدلیل شباهت های توپوگرافی، زمین شناسی ،ژئوموفولوژی و... نتایج حاصل از این تحقیق بویژه مدلسازی بارش -رواناب آن میتواند کارایی مناسبی در پژوهش های آتی دراین حوضه کارون داشته باشد.

٥-٢-باتوجه به وضعیت مناسب کمی وکیفی آب ، رودخانه تیره دردودهه اخیرمورد توجه قرارگرفته وطرحهای متعددی برای بهره برداری ازآن بمنظورتامین نیازهای کشاورزی، شرب وصنعت دراین حوضه مطالعه، اجرا ویادردست اجرا میباشند که ازآن جمله میتوان به طرح اجراشده سدمخزنی کمال صالح دراستان مرکزیبرای تامین آب شرب وبهداشت شهراراک و...طرحهای درحال اجرای سدمخزنی وشبکه آبیاری وزهکشی مروک برای مصارف کشاورزی وصنعت منطقه اشاره نمود.

علیهذا باتوجه موارد فوق الذکررودخانه تیره ازلحاظ هیدرولوژیکی،اقتصادی واجتماعی ازاهمیت ویژه برخورداربوده وانجام پژوهشهای مختلف ازجنبه های کمی،کیفی ،مدیریتی وسیستمهای پشتیبانی بمنظور بهره برداری اصولی ونظام مند از آن اجتناب ناپذیر بنظر می رسد.

٦-کاربران وبهره گیران ازتحقیق

٦-١-وزارت نیرو(شرکتهای آب منطقه ای،آب وفاضلاب شهری وروستایی)

٦-٢-وزارت جهادکشاورزی(سازمان جهاد کشاورزی، مرکزتحقیقات کشاورزی ،منابع طبیعی)

٦-٣-سازمان هواشناسی

٦-٤-مهندسین مشاور

٦-٥-دانشگاههاو موسسات آموزش عالی

٦-٦-دانشجویان کارشناسی ارشدودکترای رشته های ذیربط

٧-روش تحقیق

برای تعیین و ارزیابی بیلان آبی هر ناحیه ، عوامل و پارامترهای هواشناسی، دارای اهمیت ویـژه‌ای مـی‌باشـند. بررسی این عوامل در مطالعات بهره‌برداری از منابع آب بهر منظور نقش بسزایی دارد.

پارامترهای هواشناسی نظیر بارندگی، دما، تبخیر، باد و میزان نم نسبی، بیش از سایر عوامل دیگر در تعیین میزان آب موجود هر ناحیه مؤثر می‌باشند. محدوده مورد مطالعه شامل بخشی از حوضه آبریز رودخانه تیـره تـا ایسـتگاه هیدرومتریمروک می‌باشد. رودخانه تیره قسمتی از سرشاخه‌های رودخانه سزاردرحوضه دز ازسرشاخه های کـارون بزرگ را که در دامنه سلسله جبال زاگرس واقع شده تشکیل می‌دهد.

دراین طرح باعنوان "تعیین مدل بهینه بارش-رواناب حوضه رودخانه تیره درایستگاه مروک بااستفاده ازشـبکه عصبی مصنوعی" ازبین پارامترهای هواشناسی،بارندگی ودما وازبین پارامترهای هیدرولوژیکی رواناب بعنوان موارد اساسی مورد بررسی قرار گرفته سایر پارامترها به تنا سب نیاز مورداستفاده قرار می گیرند.

بدین منظور داده های مورد نیاز از مبادی ذیربط جمع آوری وپس از بررسیهای لازم اطلاعات مربوطه بااستفاده از نرم افزار ٥,٢٢ Neural Works Professional II/PLUS version تجزیه وتحلیل شده وسپس مدل بهینه باتعد اد لایه های ورودی،پنهان بانرونهای مناسب وخروجی معرفی میشود .

٧-١-بررسی وضع موجود

٧-٢-بررسی سوابق قبلی

۷-۳- بررسی صحت و دقت داده‌ها

قبل از بکارگیری داده های جمع آوری شده از ایستگاهها، باید صحت و قابلیت بکارگیری آنها در یک مجموعه اطلاعات، مورد بررسی قرار گیرد .

۷-٤-بازسازی داده های ناقص

ازآنجاییکه که آمار ایستگاههای منطقه دارای دوره زمانی یکنواختی نبوده و اطلاعات ایستگاههای سازمان هواشناسی و وزارت نیرو نیز هم‌تقویم نیستند. لذامی بایست به طریقی این مشکلات رفع گرددکه بعد از بازسازی داده های ناقص ایستگاهها، یک دوره مشترک بلند مدت ٤٠ ساله (٥١ —١٣٥٠ الی ٩١-١٣٩٠) برای دما ،بارش وروانـاب انتخاب و کلیه برر سیها وتجزیه وتحلیلها برای این دوره انجام شده است.

۷-٥-بارش

ریزشهای جوی از جمله عوامل مهم در مطالعات وپژوهشهای اقلیمی هر منطقه محسوب می‌شوند. بطوریکه با توجه به آنها می‌توان وضعیت منطقه مورد مطالعه را ارزیابی نمود.

۷-٦-دما

در بررسی های اقلیمی ، درجه حرارت یکی از پارامترهای مهم بشمار می رود .این پارامتر در ایستگاههای سینوپتیک ،کلیماتولوژی سازمان هواشناسی و ایستگاههای تبخیر سنجی وزارت نیرو برداشت می‌شود.باتوجه به اینکه محدوده موردمطالعه فاقدایستگاه سنجش دما می باشد در این تحقیق برای بررسی وضعیت درجه حرارت از آمار ایستگاههای سینوپتیک اراک ، بروجرد(۳۲سال) و ایستگاه کلیماتولوژی ناصرالدین درود(۱۱سال) استفاده گردیده است .باتوجه به تعیین دوره آماری مشترک ٤٠ساله منتهی به سال آبی ۹۱-۱۳۹۰برای بارش وروانـاب ،داده های دمایی ۳۲ساله ایستگاه بروجرد نیز به ٤٠سال تطویل وازداده های ایستگاه ناصرالدین دورود بصورت کمکی استفاده وپارامترهای دمایی یرای محدوده مطالعاتی محاسبه گردید.نتایج حاصله بانقشه همدمای استان برازش داده شد که ازصحت لازم برخوردارربود.

۷-۷-رواناب

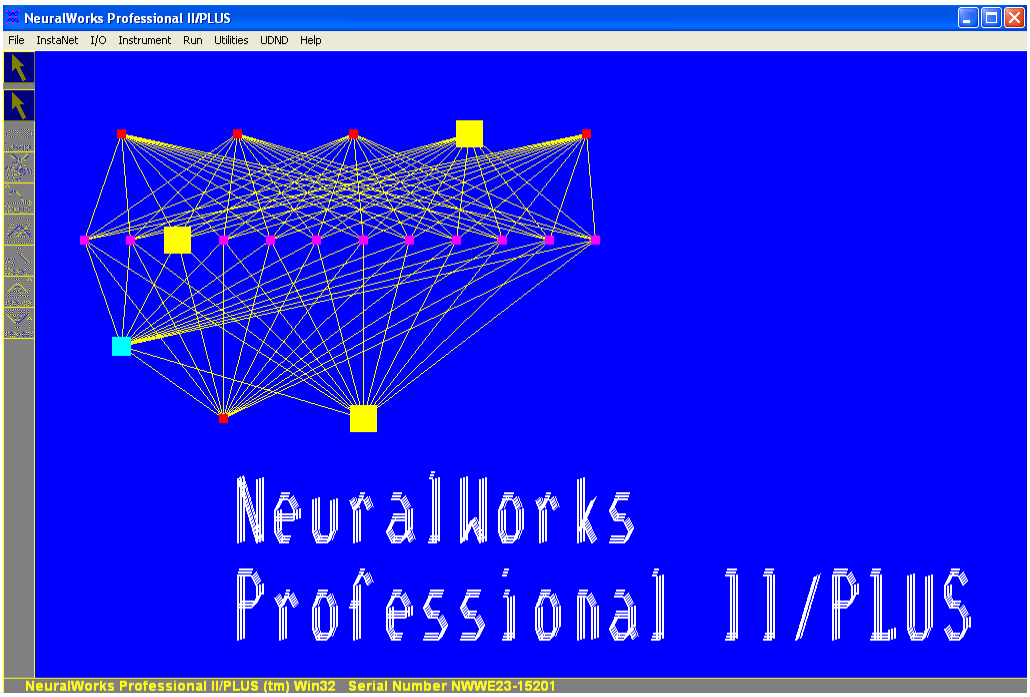
بجز مطالعات هیدرولوژی و هواشناسی طرح جامع آب ایران که توسط شرکت مهندسین مشاور جاماب در منطقه طرح انجام گردیده است، مطالعات پیوسته‌ای در دو مرحله (شناخت و یک) در محدوده طرح به وسیله شرکت مهندسین مشاور آب‌فن صورت پذیرفته است. فهرست این مطالعات به شرح ذیل می‌باشد :

- **مطالعات مرحله اول ودوم سدمخزنی مروک-۱۳۸۱**
- **مطالعات هواشناسی وهیدرولوژی دشت سیلاخور —١٣٦٣.**
- **مطالعات مرحله شناخت منابع آبهای سطحی و زیرزمینی دشت سیلاخور -١٣٦٣.**

- مطالعات مرحله اول هیدرولوژی دشت سیلاخور– ۱۳٦۷ .
- مطالعات هواشناسی مرحله اول شبکه‌های آبیاری سیلاخور و چغلوندی –۱۳٦۷.

۷-۸- نرم افزارمورد استفاده

نرم افزار Neural Works Professional II/PLUS version ۵.۲۲ در سال ۲۰۰۵ برای کاربرد شبکه های عصبی مصنوعی در تمام زمینه‌های علمی و تحقیقاتی توسط شرکت تکنیک ساپورت آمریکا به بازار ارائه گردید. صفحه ورودی این نرم افزار به صورت زیر می باشد.



شکل(۱): صفحه ورودی نرم افزارNeural Works Professional II/PLUS

منوی اصلی نرم افزار به صورت زیر بوده و شامل منوی های و زیر منوهای نشـان داده شـده در شـکل (٤-۲) مـی باشد:Flie,InstaNet,I/O,Instrument,Run,Utilities,UDND, Help

۸- نتیجه گیری وبحث

پیش‌بینی در هیدرولوژی به‌معنی تخمین شرایط هیدرولوژیکی و هواشناسی در یک بازه زمانی خاص می‌باشد. پیش بینی جریان رودخانه در منابع آب از اهمیت زیادی برخوردار است و می‌تواند در بهینه‌سازی مدیریت آبخیز و مدیریت منابع آب، بسیار مؤثر باشد. روش‌های پیش‌بینی مختلف سعی در ارتباط بین متغیرهای مستقل و وابسته داشته است. روش شبکه عصبی مصنوعی یک مکانیسم محاسباتی است که قادر است با گرفتن اطلاعات و محاسبه کردن آن‌ها یک‌سری اطلاعات جدید را ارائه دهد. در این شبکه سعی بر این است که ساختاری مشابه ساختار بیولوژیکی مغز انسان و شبکه اعصاب بدن ساخته شود تا همانند مغز قدرت یادگیری، تعمیم‌دهی و تصمیم‌گیری داشته باشد و یک پهنه‌بندی از یک فضای چند متغیره با اطلاعات دریافتی را به‌وجود آورد. روش شبکه عصبی مصنوعی نسبت به روش‌های دیگر دارای مزیت‌هایی است، از آن جمله روش شبکه عصبی مصنوعی از توزیع آماری داده‌ها مستقل است و به متغیرهای آماری مخصوصی نیاز ندارد. علاوه بر آن روش شبکه عصبی مصنوعی برای آنالیز صحت داده‌ها به بررسی‌های کمتری در قیاس با روش‌های آماری نیاز دارد. روش شبکه عصبی مصنوعی مسائل و مشکلاتی را مورد بررسی قرار می‌دهد که روش‌های آماری به‌دلیل محدودیت تئوری‌شان قادر به پاسخ‌گویی به آن‌ها نیستند. این مدل با بررسی سابقه و خصوصیات وقایع مختلف از جمله دبی و عوامل موثر بر دبی در هر منطقه قادر است که این رخداد را در آینده پیش‌بینی کند.

برای انجام این تحقیق ،پس ازتهیه طرح تحقیق(پروپوزال) وتصویب آن اقدام به جمع آوری آمار واطلاعات از مراجع ذیربط گردید.سپس به روشهایی که درفصل روش تحقیق توضیح داده شد، داده ها صحت سنجی وتکمیل گردیدند.درادامه با توجه به نیاز طرح ازبین پارامترهای هواشناسی یک دوره ٤٠ساله منتهی به سال ۱۳۵۰ازداده های بارش ودمای حوضه بعنوان ورودیها وازبین پارامترهای هیدرولوژیکی یک دوره مشابه رواناب درایستگاه هیدرومتری مروک بعنوان خروجی شبکه عصبی مدنظر قرار گرفتند.

ابتداداده های بارش صرفنظراز زمان وقوع بطورصعودی مرتب و رابطه رگرسیونی بین بارش درسطح حوضه ورواناب خروجی ازحوضه تعیین ،ضریب همبستگی محاسبه وسپس نمودارهای بارش- رواناب حوضه وروند تغییرات توامان بارش ورواناب نسبت به زمان ترسیم گردید.

درمرحله بعد نرم افزار۵,۲۲ Neural Works Professional II/PLUS version باتوجه به کارآیی مناسبی که درتحقیقات مشابه ازخود نشان داده است برای اجرای شبکه عصبی انتخاب وبا ۷۵درصد از داده ها(دوره٤٠ساله)آموزش وبا۲۵درصد داده بطور تصادفی تست وسپس برای کلیه داده ها تست ونتایج ذیل حاصل گردید:

۱- بین بارش حوضه مروک ورواناب خروجی ازاین حوضه رابطه مستقیم ومثبت وجود دارد واین رابطه بصورت Q=۰,٦۲*P+٤۱,٦٦ بوده که درآن Qحجم رواناب به میلیون مترمکعب ، Pبارندگی به میلیمتر وضریب همبستگی آن ۰,۹۱ میباشد.

۲- روند تغییرات روزانه توامان بارش ورواناب نسبت به زمان نشان میدهد در ۷۱درصد موارد۱۸تا۳٦ ساعت بعدازشروع(بسته به شدت بارندگی) بارندگی افزایش دبی در محل ایستگاه هیدرومتری مروک مشاهده میگردد.(رگبارهای سیل آسا ازاین روند مستثنی میباشند)

۳- نتایج این تحقیق وتحقیقات مشابه نشان داد دربررسیهای اقلیم- هیدرولوژی باافزودن تعدادلایه های پنهان وهمچنین تعداد نرونهای(گره های)لایه پنهان مقدار RMSE افزایش یافته ودقت مدل کاهش می یابد.

٤- تعداد تکرار بهینه برای جلوگیری از آموزش بیش از حد و افزایش خطا در مرحله آموزش پارامتری است که باید با سعی و خطا مشخص شود. دراین تحقیق مدل برای ۱۰۰۰۰۰تکرار آموزش داده شدکه بعد از آزمایشات مشخص شد که با ۱۸۰۰۰ تکراربرای شبکه ای با یک لایه پنهان و خطای مرحله آزمایش (RMSE) به کمترین حد خود یعنی۰/۰۳۱۲٤٦ می‌رسد.

۵- برای تعیین ساختار بهینه شبکه عصبی مصنوعی تعداد لایه های پنهان بایستی با روش سعی و خطا تعیین گردد. زیرا با درتعداد لایه های پنهان نتایج خروجی تغییر خواهد کرد(۷). دراین تحقیق ابتدا شبکه برای یک لایه پنهان آموزش داده شدوسپس آزمایشات با تعداد نرون مختلف وباحداکثر۱۰۰۰۰۰تکرار انجام گرفت.همچنین شبکه برای دولایه پنهان وتعداد نرون مختلف درلایه های پنهان اول ودوم آموزش داده شد که اگرچه دراین مرحله ، برای حالت دو لایه پنهان و تعداد ٤ نرون در لایه اول و ٤ نرون در لایه دوم کمترین مقدار RMSE با ۲۹۰۰۰ تکرار معادل ۰,۰۳٦۵۵۵ بهترین شبکه عصبی حاصل گردید ولی بدلیل اینکه خطای آزمایش بیش از ساختار شبکه عصبی بایک لایه پنهان(۰,۰۳۱۲٤٦) گردید این شبکه مورد قبول واقع نشد.

٦- آزمایشات برای شبکه عصبی با دو لایه پنهان با شش نرون درلایه پنهان اول وهمچنین برای سه لایه پنهان انجام گردید، که با توجه به افزایش مقدار RMSE از ادامه کار خودداری شد.

۷- همچنین برای تعیین ساختار بهینه شبکه عصبی مصنوعی تعداد نرون در لایه پنهان بایستی با روش سعی و خطا تعیین گردد. زیرا با تغییر نرون در لایه پنهان نیز نتایج خروجی تغییر خواهد کرد. دراین تحقیق تعدادنرون درلایه پنهان،۲۰،۲۵،۱۰۰،۸۰،٦۰،۵۰،٤۰،۳۵، ۳۰،۵،٤،۳،۲،۱،۱۰،۱۵ درنظر گرفته شد که نهایتا ساختار شبکه عصبی بادو لایه ورودی(دماوبارش)،یک لایه خروجی(رواناب) ویک لایه پنهان با۱۵نرون درلایه پنهان بعنوان بهترین شبکه (best net) حاصل گردید.

۸- باتوجه به نتایج بدست آمده ازمراحل آزمایشی ، مدل پرسپترون[۱] چند لایه با دولایه ورودی ،یک لایه خروجی ویک لایه پنهان با۱۵نرون درلایه پنهان باحداقل خطای ۰,۰۳۱۲٤٦وباتعداد۱۸۰۰۰تکرار بعنوان

[۱] -Perceptron

مدل بهینه بارش-رواناب حوضه مروک بافرض ۷۵درصد داده ها برای آموزش و۲۵درصد داده ها برای تست موردقبول واقع گردید.

۹- درمرحله نهایی کلیه داده ها(سری٤٠ساله)باشبکه عصبی تعیین شده (دولایه ورودی،یک لایه خروجی ویک لایه پنهان با۱۳نرون) دوباره اجرا گردید دراین مرحله مقدار RMSEبمیزان قابل توجهی کاهش یافته وبا٦٥٠٠٠تکرارمعادل ۰/۰۲۵۲ گردید که بیانگر دقت بالای مدل شبکه عصبی برای پیش رواناب در ازای بارندگی معلوم در حوضه مروک است.ولذااین مدل تحت عنوان:

" مدل پرسپترون چندلایه با دولایه ورودی،یک لایه خروجی ویک لایه پنهان با۱۳نرون" بعنوان بهترین شبکه عصبی مصنوعی برای پیش بینی رواناب حوضه مروک تعیین گردید.

براساس مدل مذکور رواناب سالانه حوضه مروک بادقت ۹۰٪ قابل پیش بینی است.