

بسمه تعالی



دانشگاه صنعتی شریف

دانشکده مهندسی عمران

عنوان

تمرین چهارم هیدرولوژی پیشرفته

نگارنده

یسنا یگانه

استاد راهنما

دکتر محمد دانش یزدی

فهرست مطالب

.....	فهرست مطالب ب
.....	فهرست شکل‌ها ج
.....	فهرست جدول‌ها ج
۱.....	۱ حوضه آبریز اصلی مطالعاتی ۱
۶.....	۲ معادله بیلان عمومی آب ۶
۱۰.....	۳ ایستگاه‌های هواشناسی و هیدرومتری حوضه دریایی مازندران ۱۰
۴۲.....	۴ نقشه ایستگاه‌های هواشناسی و هیدرومتری حوضه آبریز دریایی مازندران ۴۲
۴۵.....	۵ دوره آماری و درصد داده ثبت نشده ایستگاه‌ها ۴۵
۴۷.....	۶ سه سال پر داده و جداول مقادیر ماهانه ۴۷
۵۲.....	۷ تبخیر تعرق پتانسیل حوضه آبریز دریایی مازندران ۵۲
۵۴.....	۸ تبخیر تعرق حقیقی حوضه آبریز دریایی مازندران ۵۴
۵۶.....	۹ آبدهی حوضه آبریز دریایی مازندران ۵۶
۵۹.....	۱۰ چاه‌های حوضه آبریز دریایی مازندران ۵۹
۶۰.....	۱۱ متوسط تبخیر از آب زیرزمینی حوضه آبریز دریایی مازندران ۶۰
۶۱.....	۱۲ جریان آب زیرزمینی ورودی و خروجی سالانه حوضه آبریز دریایی مازندران ۶۱
۶۲.....	۱۳ مصارف آب، نفوذ از آنها به آبخوان و مصرف آب خالص ۶۲
۶۵.....	۱۴ تغییرات حجم ذخیره (معادله بیلان آب) ۶۵
۶۷.....	۱۵ سری زمانی بارش، دما، تبخیر تعرق و دخیره آب با استفاده از داده‌های ماهواره‌ای ۶۷
۸۷.....	۱۶ مقایسه سری زمانی داده‌های ماهواره‌ای و زمینی ۸۷
۱۰۰.....	۱۷ مقایسه تغییرات حجم ذخیره داده‌های ماهواره‌ای و زمینی ۱۰۰
۱۰۰.....	۱۸ مقایسه سری زمانی داده‌های ماهواره‌ای و زمینی ۱۰۰
۱۱۵.....	۱۹ محاسبه مصرف آب سالانه با استفاده از داده‌های ماهواره‌ای ۱۱۵

۲۰ محاسبه مصرف آب سالانه با استفاده از داده‌های ماهواره‌ای.....Error! Bookmark not defined.

فهرست شکل‌ها

شکل ۱: نقشه ایستگاه‌های هواشناسی حوضه آبریز دریای مازندران.....	۴۳
شکل ۲: نقشه ایستگاه‌های هیدرومتری حوضه آبریز دریای مازندران.....	۴۳
شکل ۳: نقشه تمام ایستگاه‌های حوضه آبریز دریای مازندران.....	۴۴
شکل ۴: تصویر محدوده‌های شامل دبی خروجی (انتخاب شده به رنگ آبی آسمانی)	۵۸
شکل ۵: اکستنت حوضه آبریز دریای مازندران	۶۷
شکل ۶: اطلاعات لازم برای دانلود داده‌های ماهواره‌ای GLDAS	۶۷
شکل ۸: نقشه تفاصیل بارش و تبخیر تعرق سالانه سال آبی ۹۰ در حوضه آبریز دریای مازندران	۱۰۵
شکل ۹: نقشه تفاصیل بارش و تبخیر تعرق سالانه سال آبی ۹۱ در حوضه آبریز دریای مازندران	۱۰۸
شکل ۱۰: نقشه تفاصیل بارش و تبخیر تعرق سالانه سال آبی ۹۳ در حوضه آبریز دریای مازندران	۱۱۰
شکل ۱۱: نقشه پوشش اراضی کشور	۱۱۲
شکل ۱۲: نقشه کاربری اراضی ایران (مرجع سایت gisacademy، سال تهیه نامشخص)	۱۱۳

فهرست جدول‌ها

جدول ۱: تقسیمات شش گانه‌ی حوضه‌های آبریز اصلی	۱
جدول ۲: مشخصات حوضه آبریز مطالعاتی دریای مازندران.....	۱
جدول ۳: تعداد حوضه‌های آبریز درجه ۲ و ۳ حوضه آبریز اصلی دریای مازندران.....	۲
جدول ۴: زیرحوضه‌های درجه ۲ حوضه دریای مازندران	۲
جدول ۵: زیرحوضه‌های درجه ۳ حوضه دریای مازندران	۲
جدول ۶: محدوده‌های مطالعاتی زیرحوضه‌های درجه ۲ حوضه دریای مازندران	۴
جدول ۷: مشخصات ایستگاه‌های هواشناسی حوضه آبریز درجه دریای مازندران	۱۱
جدول ۸: مشخصات ایستگاه‌های هیدرومتری حوضه آبریز دریای مازندران.....	۲۲
جدول ۹: میانگین دما در سه سال پرداده حوضه آبریز دریای مازندران	۴۹
جدول ۱۰: میانگین بارش در سه سال پرداده حوضه آبریز دریای مازندران.....	۵۰

جدول ۱۱: متوسط تبخیر سالانه و ماهانه حوضه اصلی دریای مازندران	۵۱
جدول ۱۲: تبخیر و تعرق پتانسیل در حوضه آبریز دریای مازندران.....	۵۳
جدول ۱۳: محاسبه تبخیر و تعرق پتانسیل و واقعی از بارندگی حوضه آبریز دریای مازندران به روش تورنت وايت	
درسال آبی ۹۰.....	۵۴
جدول ۱۴: محاسبه تبخیر و تعرق پتانسیل و واقعی از بارندگی حوضه آبریز دریای مازندران به روش تورنت وايت	
درسال آبی ۹۱.....	۵۵
جدول ۱۵: محاسبه تبخیر و تعرق پتانسیل و واقعی از بارندگی حوضه آبریز دریای مازندران به روش تورنت وايت	
درسال آبی ۹۳.....	۵۶
جدول ۱۶: اطلاعات محدوده ها و ایستگاه های شامل دبی خروجی	۵۷
جدول ۱۷: متوسط دبی خروجی ماهانه و سالانه حوضه آبریز دریای مازندران.....	۵۹
جدول ۱۸: متوسط سطح آب ماهانه حوضه آبریز دریای مازندران	۶۰
جدول ۱۹: جریان ورودی و خروجی آب زیرزمینی حوضه دریای مازندران	۶۲
جدول ۲۰: مصارف آب کل و خالص سال آبی (۹۰-۱۳۹۰).....	۶۳
جدول ۲۱: مصارف آب کل و خالص سال آبی (۹۱-۱۳۹۱).....	۶۳
جدول ۲۲: مصارف آب کل و خالص سال آبی (۹۳-۱۳۹۲).....	۶۴
جدول ۲۳: عوامل ورودی و خروجی بیلان سال آبی ۹۰ حوضه آبریز دریای مازندران.....	۶۵
جدول ۲۴: عوامل ورودی و خروجی بیلان سال آبی ۹۱ حوضه آبریز دریای مازندران.....	۶۵
جدول ۲۵: عوامل ورودی و خروجی بیلان سال آبی ۹۳ حوضه آبریز دریای مازندران.....	۶۶
جدول ۲۶: ماتریس همبستگی داده های مختلف ماهواره ای سال آبی ۹۰	۸۱
جدول ۲۷: ماتریس همبستگی داده های مختلف ماهواره ای سال آبی ۹۱	۸۲
جدول ۲۸: ماتریس همبستگی داده های مختلف ماهواره ای سال آبی ۹۳	۸۳
جدول ۲۹: روابط رگرسیونی بین هر چهار داده ماهواره ای در سه سال.....	۸۴
جدول ۳۰: رگرسیون خطی تبخیر تعرق سال آبی ۹۰	۸۵
جدول ۳۱: رگرسیون خطی بارش سال آبی ۹۰	۸۵
جدول ۳۲: رگرسیون خطی دما سال آبی ۹۰	۸۶
جدول ۳۳: رگرسیون خطی ذخیره آب سال آبی ۹۰	۸۶
جدول ۳۴: متوسط داده ماهواره ای و زمینی بارش حوضه دریای مازندران در سال آبی ۹۰	۸۷
جدول ۳۵: متوسط داده ماهواره ای و زمینی بارش حوضه دریای مازندران در سال آبی ۹۱	۸۸
جدول ۳۶: متوسط داده ماهواره ای و زمینی بارش حوضه دریای مازندران در سال آبی ۹۳	۹۰

جدول ۳۷: متوسط داده‌های ماهواره‌ای و زمینی تبخیر تعرق حوضه دریای مازندران در سال آبی ۹۰ ۹۲
جدول ۳۸: متوسط داده‌های ماهواره‌ای و زمینی تبخیر تعرق حوضه دریای مازندران در سال آبی ۹۱ ۹۳
جدول ۳۹: متوسط داده‌های ماهواره‌ای و زمینی تبخیر تعرق حوضه دریای مازندران در سال آبی ۹۳ ۹۵
جدول ۴۰: متوسط داده‌های ماهواره‌ای و زمینی دمای حوضه دریای مازندران در سال آبی ۹۰ ۹۶
جدول ۴۱: متوسط داده‌های ماهواره‌ای و زمینی دمای حوضه دریای مازندران در سال آبی ۹۱ ۹۷
جدول ۴۲: متوسط داده‌های ماهواره‌ای و زمینی دمای حوضه دریای مازندران در سال آبی ۹۳ ۹۹
جدول ۴۳: جدول تغییرات حجم ذخیره آب از داده ماهواره‌ای حوضه آبریز دریای مازندران ۱۰۰
جدول ۴۴: جدول تغییرات حجم ذخیره آب از داده زمینی حوضه آبریز دریای مازندران ۱۰۰
جدول ۴۵: مولفه‌های بیلان آب داده‌های ماهواره‌ای سال ۹۰ ۱۱۵
جدول ۴۶: مولفه‌های بیلان آب داده‌های ماهواره‌ای سال ۹۱ ۱۱۶
جدول ۴۷: مولفه‌های بیلان آب داده‌های ماهواره‌ای سال ۹۳ ۱۱۶
جدول ۴۸: میزان مصارف آب از داده‌های زمینی و ماهواره‌ای ۱۱۶

۱ حوضه آبریز اصلی مطالعاتی

حوضه آبریز مطالعاتی درجه ۱ این پژوهش حوضه‌ی دریای مازندران می‌باشد و مطابق جدول تقسیمات شش گانه‌ی حوضه‌های آبریز اصلی نشانیه ۳۱۰، که در زیر آمده است، کد این حوضه برابر ۱ و مساحت آن برابر ۱۷۵۰۶۰ کیلومتر مربع می‌باشد:

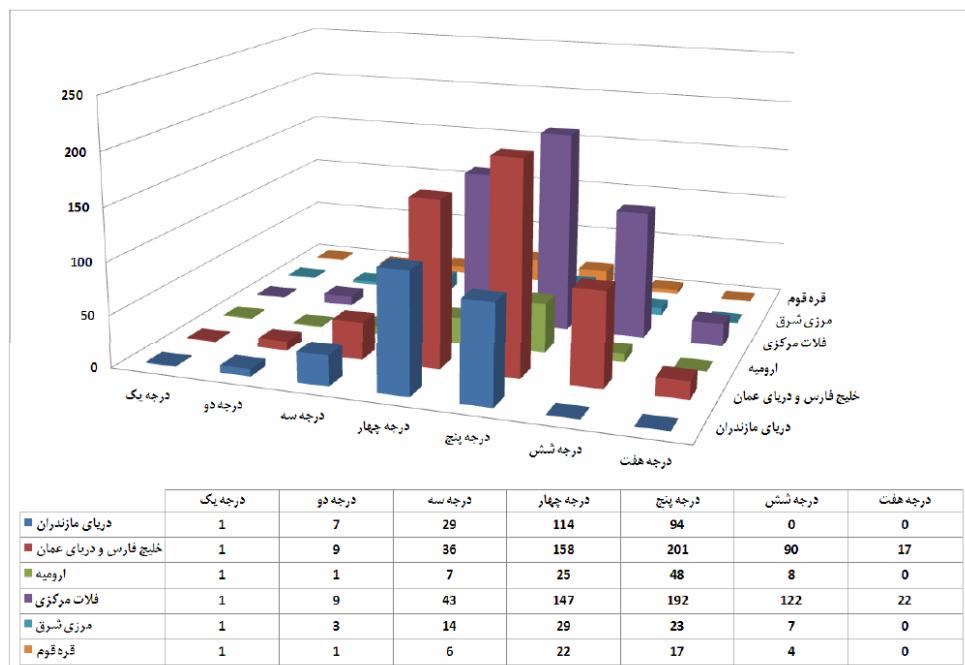
جدول ۱: تقسیمات شش گانه‌ی حوضه‌های آبریز اصلی

نام حوضه آبریز اصلی	کد	مساحت (کیلومتر مربع)
حوضه آبریز دریای مازندران	۱	۱۷۵۰۶۰
حوضه آبریز خلیج فارس و دریای عمان	۲	۴۲۴۰۲۹/۶
حوضه آبریز دریاچه ارومیه	۳	۵۱۷۶۱/۹
حوضه آبریز فلات مرکزی	۴	۸۲۴۶۱۱/۴
حوضه آبریز مرزی شرق	۵	۱۰۳۱۸۳/۲
حوضه آبریز قرق‌قوم	۶	۴۴۲۹۵/۵
جمع		۱۶۲۲۹۴۱/۶

جدول ۲: مشخصات حوضه آبریز مطالعاتی دریای مازندران

حوضه آبریز	کد	مساحت (km ²)
دریای مازندران	۱	۱۷۵۰۶۰

حوضه آبریز دریای مازندران مطابق نمودار ذیل، شامل ۷ حوضه آبریز درجه ۲ و ۲۹ حوضه آبریز درجه ۳ می‌باشد:



نمودار ۱: تعداد کل حوضه‌های آبریز از هر درجه به تفکیک حوضه اصلی

جدول ۳: تعداد حوضه‌های آبریز درجه ۲ و ۳ حوضه آبریز اصلی دریای مازندران

حوضه آبریز	تعداد حوضه درجه ۳	تعداد حوضه درجه ۲	تعداد حوضه درجه ۳
دریای مازندران			۲۹
		۷	

جدول ۴: زیرحوضه‌های درجه ۲ حوضه دریای مازندران

ردیف	نام و حدود حوضه آبریز	کد حوضه آبریز	نام اختصاری	زیرحوضه‌های درجه ۲
۱	روودخانه ارس	۱۱	ارس	
۲	روودخانه‌های تالش- مرداب انزلی	۱۲	تالش- مرداب	
۳	سفیدرود بزرگ	۱۳	سفیدرود بزرگ	
۴	روودخانه‌های بین سفیدرود و هراز	۱۴	لاهیجان- نور	
۵	روودخانه هراز و رودخانه‌های بین هراز و قره‌سو	۱۵	هراز- نکا	
۶	روودخانه‌های قره‌سو و گرگان	۱۶	قره‌سو- گرگان	
۷	روودخانه اترک	۱۷	اترک	

جدول ۵: زیرحوضه‌های درجه ۳ حوضه دریای مازندران

ردیف	نام و حدود حوضه آبریز	کد حوضه آبریز	نام اختصاری	زیرحوضه‌های درجه ۳	حوضه آبریز درجه ۲
				ردیف	
۱	روودخانه‌های شرق دره رود	۱۱۱	شرق دره رود	ارس	ارس
۲	دره رود	۱۱۲	دره رود		
۳	روودخانه ارس از بالادست تلاقی دره رود تا پایین دست تلاقی قطورچای	۱۱۳	ارس میانی		

	قطورچای	۱۱۴	قطورچای	۴
	شرق زنگمار	۱۱۵	رودخانه ارس بین قطورچای و زنگمارچای	۵
	زنگمار- ساری سو	۱۱۶	رودخانه زنگمار و ساری سو	۶
	سراب ارس	۱۱۷	رودخانه ارس در بالادست تلاقی رودخانه زنگمار	۷
تالش-مرداب	تالش	۱۲۱	رودخانه های تالش	۸
	مرداب انزلی	۱۲۲	مرداب انزلی	۹
سفیدرود بزرگ	سفیدرود	۱۳۱	رودخانه سفیدرود از مصب تا سد سفیدرود	۱۰
	قزل اوزن	۱۳۲	رودخانه قزل اوزن	۱۱
	شاہرود	۱۳۳	رودخانه شاهرود	۱۲
	دریاچه سد	۱۳۴	رودخانه ها و مسیل های مشرف به دریاچه سد سفیدرود	۱۳
لاهیجان-نور	شرق گیلان	۱۴۱	شرق گیلان از شم رود تا صفارود	۱۴
	رامسر- چالوس	۱۴۲	غرب مازندران از صفارود تا حد شرقی حوضه آبریز رودخانه چالوس	۱۵
	نوشهر-نور	۱۴۳	رودخانه ها و مسیل های بین رودخانه چالوس و کجور رود	۱۶
هراز-نکا	هراز	۱۵۱	رودخانه هraz	۱۷
	بابل رود- تalar	۱۵۲	رودخانه و مسیل های بین حد شرقی حوضه آبریز رودخانه هراز تا حد غربی حوضه آبریز رودخانه تجن	۱۸
	تجن	۱۵۳	رودخانه تجن	۱۹
	نکا-دارب کلا	۱۵۴	رودخانه و مسیل های بین حد شرقی حوضه آبریز رودخانه تجن تا حد شرقی رودخانه نکا	۲۰
	خلیج گرگان	۱۵۵	رودخانه های بین نکارود و رودخانه قره سو و پنهانه آبی خلیج گرگان	۲۱
قره سو- گرگان	قره سو	۱۶۱	رودخانه قره سو	۲۲
	گرگان رود	۱۶۲	رودخانه گرگان	۲۳

۲۴	روودخانه اترک از مصب تا تلاقی شاخه سومبار(چات)	۱۷۱	پایاب اترک	اترک
۲۵	روودخانه سومبار	۱۷۲	سومبار	
۲۶	روودخانه اترک از تلاقی روودخانه سومبار تا پایین دست محل تلاقی شاخه خرتوت (قازانقايه)	۱۷۳	اترک میانی ۱	
۲۷	روودخانه اترک از محل تلاقی شاخه خرتوت تا پایین دست محل تلاقی شاخه سملقان (آبادی پیش قلعه)	۱۷۴	اترک میانی ۲	
۲۸	روودخانه اترک بین پیش قلعه و رضا آباد (چهار کیلومتری بالادست سیساب)	۱۷۵	اترک میانی ۳	
۲۹	روودخانه اترک در بالادست رضا آباد	۱۷۶	سراب اترک	

جدول ۶: محدوده‌های مطالعاتی زیرحوضه‌های درجه ۲ حوضه‌ی دریای مازندران

ردیف	محدوده‌ای مطالعاتی حوضه‌ی آبریز درجه ۲		حوضه‌ی آبریز درجه ۲
	کد محدوده مطالعاتی	نام محدوده مطالعاتی	
۱	۱۱۰۱	معان-پارس آباد	ارس
۲	۱۱۰۲	مشکین شهر	
۳	۱۱۰۳	اردبیل	
۴	۱۱۰۴	اهر-ورزان	
۵	۱۱۰۵	جلفا-دوزال	
۶	۱۱۰۶	اواغلی	
۷	۱۱۰۷	مرند	
۸	۱۱۰۸	قره ضیاء الدین	
۹	۱۱۰۹	خوی	
۱۰	۱۱۱۰	پلدشت	
۱۱	۱۱۱۱	بازرگان-کشکش تپه کلیسا کندی	
۱۲	۱۱۱۲	چالدران (سیه چشم)	
۱۳	۱۱۱۳	زنگنه	
۱۴	۱۲۰۱	تالش	تالش-مرداب

	۱۲۰۲	فونات	۱۰
	۱۳۰۱	آستانه-کوچصفهان	۱۶
	۱۳۰۲	طارم-خلخال	۱۷
	۱۳۰۳	میانه	۱۸
	۱۳۰۴	زنجان	۱۹
سفیدرود بزرگ	۱۳۰۵	ماهنشان-انگوران	۲۰
	۱۳۰۶	سوجاس	۲۱
	۱۳۰۷	گل تپه-زرین آباد	۲۲
	۱۳۰۸	قروه-دهگلان	۲۳
	۱۳۰۹	دیوان دره-بیجار	۲۴
	۱۳۱۰	طالقان-الموت	۲۵
	۱۳۱۱	منجیل	۲۶
لاهیجان-نور	۱۴۰۱	لاهیجان-چابکسر	۲۷
	۱۴۰۲	رامسر-چالوس	۲۸
	۱۴۰۳	نوشهر-نور	۲۹
هراز-نکا	۱۵۰۱	بابل-آمل	۳۰
	۱۵۰۲	قائم شهر-جویبار	۳۱
	۱۵۰۳	ساری-نکا	۳۲
	۱۵۰۴	بوشهر-بندرگز	۳۳
قره سو-گرگان	۱۶۰۱	گرگان	۳۴
	۱۶۰۲	رباط قره بیل-دانیال نبی	۳۵
اترک	۱۷۰۱	داشلی برون-اینجه برون	۳۶
	۱۷۰۲	غلامان	۳۷
	۱۷۰۳	مراوه تپه	۳۸
	۱۷۰۴	مانه	۳۹
	۱۷۰۵	قورس میدان	۴۰
	۱۷۰۶	سملقان (اشخانه)	۴۱
	۱۷۰۷	بعنورد	۴۲
	۱۷۰۸	قوچان-شیروان	۴۳

۲ معادله بیلان عمومی آب

فرم کلی معادله عمومی بیلان آب و متغیرهای تشکیل دهنده آن به صورت زیر است:

$$(P + Q_{in}^{SW} + Q_{in}^{GW}) - (E^{SW} + E^{veg} + E^{GW} + E^{UZ} + T + Q_{out}^{GW} + RO) = \Delta S^{UZ} + \Delta S^{snow} + \Delta S^{SW} + \Delta S^{GW}$$

P: حجم بارش بر سطح محدوده مطالعاتی (بارش باران و یا برف معادل باران (SWE))

Q_{in}^{SW} : جریان ورودی آب سطحی به محدوده مطالعاتی

Q_{in}^{GW} : جریان ورودی آب زیرزمینی به محدوده مطالعاتی

E^{SW} : میزان تبخیر از آب سطحی

E^{GW} : تبخیر از آب زیرزمینی که نزدیک به سطح زمین قرار گرفته و در معرض تبخیر می‌باشد

E^{UZ} : تبخیر آب صعود کرده در خاک به وسیله موینگی (تبخیر از ناحیه غیراشباع خاک)

E^{veg} : تبخیر از سطح خیس پوشش گیاهی

T: میزان تعرق

RO: جریان خروجی آب سطحی از محدوده مطالعاتی

Q_{out}^{GW} : جریان خروجی آب زیرزمینی از محدوده مطالعاتی

ΔS^{UZ} : تغییرات حجم آب ذخیره شده در ناحیه غیراشباع خاک در محدوده مطالعاتی

ΔS^{snow} : تغییرات حجم آب ذخیره شده در محدوده مطالعاتی به صورت برف

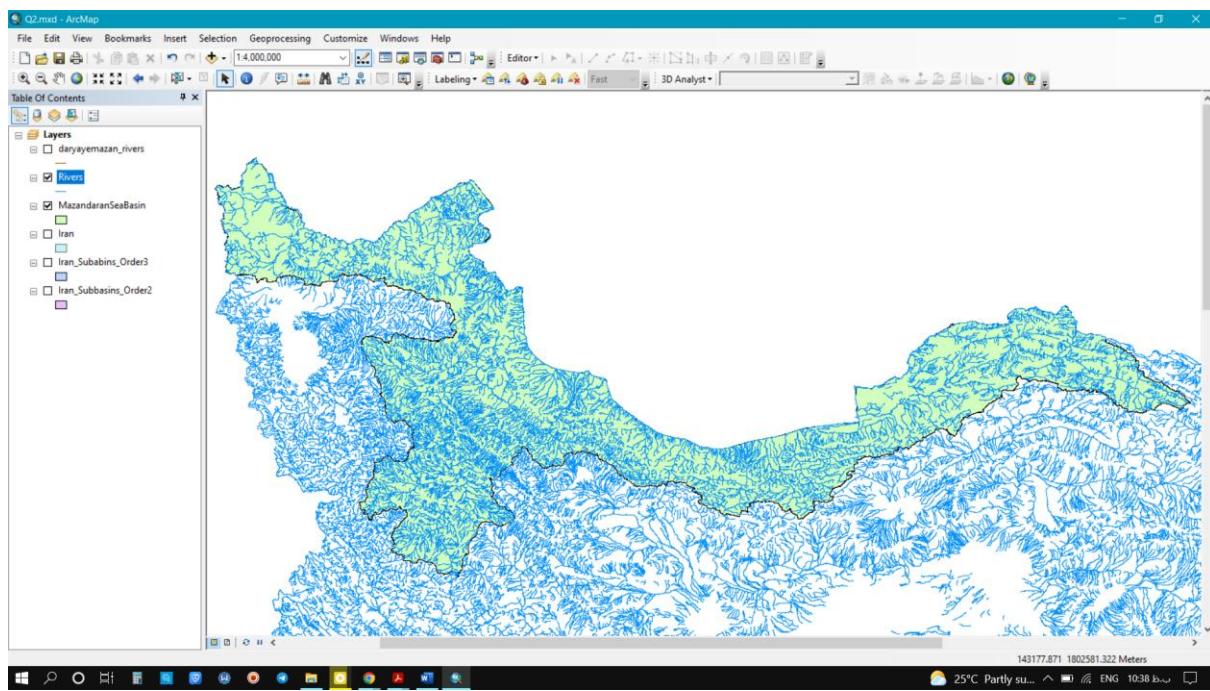
ΔS^{SW} : تغییرات حجم آب سطحی ذخیره شده در محدوده مطالعاتی

ΔS^{GW} : تغییرات حجم آب زیرزمینی ذخیره شده در محدوده مطالعاتی

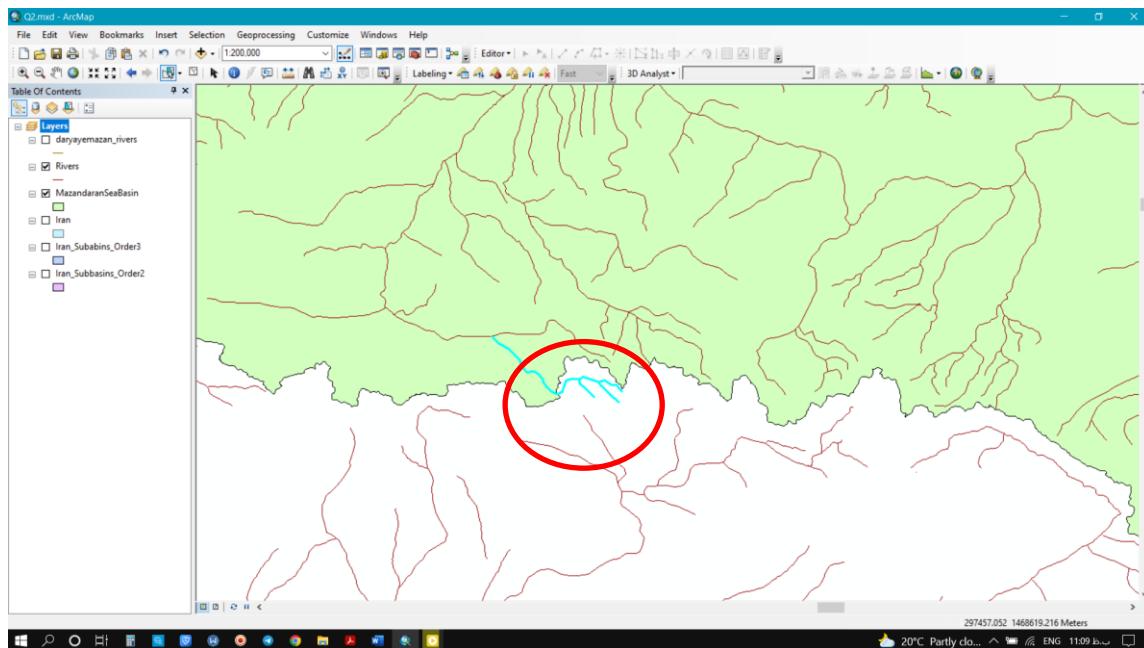
برای تشخیص درنظر گیری دبی ورودی و دبی خروجی (به صورت آب سطحی) به حوضه دریای مازندران، شبیپ

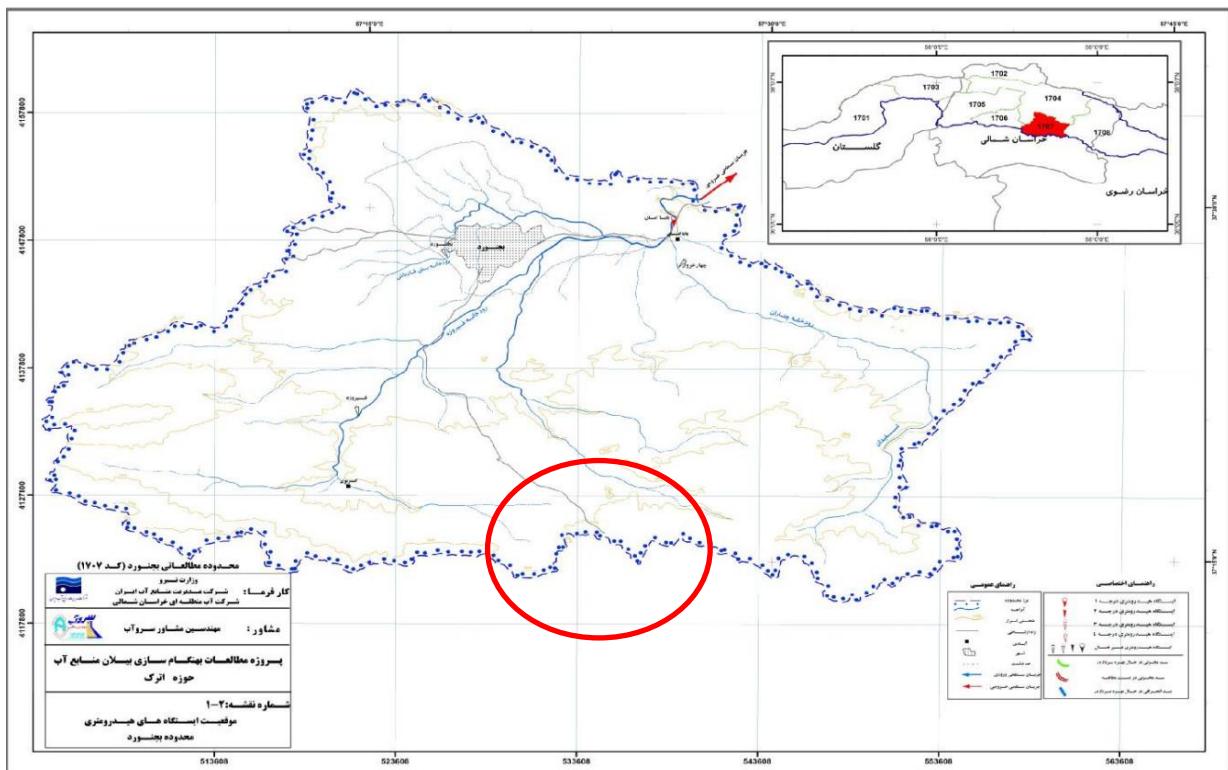
فایل‌های شبکه رودخانه ایران و حوضه دریای مازندران را در نرم افزار Arcmap باز می‌کنیم که به صورت زیر

است:

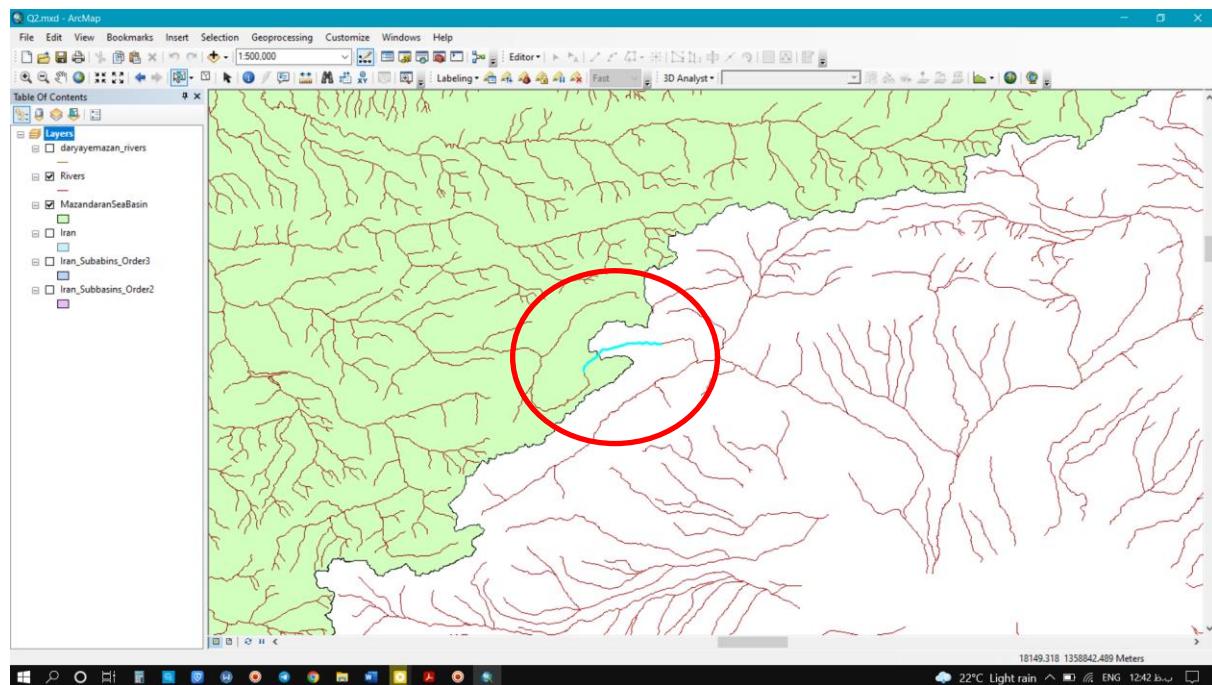


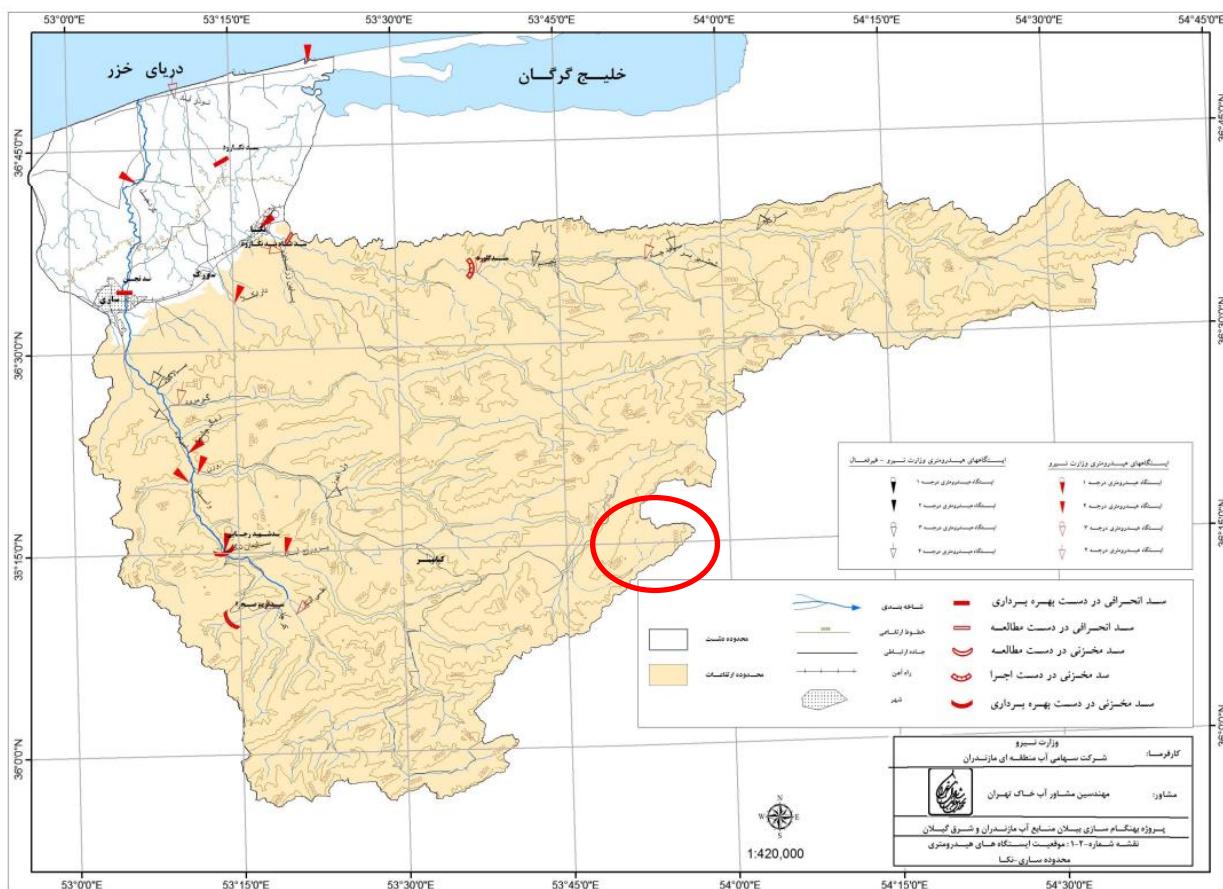
برای تشخیص دبی ورودی و خروجی کافی است شبکه رودخانه را در مرز این حوضه بررسی کنیم. چنانچه رودی از حوضه خارج شده بود به معنای حضور دبی خروجی و چنانچه رودی از حوضه دیگر به حوضه یمازندران وارد شده بود به معنای حضور دبی ورودی می‌باشد. در بررسی اولیه این دو شیپ فایل تعدادی رودخانه به عنوان ورودی تشخیص داده شد که با رجوع به گزارش بیلان محدوده مطالعاتی شامل آن رودخانه‌ها مشاهده شد که در واقع دبی ورودی نمی‌باشند و علت تشخیص آنها به عنوان ورودی در شیپ فایل شبکه رودخانه ایران احتمالاً به دلیل آبدیت نبودن اطلاعات این شیپ فایل و مساحت بحرانی درنظر گرفته شده برای تشکیل آن است. نمونه‌ای از این خطای در شکل‌های زیر مشاهده می‌شود (محدوده مطالعاتی بجنورد ۱۷۰۷):



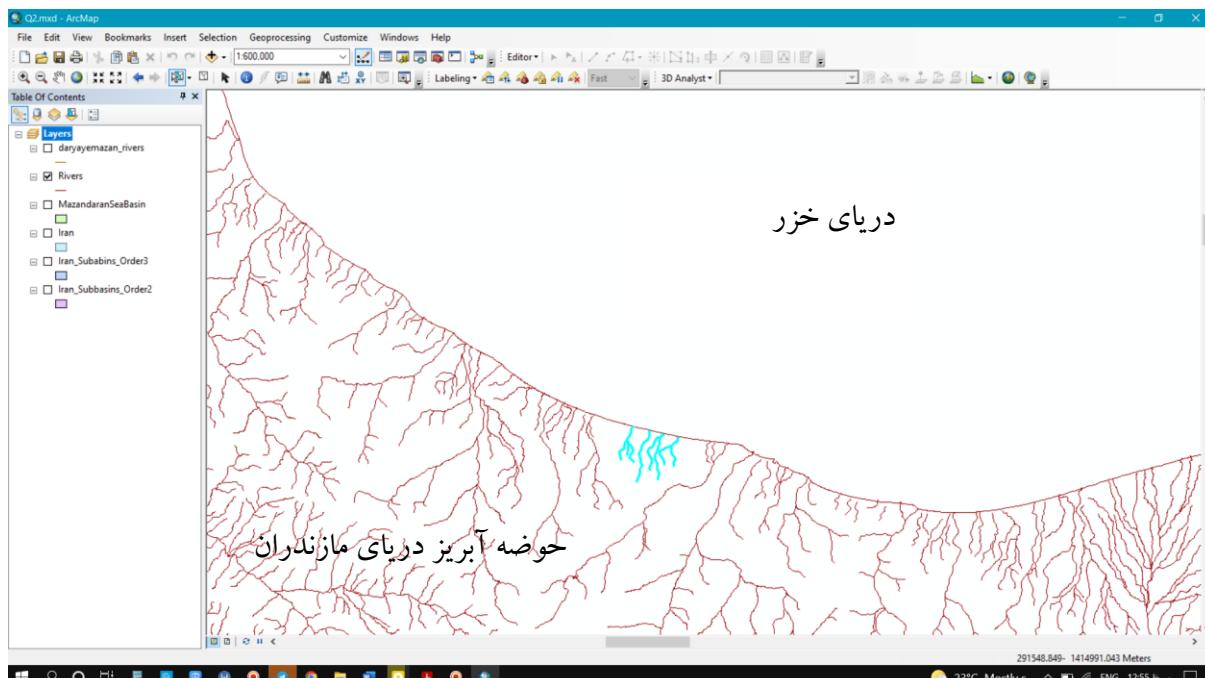


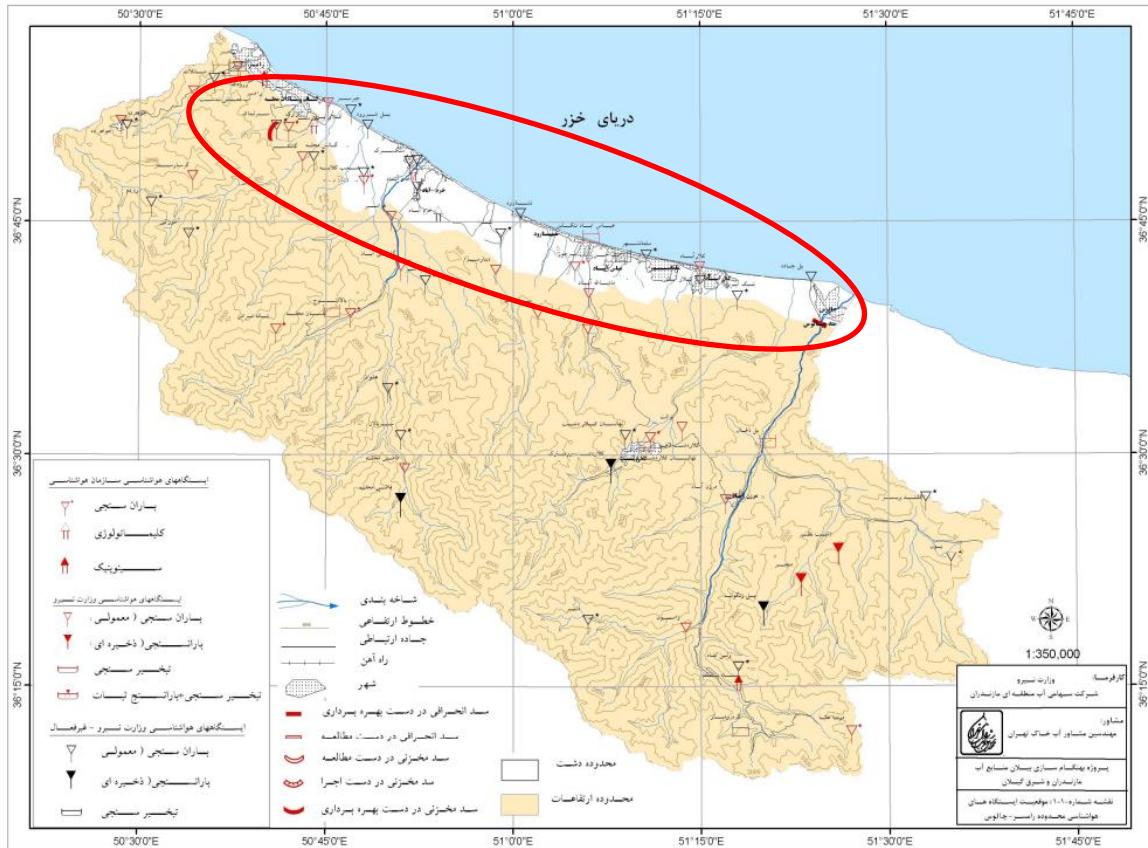
تصویر زیر نیز مربوط به محدوده مطالعاتی ۱۵۰۳ می باشد که با بررسی گزارش بیلان آب این محدوده مشاهده شد که این رودخانه را نیز به عنوان ورودی نمی توان درنظر گرفت:





با بررسی مرزهای حوضه دریایی مازندران مشاهده شد که در مرزهای شمالی این حوضه به کشورهای دیگر خروجی داشته و بزرگترین منبع تغذیه از رواناب خروجی این حوضه دریایی خزر در شمال آن می باشد که در شکل زیر مشاهده می شود (محدوده مطالعاتی ۱۴۰۲):





بنابراین طبق مشاهدات و بررسی های انجام شده در این تمرین نتیجه گیری می شود که این حوضه فاقد جریان سطحی ورودی بوده و تنها جریان سطحی خروجی دارد پس می توان از ترم Q_{in}^{SW} در معادله کلی بیلان برای این حوضه صرف نظر کرد.

۳ ایستگاه های هواشناسی و هیدرومتری حوضه دریای مازندران

► ایستگاه های هواشناسی:

برای یافتن ایستگاه های هواشناسی حوضه درجه ۱ دریای مازندران ابتدا اکسل های هواشناسی داده های بارش (هواشناسی_بارش_روزانه_حوضه ای_j.xlsx، 1=j<=7) هر ۷ زیر حوضه درجه ۲ آن دریافت شد (به دلیل کامل تر بودن ثبت داده های بارش، اکسل این داده به عنوان مرجع برای پیدا کردن ایستگاه های مورد نظر در نظر گرفته شد) و با استفاده از کد stations(1j).py لیستی از کد ایستگاه های هر زیر حوضه تهیه شد و با استناد به این لیست و با اطمینان از داده داشتن آن ها (دایر بودن)، اطلاعات مورد نظر ایستگاه ها از اکسل StationsHavashenasi.xlsx که شامل اطلاعات تمامی ایستگاه های هواشناسی ایران می باشد استخراج شد و به فرم استاندارد دستورالعمل تهیه گزارش بیلان به صورت زیر تهیه شد:

جدول ۷: مشخصات ایستگاه‌های هواشناسی حوضه آبریز درجه دریای مازندران

سال تاسیس	مختصات جغرافیایی			کد	نام ایستگاه	ردیف
	ارتفاع	طول	عرض			
1379	1517	58-41-53	37-12-33	11-002	پیرانلو	1
1359	1334	58-31-46	37-64-16	11-003	هی هی قوچان	2
1355	1338	58-09-09	37-10-37	11-005	چری	3
1354	1138	57-55-56	37-24-51	11-006	سه یک آب شیروان	4
1349	1300	57-37-05	37-44-55	11-008	علی محمد	5
1380	1986	58-56-13	37-05-54	11-010	یدک	6
1348	1423	57-57-50	37-36-13	11-011	بارزو	7
1346	1123	57-19-12	37-27-28	11-014	بربرقلعه بجنورد	8
1354	842	56-46-17	37-31-04	11-016	چمن بید-رسالت	9
1354	748	56-24-14	37-37-16	11-018	اینچه علیا	10
1349	708	56-39-37	37-55-34	11-020	خرتوت	11
1349	1020	57-26-20	37-28-33	11-021	بابامان	12
1354	1052	57-24-45	37-39-51	11-023	قرفلان	13
	70	55-16-00	37-59-00	11-024	چات	14
1348	977	57-18-24	37-48-58	11-027	قتلیش	15
1353	-20	54-11-19	37-08-36	11-028	قلعه جیق	16
1360	800	57-02-06	37-40-02	11-029	حصه گاه	17
1349	1076	56-44-38	37-26-48	11-031	درکش	18
1348	955	56-56-16	37-30-03	11-033	شیرآباد	19
1349	695	56-59-04	37-36-12	11-035	دربند سملقان	20
1369	1239	57-08-44	38-03-20	11-038	غلامان	21
1354	567	56-55-10	37-41-43	11-039	آغمزار	22
1361	1800	57-21-34	37-17-31	11-044	اسدلی	23
1349	220	56-14-45	37-54-48	11-045	فاز اتفایه	24
1334	190	55-57-19	37-54-31	11-047	مراوهه تپه	25
1353	567	56-21-56	38-10-24	11-051	ایرفایه	26
1382	898	56-39-41	38-10-47	11-052	یکه سعود پائین	27
1359	943	56-44-05	38-15-14	11-053	قره قانلو-بهار	28
1361	1116	57-17-06	37-24-40	11-054	بش قاردادش	29
1382	41	55-04-52	37-26-14	11-056	چپر قیمه	30
1353	25	54-49-19	37-41-02	11-057	ترشکلی	31
1354	24	54-48-28	37-37-58	11-069	داشلی برون	32
1349	100	55-28-53	37-56-23	11-073	هوتن	33
	24	54-48-00	37-32-00	11-075	فدوی	34
1345	1087	57-19-10	37-27-47	11-086	اداره آبیاری جنورد	35
1373	770	57-11-06	37-45-06	11-101	قلعه بربر	36
1375	190	55-10-00	37-39-00	11-160	آق بند	37
1349	946	57-28-16	37-31-35	11-204	گرمخان	38
1349	1194	58-13-10	37-14-10	11-206	فاروج	39
1374	1830	58-07-00	37-40-21	11-207	نامانلو	40
1375	1168	57-41-43	37-22-33	11-709	سد شورک- شورک	41

1379	751	56-55-12	37-33-40	11-851	آشخانه	42
1362	70	55-17-28	37-55-25	11-902	دده الوم چات	43
1351	330	55-44-00	37-27-00	12-001	تنگره	44
1353	1450	56-19-18	37-21-12	12-002	رباط قره بیل	45
1360	1250	56-07-19	37-17-48	12-004	چشمہ خان	46
1344	132	55-30-07	37-29-31	12-005	تمن- گرگان	47
1379	66	55-17-14	37-19-47	12-006	سد گلستان- سد خروجی	48
1350	250	55-26-00	37-15-51	12-007	گالیکش	49
	250	55-25-00	37-14-00	12-009	قلی تپه	50
1379	1500	55-35-08	37-00-52	12-010	نرآب	51
1345	36	55-11-35	37-14-46	12-011	گبند	52
	190	55-24-00	37-13-00	12-013	لزوره	53
1350	24	54-47-39	37-03-19	12-014	بهله داشلي	54
	180	55-21-00	37-10-00	12-015	پس پشتہ	55
1382		56-00-24	37-18-17	12-016	دو راهي دشت	56
1350	280	55-15-54	37-04-19	12-017	نوده خرمalo	57
1382	1040	55-19-25	36-54-20	12-018	فشنلاق	58
1344	34	55-09-19	37-13-29	12-019	ارازکوسه	59
	1450	56-18-00	37-21-00	12-020	رباط قره بیل	60
1345	200	55-08-19	37-01-19	12-021	راميان	61
	200	54-27-00	36-48-00	12-022	قلعه حسن	62
1350	30	55-01-38	37-13-51	12-023	قرافقی	63
	500	54-28-00	36-46-00	12-024	نهارخوران	64
1350	12	54-44-26	37-12-19	12-025	سد گرگان- وشمگیر	65
1377	109	53-36-41	36-41-12	12-028	تازه آبادپاسند	66
	250	54-56-00	36-48-00	12-029	سرمه رود	67
1348	12	53-43-23	36-43-13	12-030	تیرتاش	68
1345	12	54-43-38	37-08-19	12-031	باغه سالیان	69
	50	53-20-00	36-52-00	12-032	شیلات تازه آباد	70
1350	100	54-38-00	36-52-25	12-033	تفی آباد- گرگان	71
	255	55-47-00	37-40-00	12-034	کریم ایشان	72
	500	54-36-00	36-48-00	12-035	قرن آباد	73
1329	-12	54-30-20	37-01-19	12-037	آق قلا	74
	-21	54-10-00	37-01-00	12-039	بصیر آباد	75
1359	20	53-32-05	36-41-27	12-040	محوطه اداره بهشهر	76
1386	330	54-28-00	36-46-00	12-043	ناهارخوران	77
1352	150	54-21-51	36-47-00	12-045	شصت کلا ته	78
1362	155	55-24-08	37-13-28	12-046	مینوشت	79
1345	0	54-06-19	36-47-17	12-049	پل جاده غاز محله	80

	1250	55-55-00	37-14-00	12-050	بیدک	81
1350	26	54-01-32	36-44-41	12-052	باغو- جنگلبانی	82
1352	100	53-58-02	36-43-00	12-053	وطنا	83
1349	30	53-56-00	36-44-00	12-055	جفاکنده-استون آباد	84
1370	140	54-07-19	36-45-55	12-056	کردکوی - بالا بلوك	85
1375	1450	55-45-48	37-16-25	12-060	دشت شاد	86
1372	250	54-32-00	36-48-00	12-062	سد کوثر	87
1357	1000	54-33-07	36-48-41	12-067	تیل آباد	88
1375	900	55-36-07	37-13-38	12-070	فارسیان فرنگ	89
1348	280	54-57-40	36-52-55	12-071	زرینگل	90
1386	200	54-53-31	36-53-30	12-073	کودوال	91
		54-48-00	36-48-00	12-075	زردچکل	92
1361	500	54-49-00	36-49-00	12-083	سرمو	93
1357	465	54-35-00	36-46-55	12-085	پل اردوجاه	94
	280	54-27-00	36-46-00	12-089	النگ دره	95
	1730	55-29-00	37-49-00	12-090	خوش بیلاق	96
1378	2420	54-08-19	36-40-10	12-094	درازنو	97
	6	54-14-00	36-50-00	12-095	پساقي	98
1347	-26	54-03-19	36-49-45	12-097	سیاه آب	99
	-25	54-04-00	36-53-00	12-099	پل بندر ترکمن	100
1375	1000	56-00-00	37-38-59	12-130	گلیداغ	101
1375	500	55-43-00	37-43-00	12-140	قرناق	102
1379	940	55-01-19	36-47-31	12-170	شیرین آباد	103
1360	75	54-25-45	36-51-37	12-200	محوطه اداره گرگان	104
	-20	54-01-00	36-45-00	12-201	درده	105
		54-11-00	36-50-00	12-202	مهترکلا ته	106
1386	-26	54-01-00	36-54-00	12-203	آشوراده	107
	250	55-35-00	37-36-00	12-208	پیشکمر	108
	1120	54-49-00	36-48-00	12-210	نرسو	109
	950	54-28-00	36-42-00	12-212	آبگير	110
1379	950	54-28-50	36-42-38	12-213	زیارت	111
1372	160	55-30-31	37-23-47	12-215	آق سو- قوچمز	112
	700	55-45-00	37-31-00	12-219	زاو بالا	113
1377	460	55-47-51	37-23-59	12-221	پارک ملی گلستان	114
1372	1345	55-48-16	37-11-05	12-446	سوداغلن	115
1353	210	54-44-43	36-53-37	12-531	فضل آباد	116
1345	-22	54-08-19	36-59-51	12-539	غفار حاجي	117
1375	130	55-03-00	36-50-00	12-650	شیرآباد	118
	190	54-25-00	36-54-00	12-652	علی آباد	119

1364	31	54-55-00	37-02-00	12-901	لله باغ	120
1350	1451	54-02-40	36-38-20	13-001	بارکلا	121
1349	2500	54-24-54	36-33-35	13-002	شاه کوه پایین	122
1347	1051	53-53-05	36-36-07	13-005	سفیدچاه	123
1345	-20	53-14-31	36-48-38	13-006	نورآباد	124
1349	1244	53-43-25	36-37-04	13-007	پچیم	125
1359	684	53-35-20	36-35-65	13-009	گلورد	126
1343	931	53-15-16	36-12-01	13-010	تلا رم	127
1379	408	53-35-34	36-39-50	13-012	عباس آباد بهشهر	128
1347	69	53-17-41	36-38-54	13-013	آبلو	129
1381	1364	53-46-48	36-31-07	13-015	برما	130
1348	115	53-15-19	36-33-35	13-017	دارابکلا	131
1338	454	53-13-52	36-15-08	13-019	سلیمان تنگه	132
1333	402	53-10-75	36-21-54	13-025	ریگ چشمہ	133
1348	-2	53-06-17	36-42-36	13-029	کردخیل	134
1374	1665	53-27-37	36-03-04	13-038	فینسک	135
1361	10	53-00-53	36-32-40	13-044	محوطه اداره ساری	136
1344	758	53-06-30	36-15-25	13-200	لاجم	137
1344	831	53-19-13	36-15-58	13-206	پروریج آباد	138
1380	1645	53-43-24	36-13-24	13-351	تلمادره	139
1382	259	52-53-30	36-18-20	14-001	شیرگاه	140
1377	92	52-55-51	36-25-54	14-004	گل افسان	141
1349	1500	53-13-00	36-05-55	14-006	ولیک چال	142
1329	4	52-48-40	36-33-30	14-007	کیاکلا	143
1377	682	53-03-55	36-06-24	14-008	پل سفید	144
1344	-14	52-44-24	36-41-41	14-009	عرب خیل	145
1349	1564	53-13-27	36-01-41	14-010	اوریملک	146
1328	132	52-46-30	36-18-16	14-011	قرآن تالار	147
1380	236	52-37-27	36-18-07	14-013	گلگاه بنپی	148
1349	955	53-12-14	36-04-08	14-014	درزیکلا	149
1349	180	52-33-54	36-19-02	14-015	دیوا	150
1349	1557	53-09-45	36-04-11	14-016	کله	151
1345	8	52-40-53	36-31-37	14-017	اداره بابل-کشتارگاه	152
1344	1250	53-11-26	36-05-45	14-018	سودکلا	153
1377	-10	52-39-65	36-41-03	14-019	میاندشت	154
1369	1789	52-50-21	36-04-10	14-021	آلشت	155
1344	-8	52-55-58	36-43-12	14-025	لاریم	156
1382	1225	52-54-11	36-01-13	14-028	پالندرودیار	157
1364	2135	53-15-22	35-53-42	14-300	چاشم	158
1349	1337	53-13-42	36-03-36	14-512	سنگده	159
1325	2273	52-03-51	35-50-57	15-007	بلور	160
1348	2120	52-05-00	36-06-00	15-009	نماراتن	161
1352	870	52-16-14	36-05-50	15-011	پنجاب	162
1378	2061	51-47-52	36-11-32	15-013	بلده	163
1348	1231	52-10-49	36-11-47	15-015	رزن	164
1345	344	52-21-59	36-17-60	15-017	کره سنگ	165
1346	-21	52-15-31	36-37-57	15-021	محمود آباد-هراز	166
1379	1506	52-29-54	36-11-37	15-028	تیار-گت کلا	167
1371	93	52-25-14	36-26-36	15-200	فیروزکلا آمل	168
1352	139	52-07-14	36-28-33	16-002	جمستان	169

1376	447	50-34-22	36-53-19	16-004	آب معدنی نیدشت	170
1375	1648	51-47-18	36-26-58	16-005	کدیر	171
1349	-6	51-53-48	36-34-08	16-007	علم کلا	172
1351	-12	51-28-43	36-39-26	16-011	کورکورس نوشهر	173
1328	397	51-19-52	36-30-35	16-021	پل ذغال	174
1378	1186	51-10-07	36-30-26	16-023	نهالستان کلاردشت	175
1344	-15	51-14-58	36-42-00	16-029	کلار آباد-پلنگابرود	176
1352	69	51-06-05	36-40-17	16-033	ماشالله آباد	177
1376	-6	51-05-44	36-43-49	16-035	عباس آباد- کاظمروود	178
1372	-5	50-02-00	37-12-00	16-038	لاهیجان	179
1349	141	50-50-13	36-45-14	16-041	هرات بر-چشمہ کیله	180
1379	1287	50-44-58	36-39-02	16-042	گلستان محله	181
1344	-15	50-45-09	36-52-35	16-048	کلای بن	182
1344	140	50-43-06	36-49-07	16-049	گانگسر	183
1344	72	50-37-54	36-54-53	16-051	رامسر-صفارود	184
1376	1753	50-28-31	36-51-23	16-054	جواهرده	185
1382	155	50-17-05	36-59-11	16-055	طول لات	186
1379	1280	50-16-27	36-48-30	16-056	کاکرود	187
1345	-13	50-22-08	37-04-51	16-057	گیل کلایه	188
1380	-24	50-14-17	37-15-20	16-058	چمخاله	189
1380	80	50-13-12	37-09-34	16-059	هراتبر	190
1379	-16	50-13-12	37-09-34	16-061	شلمان	191
1387	1944	50-22-29	36-41-21	16-062	گیری	192
1347	190	49-51-37	37-06-19	16-063	کلنادان	193
1345	-15	50-25-46	37-02-59	16-065	رضامحله	194
1378	-15	50-33-51	36-58-51	16-067	چابکسر	195
1354	1121	51-13-32	36-31-38	16-085	والت	196
1356	122	50-58-38	36-41-48	16-089	دینارسرا-آزادرود	197
1379	100	50-26-07	37-00-10	16-091	باجیگوابر	198
1364	156	50-06-19	37-03-19	16-093	کلچال	199
1382	1115	50-04-31	36-50-14	16-100	موسی کلایه	200
1376	130	50-37-06	36-54-34	16-157	گاورمک	201
1376	1386	50-36-00	36-54-00	16-159	زرودک-هردورود	202
1377	1652	49-55-01	36-54-16	16-204	اسپیلی دیلمان	203
1344	205	49-52-12	37-04-19	16-205	تونکی	204
1379	1400	50-00-53	36-49-24	16-206	پیرکوه	205
1380	960	51-13-48	36-18-38	16-209	واسپول	206
1372	619	51-54-27	36-26-43	16-211	وازک	207
1385		50-41-20	36-49-57	16-222	سد میجران	208
1380	1556	50-51-21	36-29-00	16-601	قاضی محله	209
1343	1476	47-51-30	36-00-15	17-001	بیانلو	210
1349	2108	46-58-32	36-01-28	17-002	ظفر آباد	211
1390	1862	47-28-19	35-10-48	17-003	سنگ سیاه	212
1393	2623	49-07-41	36-29-24	17-004	دو هنه	213
1348	2133	47-32-36	35-52-30	17-006	چنگیز قلعه	214
1344	1664	47-50-15	35-39-58	17-007	سلامت آباد	215
1343	1466	47-53-17	36-10-11	17-009	هشتاد جفت	216
1353	1796	47-30-30	35-17-37	17-010	ناصر آباد	217

1351	2102	48-09-17	35-19-30	17-012	کیتو	218
1380	1471	48-00-17	36-14-47	17-013	ینگی کند	219
1356	1733	48-24-24	35-44-26	17-014	قره کهریز	220
1379	2006	48-35-11	36-06-58	17-016	(قیدار(خابانه	221
1379	1169	47-52-28	37-07-07	17-019	(چورک سفای(سرچم	222
1352	1703	47-36-57	36-34-13	17-022	دندي	223
1351	1206	47-40-21	36-56-33	17-024	مشمپا	224
1349	1480	47-21-05	37-32-38	17-027	کوهسالار-میانه	225
1350	1771	48-12-27	37-03-29	17-032	تکمه داش	226
1344	311	49-07-58	36-46-42	17-033	گیلوان	227
1378	1934	46-58-11	37-07-36	17-034	قره آغاج	228
1352	1600	46-52-27	37-19-50	17-036	قطانقو-خواجه شاهی	229
1379	1659	46-53-39	37-22-37	17-038	یانیق	230
1348	1264	50-29-49	36-23-25	17-039	باغ کلایه	231
1355	1111	47-42-11	37-25-20	17-040	میانه	232
1345	350	49-31-00	36-37-00	17-041	لوشان	233
1377	2100	46-44-00	37-42-00	17-042	باشسیز کوه	234
1345	200	49-25-00	36-48-00	17-043	رودبار	235
1363	260	49-34-30	36-50-49	17-045	چله بر	236
1346	130	49-33-32	36-59-29	17-047	سد تاریک	237
1348	130	49-38-00	37-00-00	17-049	برآگور	238
1374	2600	51-03-00	36-11-00	17-050	گته ده	239
1379	140	49-38-23	37-00-35	17-051	شهر بیجار	240
	2150	50-51-00	36-09-00	17-052	گلبرد	241
1374	1950	50-59-00	36-16-00	17-054	دیزان	242
1381	1958	47-06-24	35-42-35	17-056	اصحاب	243
1338	3	49-56-04	37-15-19	17-057	آستانه سپیدروود	244
1374	2200	50-44-00	36-17-00	17-058	سکرانچال	245
1345	5	49-52-25	37-23-26	17-059	فخر آباد (اوشمک)	246
1341	1931	50-41-46	36-09-19	17-060	زیدشت	247
1364	-25	49-36-42	37-24-00	17-062	دستک امیر آباد	248
1344	493	49-43-36	36-36-25	17-066	پارودبار	249
1342	243	49-23-25	36-45-54	17-070	منجبل	250
1339	0	49-36-42	37-15-30	17-082	رشت	251
1378	1778	47-24-44	35-16-44	17-083	دهگلان	252
1381	1780	49-46-28	36-52-06	17-088	شاه شهیدان	253
1381	2240	48-14-30	35-09-51	17-090	سوباشی	254
1368	1670	47-03-00	37-29-00	17-100	هشت رودرس اسکندر	255
1373	1581	48-43-16	37-23-03	17-102	کلور	256
1376	1343	47-53-21	37-41-12	17-104	ساریقمیش	257
1380	1440	47-43-20	37-34-13	17-105	النوارق	258
1378	1806	48-30-59	37-38-08	17-106	خلال	259
1379	1810	47-35-59	36-26-43	17-113	قواق پایین	260
1379	1826	47-36-40	36-14-11	17-115	اوچ گبید خان	261
1381	385	49-33-01	36-53-27	17-125	شیرکوه	262
1381	2066	48-10-56	34-58-17	17-130	همه کسی	263
1380	1793	48-30-09	36-15-57	17-135	خنداب	264
1387	1883	49-02-57	36-34-23	17-143	ماهین	265

1387	1047	49-29-22	36-24-11	17-147	اسلام آباد - بوز باش چای	266
1386	520	49-22-54	36-35-18	17-161	بورمانک	267
1380	2040	48-03-43	37-38-53	17-170	زرج آباد	268
1381	1894	47-58-26	35-31-01	17-180	جیگنلو	269
1383	2022	46-33-10	37-31-32	17-181	باتمانقلیچ	270
1364	970	50-16-35	36-28-37	17-201	رجایی دشت-	271
					سیاهدشت	
1366	810	50-10-19	36-32-50	17-210	سالار کیا	272
1364	1825	48-01-51	35-06-04	17-222	دوسر	273
1364	2032	47-19-14	35-08-38	17-228	بلبان آباد	274
1381	1500	47-26-26	37-13-08	17-230	تاوه-طوق	275
1379	2050	47-14-04	37-16-22	17-240	نصیر آباد	276
1381	1600	47-06-12	37-10-01	17-250	شیویار	277
1379	1482	47-55-53	36-53-43	17-260	بی سیم مهرآباد	278
1380	1900	48-31-10	37-44-42	17-280	لمبر	279
1380	1900	48-36-34	37-32-41	17-290	خمس	280
1373	1380	48-18-33	37-46-12	17-301	قره قشلاق	281
1374	1844	47-48-21	35-10-06	17-302	قروه	282
1379	47	49-43-40	37-08-35	17-303	سد سنگر	283
1379	-9	49-57-03	37-24-17	17-305	کیاشهر	284
1380	1192	49-24-43	36-31-03	17-307	نیارک	285
1379	1785	48-11-07	37-06-48	17-340	آفچه قلعه	286
1379	2050	48-42-04	36-19-10	17-350	دهجلال	287
1366	1520	50-10-19	36-30-01	17-400	فلار-کامیان	288
1384	1860	48-38-40	35-41-23	17-403	بزین	289
1379	1402	48-10-48	36-50-56	17-420	نیک پی	290
1373	1534	47-03-44	37-23-10	17-428	چپنی	291
	1100	47-51-00	37-30-00	17-430	چتاب	292
1379	1560	48-21-55	36-42-34	17-431	(والارود) نظام آباد	293
1373	1665	47-23-34	37-35-41	17-432	ترکمن چای	294
1374	1561	48-19-01	37-22-31	17-433	هشتجن	295
1386	1015	48-03-00	37-30-00	17-435	سد شهریار	296
1379	1977	48-22-22	36-58-28	17-440	(ارغانخانه) گردنه ماری	297
1379	2005	48-33-50	36-47-29	17-470	تهم	298
1379	1784	48-48-05	36-29-36	17-480	قره بلاغ	299
1379	1959	48-51-50	36-32-53	17-490	کاکا آباد	300
1374	1920	50-27-00	36-15-00	17-500	انگه	301
1366	1870	50-24-00	36-20-00	17-501	حیله رود	302
1364	1556	50-37-58	36-23-49	17-502	یارفی	303
1355	1180	50-17-48	36-29-31	17-503	محمد آباد (قزوین)	304
1364	930	50-14-50	36-34-50	17-504	دربندا (الموت)	305
1381	1019	50-12-34	36-32-45	17-505	رازمیان - کیاکلایه	306
1379	1887	49-12-22	36-23-05	17-506	انجیلین	307
1364	1040	50-09-19	36-36-00	17-507	پرورد	308
1366	930	50-14-50	36-34-50	17-508	گورد	309
1364	1380	50-02-44	36-33-41	17-509	خسرود	310
1364	1586	50-15-27	36-24-59	17-510	قسطنطین لار	311
364		50-49-22	36-18-50	17-511	دینه رود	312

اکبرآباد	313	لات - دوشاب	314	50-23-00	36-21-00	17-512	1367
خوبان	315	17-513	36-36-42	50-04-06	1386	780	1380
شیرکوه	316	17-515	36-23-48	50-39-12	1380	1555	1380
کهلا	317	17-517	36-48-22	50-23-08	1379	1890	1379
پاپایی	318	17-519	35-40-18	48-40-58	1379	2016	1379
سیاهپوش	319	17-520	36-32-04	48-21-52	1381	411	1380
عنقین	320	17-521	36-41-00	49-20-59	1380	1300	1344
سلطانیه	321	17-523	36-37-00	49-10-00	1379	1799	1366
بزوشا	322	17-531	36-47-33	48-04-00	1379	1782	1700
هیر-شاہرود	323	17-536	36-35-44	50-15-43	1379	2260	1379
(نصیرآباد)تریاقلو	324	17-540	36-45-37	47-55-56	1379	2100	2109
علی آباد	325	17-550	36-47-23	47-48-55	1379	2100	1367
اوانک	326	17-562	36-22-23	50-44-02	1378	1460	1378
دیارجان	327	17-609	36-53-02	50-00-14	1378	1632	1370
کهریز	328	17-619	35-41-13	47-53-21	1374	1850	1370
خرسروآباد	329	17-620	35-31-22	47-37-11	1374	1867	1370
آرموت	330	17-630	36-12-00	50-40-00	1390	1916	1378
قلعه فولاد	331	17-637	35-29-31	47-20-37	1378	1638	1384
نورمحمد کندي	332	17-683	36-15-50	47-40-14	1378	1991	1384
دباغ	333	17-703	35-53-26	46-58-07	1378	2192	1382
آصف آباد	334	17-706	35-05-05	47-45-01	1373	1817	1382
وزیر	335	17-711	36-00-41	47-15-28	1373	1909	1382
خاندانقلی	336	17-713	35-41-51	47-25-25	1379	1985	1387
ذاکر	337	17-721	36-38-39	48-43-16	1379	1650	1379
قبله بلاغي	338	17-730	37-07-02	48-16-39	1368	1710	1379
فشنلاق جوق سفلي	339	17-741	36-36-51	47-34-14	1374	2300	1373
ارقين بلاغ	340	17-860	35-48-15	48-23-11	1373	2480	1390
دهدر	341	17-874	36-11-19	51-02-37	1373	1953	1365
آرپا چاي	342	17-877	37-51-57	48-32-29	1373	1631	1373
سورال	343	17-888	35-10-01	47-11-43	1373	1611	1373
خانقاہ سادات	344	17-921	37-37-10	48-34-05	1374	1905	1374
حسن خان	345	17-926	35-26-15	47-41-20	1374	1758	1378
پرستنلو	346	17-927	37-41-54	48-10-00	1371	1984	1378
نخودآباد	347	17-959	37-23-00	46-38-00	1378	1754	1373
چراجچي	348	17-963	37-34-42	46-50-11	1373	423	1389
جوستان	349	17-966	36-11-19	50-53-43	1365	-25	1389
وظيفهخوران	350	17-977	37-32-26	46-59-11	1365	170	1338
ني احمد بيكلو	351	17-985	37-42-32	48-25-25	1337	-2	1337
کلچ	352				1337	60	1337
انزلی	353	18-002	37-27-47	49-30-00	1345	70	1337
قلعه رویخان	354	18-003	37-06-19	49-16-01	1345	126	1337
کسما	355	18-007	37-19-48	49-18-25	1345	50	1337
ماسال(شاندرمن)	356	18-017	37-22-36	19-49-09	1364	145	1367
پونل	357	18-021	37-31-40	49-06-31	1364	807	1373
آب وير	358	18-023	37-37-32	49-04-00	1345	300	1336
کله سرا	359	18-025	37-42-00	48-56-00	1345		
خرجگيل	360	18-027	37-42-40	48-53-45	1367		
خليان	361	18-028	37-40-27	48-43-56	1373		
ماشين خانه	362	18-029		48-50-12	1336		

1350	99	48-54-29	37-48-48	18-031	هشتپر	363
1373	1327	48-43-01	37-41-19	18-032	گاوخس	364
1384	140	48-51-55	37-58-22	18-033	سیاه جعفر	365
1376	1450	48-38-00	37-40-00	18-034	کولارو	366
1380	70	48-53-10	38-05-19	18-035	اوستا قاسم محله	367
1345	40	49-25-06	37-06-19	18-036	چوبرشفت	368
1345	0	48-52-00	38-13-00	18-041	پلاسی	369
1345	80	48-50-43	38-13-43	18-044	قربانطی محله	370
1388	630	48-42-00	37-49-00	18-046	شیلاوشت	371
1345	70	48-49-42	38-18-02	18-047	باش محله	372
1348	10	48-50-41	38-20-46	18-049	کانزود بالا	373
1379	-25	48-52-44	38-35-44	18-053	آستارا	374
1345	5	48-53-00	38-03-00	18-055	اشیک آگاسی	375
1385	700	48-43-00	38-18-20	18-062	باباعلی	376
1360	190	49-04-25	37-19-56	18-065	طاسکوه	377
1346	50	48-51-37	38-08-24	18-073	صفر محله	378
1365	17	48-48-39	38-25-22	18-079	جیرائیل محله	379
1368	997	48-41-27	37-39-01	18-101	ناو	380
1381	1804	48-46-56	37-37-41	18-103	نره بند	381
1375	1050	49-49-00	37-09-00	18-105	ماسوله	382
1371	-9	49-43-27	37-26-37	18-107	چپرپردمان	383
1387	514	49-03-33	37-27-25	18-135	استه سر	384
1374	40	49-18-00	37-12-00	18-201	فونم	385
1381	-25	49-46-40	37-16-42	18-215	کوچصفهان	386
1380	70	49-08-00	37-33-00	18-702	رضوانشهر	387
1364	220	48-41-40	38-23-52	18-950	بهارستان	388
1365	811	44-37-18	39-44-60	19-001	بورالان (قوش)	389
	1430	44-23-16	39-21-38	19-007	بازرگان	390
1357	1392	45-46-00	38-26-00	19-010	مرند	391
1381	1329	44-28-36	39-16-56	19-011	قلعه جوق	392
1345	789	45-04-01	39-20-50	19-015	پلدشت	393
1346	2037	44-20-25	38-29-25	19-019	رازی	394
1355	260	46-57-30	39-08-00	19-020	خدا آفرین	395
1349	2080	44-21-37	38-24-27	19-021	ترسآباد	396
1392	1968	48-02-06	38-17-07	19-024	سردابه	397
1349	1311	44-48-23	38-29-10	19-027	پل بزدکان	398
1357	1103	45-01-23	38-31-49	19-031	موسی قلی	399
1348	1062	45-03-26	38-35-00	19-033	پل نوایی	400
1356	1340	47-03-21	38-28-06	19-034	اهر	401
1363	1332	45-43-00	38-34-00	19-037	پل چرچ	402
1348	944	45-14-38	38-45-50	19-039	مظفرآباد	403
1373	1340	45-49-00	38-50-00	19-040	داران	404
1351	161	47-22-26	39-25-56	19-042	اصلاندوز	405
1378	1530	46-00-05	38-52-10	19-044	خاروانا	406
1338	923	45-15-35	38-51-07	19-045	مراکند	407
1378	883	48-03-58	39-02-38	19-046	گرمی	408
1359	2038	47-54-25	38-06-55	19-049	لای	409
1354	1623	48-01-07	38-02-22	19-051	نیر	410
1357	966	45-12-47	38-43-13	19-052	ایواغلی	411
1348	1480	48-11-58	38-09-03	19-053	پل الماس	412
1350	1341	48-21-59	38-18-41	19-055	گیلانده	413

1350	1402	48-22-02	38-07-19	19-059	کوزه تپراقی	414
1381	1280	47-34-08	37-17-24	19-060	سد ایدوغموش	415
1379	970	45-17-00	38-50-00	19-062	امیرآباد	416
1373	1485	47-40-02	38-23-55	19-063	آبیاری مشکین شهر	417
1361	1934	44-12-03	39-18-24	19-064	حالحال سفای	418
1351	816	47-32-06	38-32-55	19-065	دوسن بیگلور	419
1360	1091	45-01-51	38-53-42	19-066	قرصضیاء الدین	420
1351	1286	47-15-02	38-25-08	19-067	تازه کند-اهر	421
1366	2249	44-04-13	39-23-07	19-068	جمال‌کندي	422
1329	705	47-32-26	38-40-46	19-069	مشیران	423
1360	857	45-00-06	39-13-53	19-070	بهلوان آباد	424
1338	250	47-31-07	39-19-08	19-071	بوران	425
1371	1692	48-04-09	38-09-05	19-072	سرعن	426
1366	1348	48-33-29	38-16-54	19-074	آبی بیکلور	427
1360	1866	44-13-58	39-21-12	19-075	بدولی	428
1360	1722	44-28-09	39-11-16	19-077	بارون	429
1367	1419	46-58-26	38-26-15	19-078	وردین	430
1377	1512	48-17-47	38-04-28	19-080	ملا احمد سد قوریچای	431
1357	1569	44-42-18	38-35-22	19-081	بلدان	432
1367	1594	48-02-53	38-02-35	19-082	پامچی علیا	433
1365	1291	44-48-39	38-50-51	19-083	قرول علیا	434
1367	1955	47-10-00	38-50-02	19-086	کلی قوزی	435
1357	1021	45-05-13	38-39-17	19-087	ملهدان	436
1367	1445	46-08-00	38-34-00	19-089	ارزیل	437
1380	1416	46-54-57	38-27-24	19-090	سد ستار خان	438
1367	1420	47-12-00	39-00-00	19-091	پیره ماشان	439
1373	1594	48-30-26	38-04-54	19-093	هیر	440
1366	2503	48-33-42	38-00-47	19-095	نور	441
1368	1624	48-08-22	38-41-08	19-096	خلیفه لو	442
1350	1405	48-28-03	38-24-51	19-099	نمین	443
1350	1286	48-14-47	38-22-29	19-101	سامیان	444
1367	1160	47-45-34	38-40-05	19-102	تازه کند ارشق	445
1369	2300	44-18-14	39-14-38	19-104	صفوکندي	446
1377	2142	44-08-13	39-18-34	19-111	طهماسب‌کندي	447
1377	2377	44-16-00	39-06-03	19-112	چوخورکندي	448
1377	2398	44-28-17	38-58-30	19-114	اینجه صلاح سفای	449
1377	2372	44-12-31	38-58-06	19-115	شیخ سلوی سفای	450
1377	2106	44-34-47	38-54-09	19-116	قزل داش بالا	451
1366	1534	48-14-58	38-00-11	19-123	شمس آباد	452
1366	1740	48-13-17	37-52-42	19-124	سیاهپوش	453
1373	653	47-54-09	39-13-06	19-128	شورگل	454
1379	660	46-15-00	38-49-00	19-131	پهناور	455
1375	1200	47-02-00	38-53-10	19-135	کلیبر	456
1367	746	45-22-51	39-05-35	19-143	خرانگاه	457
1376	1778	48-03-30	38-12-58	19-144	آتشگاه	458
1368	1489	44-47-48	38-23-02	19-146	زاویه‌شیخ	459
1373	1349	48-35-16	38-17-03	19-149	آلادیزک	460
1360	1871	44-23-59	39-03-55	19-169	سیمه‌چشمہ	461
1377	2069	44-46-54	38-42-51	19-171	میدان سفای	462
1369	1135	44-57-34	38-33-52	19-173	خوی	463

1377	2305	44-27-19	38-44-33	19-175	جنگمسر	464
1377	1955	44-41-21	38-37-09	19-177	صوفیکندي	465
1377	2472	44-22-54	38-36-47	19-181	بالابان	466
1377	2424	44-21-40	38-50-37	19-187	بلغچی (خان بلغچی)	467
1387	1123	47-52-00	38-32-30	19-195	سد سبلان	468
1387	829	42-28-01	38-30-25	19-215	صاحب یوان	469
1350	720	45-36-50	38-56-06	19-807	جلفا	470
1373	380	46-40-12	38-57-30	19-854	آلاجوچه	471
1368	2473	44-30-25	38-33-29	19-867	کلت علیا	472
1368	677	48-01-19	39-05-19	19-872	کیلارلو	473
1373	1174	48-01-25	38-29-54	19-873	ارباب کندي	474
1376	1698	46-38-09	38-30-23	19-875	ورزقان-اهر	475
1374	830	46-04-24	38-51-23	19-883	سیه رود	476
1373	102	48-21-38	39-23-00	19-888	بیله سوار	477
1373	1428	48-37-56	38-15-59	19-891	نیارق	478
1370	1475	44-20-42	39-21-12	19-914	باشکند	479
1333	1383	44-24-53	39-21-16	19-921	تازمکند باز رگان	480
1373	532	46-32-00	38-50-00	19-922	مردانقم	481
1373	820	47-12-00	39-04-00	19-924	مولان	482
1365	1900	48-07-35	37-53-10	19-925	توتونسین	483
1368	1960	48-11-52	37-49-54	19-927	گلای	484
1373	135	19-48-04	39-28-13	19-929	جهفر آباد	485
1373	340	47-33-03	39-09-54	19-930	آقا محمد بیکللو	486
1373	790	47-44-46	39-02-00	19-931	تازه کند انگوت	487
1373	1630	47-57-48	38-51-06	19-932	امیر کندي	488
1373	900	48-17-31	39-00-25	19-933	وان علیا	489
1373	383	48-04-34	39-10-33	19-934	انجیللو	490
1373	415	47-31-25	39-00-20	19-935	شورستان	491
1377	1956	47-22-23	38-07-27	19-936	دمیرچی	492
1376	2160	48-00-39	38-16-15	19-937	شمშیر خانی	493
1373	1560	48-33-01	38-08-23	19-938	بقر آباد	494
1373	1740	48-25-21	37-56-18	19-939	هل آباد	495
1373	2076	47-53-15	38-01-15	19-940	تک بلاغ	496
1373	1550	48-21-37	38-34-26	19-941	خوش آباد	497
1378	75	47-55-18	39-39-08	19-942	پارس آباد	498
1373	1400	47-44-30	38-49-34	19-943	صلوات	499
1373	1380	47-56-27	38-43-54	19-944	قوشه سفلي	500
1373	1110	47-35-29	38-27-33	19-945	قره باغلار	501
1373	1592	47-37-22	38-20-27	19-946	مجنه	502
1373	1000	47-47-46	38-35-00	19-947	کنگرلو	503
1373	1560	48-06-25	38-22-00	19-948	ابریکوه	504
1378	1110	47-28-21	38-23-53	19-949	اهل ایمان	505
1373	2200	47-33-28	38-23-17	19-950	موئل	506
1373	1997	48-01-28	38-12-10	19-951	سئین	507
1373	1340	47-17-13	38-37-30	19-952	لیملو	508
1378	1862	46-28-60	38-33-47	19-953	اویلق	509
1373	1080	47-21-48	38-51-44	19-954	هوراند	510
1378	1815	47-13-52	37-25-29	19-955	حسن کندي	511
1378	1640	47-30-40	37-41-10	19-956	دوزنان میانه	512
1378	1700	48-04-00	37-15-00	19-957	آفکند	513
1376	1900	47-25-03	37-40-13	19-958	ورزقان-مبانه	514

1368	1725	44-25-39	39-10-03	19-963	مزروعه	515
1378	1595	47-25-24	38-19-34	19-965	روستای قیزرجه	516
1373	830	47-19-00	39-03-00	19-967	آبش احمد	517
1373	870	46-50-00	39-00-11	19-968	وینق	518
1378	1763	47-36-43	37-49-02	19-969	شاقون	519
1378	2196	47-49-13	37-51-07	19-975	سلطان آباد	520

➤ ایستگاه‌های هیدرومتری:

برای یافتن ایستگاه‌های هیدرومتری حوضه درجه ۱ دریای مازندران ابتدا اکسل‌های هیدرومتری داده‌های دبی (هیدرومتری_دبی_روزانه_حوضه ای_j.xlsx) هر ۷ زیر‌حوضه درجه ۲ آن دریافت شد و با استفاده از کد stations.py لیستی از کد ایستگاه‌های هر زیر‌حوضه تهیه شد و با استناد به این لیست و با اطمینان از داده داشتن آن‌ها (دایر بودن)، اطلاعات مورد نظر ایستگاه‌ها از اکسل StationsHydrometry.xlsx که شامل اطلاعات تمامی ایستگاه‌های هواشناسی ایران می‌باشد استخراج شد و به فرم استاندارد دستورالعمل تهیه گزارش بیلان به صورت زیر تهیه شد:

جدول ۸: مشخصات ایستگاه‌های هیدرومتری حوضه‌ی آبریز دریای مازندران

ردیف	نام ایستگاه	آئینه	آبگیر	آبگرفتار	آبگشتن	تجهیزات	مساحت	مشخصات جغرافیایی				ردیف ایستگاه	ردیف ایستگاه	ردیف ایستگاه	
								تاریخ تاسیس	ارتفاع (m)	طول	عرض				
دارد	نادرد	دارد	دارد	دارد	دارد	تجهیزات	مساحت	1381	1510	58-41-54	37-12-32	پیرانلو	اترک	11-002	۱
	نادرد	دارد	دارد	دارد	دارد			1360	1320	58-31-48	37-06-38	هی هی فوجان	اترک	11-003	۲
	نادرد	نادرد	دارد	دارد	دارد			1379	1538	58-47-00	37-11-21	برج	اترک	11-004	۳
	دارد	نادرد	دارد	دارد	دارد			1391	1335	52-04-76	41-33-24	فیروزه	فیروزه	11-015	۴
	نادرد	نادرد	دارد	دارد	دارد			1391	692	46-96-48	41-97-00	خرتوت	خرتوت	11-020	۵
	نادرد	نادرد	دارد	دارد	دارد			1351	981	53-87-29	41-49-81	بابامان	چناران	11-021	۶
	نادرد	دارد	دارد	دارد	دارد			1389	9	54-44-38	37-28-25	ورودی اینچه برون	اترک	11-022	۷
	دارد	نادرد	دارد	دارد	دارد			1351	952	52-50-31	41-84-67	قتلیش	شیرین دره	11-027	۸
	نادرد	نادرد	دارد	دارد	دارد			1352	1028	47-74-86	41-43-64	درکش	درکش	11-031	۹

	نومل	12-111	73
350	1374	227	54-32-47
274	1375	250	36-48-38
127	1375	180	54-33-10
345	1372	1223	36-48-40
210	1372	1216	55-22-51
88	1372	1216	37-10-55
266	1384	1945	55-44-11
142	1385	600	37-12-02
523	1373	950	55-01-04
272	1388	950	36-47-52
572	1380	181	55-17-18
216	1381	188	37-03-25
91	1378	46	54-28-00
149	1347	1036	36-42-39
66	1345	-20	55-31-13
14.4	1389	0	36-35-40
104	1359	682	53-18-33
51	1382	99	36-42-33
74	1347	69	53-31-48
36.7	1348	126	36-35-07
28.8	1378	669	53-20-05
	1333	386	36-15-12

ندراد	ندراد	ندراد	ندراد	1378	648	53-18-35	36-10-47	کرجا-دوآب	دوآب	13-020	94
ندراد	ندراد	ندراد	دارد	1382	248	53-10-36	36-20-18	واستان	لاجیم	13-021	95
ندراد	ندراد	دارد	دارد	1348	252	53-11-21	36-20-57	ورند	چهاردانگه	13-023	96
دارد	ندراد	دارد	دارد	1333	223	53-10-31	36-22-31	ریگ چشمہ	تجن	13-025	97
ندراد	ندراد	دارد	دارد	1361	170	53-09-54	36-26-17	گرمرود-امره دره	ظالمرود	13-027	98
ندراد	ندراد	دارد	دارد	1348	-18	53-06-17	36-42-36	کردخیل	تجن	13-029	99
ندراد	ندراد	دارد	دارد	1361	75	53-19-00	36-39-00	نهرآبلو-کارخانه سیمان	نهرآبلو	13-031	100
ندراد	ندراد	دارد	دارد	1374	1559	53-27-56	36-02-56	فینسک	تجن	13-038	101
ندراد	ندراد	دارد	دارد	1344	506	53-19-09	36-14-45	پوریج آباد	سفیدرود-تجن	13-206	102
دارد	ندراد	دارد	دارد	1329	218	52-53-10	36-17-57	شیرگاه-تالار	تالار	14-001	103
ندراد	ندراد	دارد	دارد	1381	156	52-51-42	36-20-57	پل شاهپور	تجون	14-002	104
ندراد	ندراد	دارد	دارد	1349	1106	53-10-24	36-05-46	ولیک بن	کسیلیان	14-003	105
دارد	ندراد	دارد	دارد	1334	220	52-53-14	36-18-05	شیرگاه-کسیلیان	کسیلیان	14-005	106
ندراد	ندراد	دارد	دارد	1329	-1	52-48-41	36-33-34	کیاکلا	تالار	14-007	107
ندراد	ندراد	دارد	دارد	1377	595	53-03-31	36-06-44	پل سفید-تالار	تالار	14-008	108
ندراد	ندراد	دارد	دارد	1355	93	52-46-23	36-18-18	قرآن تالار	بابلرود	14-011	109
ندراد	ندراد	دارد	دارد	1380	200	52-37-32	36-18-04	گلوگاه بندپی-نهر پکه رود	نهر یکه رود	14-012	110
ندراد	ندراد	دارد	دارد	1380	221	52-37-32	36-18-04	گلوگاه بندپی-سجادرود	سجادرود	14-013	111
ندراد	ندراد	دارد	دارد	1380	172	52-34-05	36-19-01	دیوا	کلارود	14-015	112
ندراد	ندراد	دارد	دارد	1328	9	52-39-49	36-32-43	کشتارگاه-اداره بابل	بابلرود	14-017	113
ندراد	ندراد	دارد	دارد	1381	876	53-03-16	36-00-05	خطیرکوه-دوآب سوادکوه	خطیرکوه	14-020	114

نادر د	نادر د	دارد		319	1361	523	53-01-13	36-08-29	کریکلا	آلاشت	14-021	115
دارد	نادر د	دارد		100	1377	49	52-53-04	36-27-58	ساروکلا	سیاهروود	14-024	116
نادر د	نادر د	دارد		122	1382	1218	52-54-08	36-01-13	پالندرونبار	شش روبار-تالار	14-028	117
نادر د	نادر د	دارد		176	1381	306	52-45-17	36-13-42	تمر	باباک	14-055	118
نادر د	نادر د	دارد		195	1367	221	52-48-04	36-14-14	پاشاکلا-بابلرود	بابلرود	14-071	119
نادر د	دارد	دارد		148	1364	1809	53-12-21	35-51-56	چاشم-سولا	سولا	14-085	120
دارد	دارد	دارد		81.2	1348	2570	51-53-00	35-55-00	گزل دره	لار	15-001	121
نادر د	دارد	دارد		190	1350	2570	51-57-00	35-36-00	سفید آب	سفید آب	15-003	122
نادر د	دارد	دارد		13.2	1350	2540	51-59-00	35-55-00	دلیچای	دلیچای	15-005	123
نادر د	نادر د	دارد		22.26	1325	2226	52-03-00	35-52-00	پلور	لار	15-007	124
نادر د	نادر د	دارد		49	1352	1003	52-14-41	36-05-46	پنجاب	نمارات-ستاق-هراز	15-011	125
نادر د	نادر د	دارد		39	1349	2047	51-49-14	36-12-18	بلده-نور	نور	15-013	126
نادر د	نادر د	دارد		250	1348	1231	52-10-49	36-11-47	رزن-نور	نور	15-015	127
دارد	دارد	دارد		5260	1345	386	52-22-05	36-16-25	کره سنگ-۲۵ شهریور	هراز	15-017	128
نادر د	دارد	دارد		6538	1361	2180	52-05-00	35-51-00	قبل از چشمها	هراز	15-023	129
دارد	دارد	دارد		1781.73	1361	2090	52-05-00	35-52-00	بعد از چشمها	هراز	15-025	130
نادر د	دارد	دارد		19719	1377	440	52-22-06	36-14-26	چلاو	چلاو-هراز	15-027	131
دارد	دارد	دارد		2484	1365	170	52-25-32	36-21-32	بلیران	گرمروود	15-041	132
نادر د	دارد	دارد		24511	1337	200	52-05-00	36-29-00	تنگه لاویج-آغوز کنی	لاویج	16-003	133
دارد	دارد	دارد		172	1379	-7	51-34-52	36-37-39	خیررودکنار	خیررود	16-009	134
نادر د	دارد	دارد			1385	42	51-30-56	36-38-59	نوشهر-پل ماشالک	ماشالک	16-010	135

ندر د	دار د	دار د	دار د		1344	-14	50-13-03	37-09-39	شلمان	شلمانزورد	16-061	157
ندر د	دار د	دار د	دار د		1344	75	49-52-12	37-06-58	کلنادان	شمرود	16-063	158
ندر د	دار د	دار د	دار د		1351	-18	50-26-02	37-02-55	رضا محله	خشکرود	16-065	159
ندر د	دار د	دار د	دار د		1351	65	50-32-59	36-57-29	چابکسر	آچارود	16-067	160
ندر د	دار د	دار د	دار د		1388	435	50-13-34	36-52-20	گرمابشت	پلرود	16-068	161
ندر د	دار د	دار د	دار د		1356	2209	51-19-48	36-12-30	پل مرگن	زنگوله	16-079	162
ندر د	دار د	دار د	دار د		1361	1785	51-18-10	36-14-00	ولي آباد-چالوس	چالوس	16-081	163
ندر د	دار د	دار د	دار د		1361	826	51-15-21	36-19-50	معین دره-آبشار	چالوس	16-083	164
ندر د	دار د	دار د	دار د		1354	1008	51-12-45	36-32-31	والت	سردابرود	16-085	165
ندر د	دار د	دار د	دار د		1356	121	50-58-36	36-41-47	دینارسرا-آزادرود	آزادرود	16-089	166
ندر د	دار د	دار د	دار د		1364	110	50-26-04	37-00-10	باچیگوابر	خشکرود	16-091	167
ندر د	دار د	دار د	دار د		1364	155	50-06-19	37-03-19	کلچال	شلمانزورد	16-093	168
دار د	دار د	دار د	دار د		1361	-20	50-23-43	37-04-19	گزاف رود پایین	گزافرود	16-095	169
دار د	دار د	دار د	دار د		1366	-15	50-15-51	37-06-57	دیورده	کیارود	16-097	170
دار د	دار د	دار د	دار د		1360	-22	50-09-43	37-12-19	انزلی محله	لنگروددخان	16-099	171
دار د	دار د	دار د	دار د		1381	1010	50-03-49	36-50-22	موسی کلایه	چاکرود	16-100	172
دار د	دار د	دار د	دار د		1376	108	50-37-10	36-54-30	گاورمک	سیمروود	16-157	173
دار د	دار د	دار د	دار د		1380	1386	50-30-08	36-51-15	زرودک-هردورود	هردورود	16-159	174
دار د	دار د	دار د	دار د		1380	1245	50-30-42	36-51-41	زرودک-مازوبن	مازوبن	16-161	175
دار د	دار د	دار د	دار د		1380	1329	50-29-09	36-51-26	زرودک-مدکوه	مدکوه	16-163	176
دار د	دار د	دار د	دار د		1368	201	52-18-27	36-23-26	اسکو محله	آلیش رود	16-200	177

ندا رد	دارد	دارد	دارد	دارد	1384	1938	48- 30- 17	36- 48- 41	گلهرود	زنجانروود	17- 076	220
دارد	دارد	دارد	دارد	دارد	1364	-20	49- 31- 13	37- 21- 14	محمود آباد	پیر بازار	17- 077	221
دارد	دارد	دارد	دارد	دارد	1390	125	49- 33- 06	36- 59- 32	پارک جنگلی	رشته رود	17- 078	222
دارد	دارد	دارد	دارد	دارد	1384	135	49- 31- 45	36- 55- 21	خرشک	د؟ورش	17- 081	223
دارد	دارد	دارد	دارد	دارد	1353	1818	47- 24- 43	35- 16- 46	تلوار - دهگلان	تلوار	17- 083	224
دارد	دارد	دارد	دارد	دارد	1388	360	49- 47- 60	36- 58- 05	لابن	زیلکی رو	17- 085	225
دارد	دارد	دارد	دارد	دارد	1386	-18	49- 32- 49	37- 20- 37	پیربازار	پیربازار	17- 093	226
دارد	دارد	دارد	دارد	دارد	1367	1322	47- 39- 14	37- 32- 19	اونلیق	تیرچای	17- 101	227
دارد	دارد	دارد	دارد	دارد	1373	1303	47- 52- 59	37- 41- 07	ساری قمیش	گرمرود	17- 104	228
دارد	دارد	دارد	دارد	دارد	1349		47- 39- 19	38- 28- 53	میانه-پمپ بنزین	شاری چای	17- 109	229
دارد	دارد	دارد	دارد	دارد	1366	35	49- 38- 52	37- 10- 19	بهدان	س؟اهرود	17- 111	230
دارد	دارد	دارد	دارد	دارد	1370	1651	48- 41- 48	37- 24- 38	درو	شاهرود چای	17- 133	231
دارد	دارد	دارد	دارد	دارد	1365	1725	47- 05- 37	35- 52- 25	قزل اوزن - نساره	قرل اوزن	17- 150	232
دارد	دارد	دارد	دارد	دارد	1384	1792	47- 08- 13	36- 01- 20	یول کشتی - گاوشله	یول کشتی	17- 153	233
دارد	دارد	دارد	دارد	دارد	1385	1389	48- 45- 00	37- 19- 48	شال	شاهرود	17- 155	234
دارد	دارد	دارد	دارد	دارد	1385	520	49- 22- 54	36- 35- 18	بورمانک	ارکن چای	17- 161	235
دارد	دارد	دارد	دارد	دارد	1363	956	50- 16- 55	36- 27- 17	رجاتی دشت- سیاه دشت	شاهرود	17- 201	236
دارد	دارد	دارد	دارد	دارد	1389	787	49- 06- 37	36- 41- 24	نهران - آلتین کش	آلتین کش	17- 281	237
دارد	دارد	دارد	دارد	دارد	1373	1535	48- 24- 25	37- 41- 45	آبگرم	هرو چای	17- 381	238
دارد	دارد	دارد	دارد	دارد	1387	1759	48- 30- 28	35- 47- 08	شهیدآباد	آبی چای	17- 421	239
دارد	دارد	دارد	دارد	دارد	1372	1534	47- 03- 10	37- 23- 05	چینی	قرنقو چای	17- 428	240

نادر د	دارد	دارد	دارد		302.97	1384	1578	48-11-19	36-20-00	بلوین	سجامسرو	17-861	262
نادر د					47.79	1381	2130	50-59-08	36-10-36	ناریان	ناریان	17-872	263
نادر د	نادر د	نادر د	دارد		31.16	1375	2300	51-03-00	36-12-00	دهدر	دهدر	17-874	264
نادر د	نادر د	نادر د	دارد		31.37	1373	2120	48-34-37	37-32-15	بفراجرد	بفراجرد	17-875	265
نادر د	دارد	دارد	دارد		55	1340	1153	48-13-35	37-35-08	فیروز آباد	فیروز آباد	17-917	266
نادر د	دارد	دارد	دارد		12.62	1373	1733	47-56-35	35-12-43	چم شور - دلبران	چم شور	17-923	267
نادر د	دارد	دارد	دارد		22.7	1366	1710	47-46-37	35-28-23	چم شور - شادی آباد	چم شور	17-925	268
نادر د	دارد	دارد	دارد		14.75	1365	1690	47-41-22	35-26-16	تلوار - حسن خان	تلوار	17-926	269
نادر د	نادر د	دارد	دارد		22.5	1369	1930	50-54-00	36-12-00	علیزان-جوستان	علیزان	17-934	270
نادر د	دارد	دارد	دارد		16.5	1371	2000	50-55-00	36-11-00	مهران - جوستان	مهران	17-965	271
نادر د	دارد	دارد	دارد		11.69	1370	1990	50-54-00	36-11-00	شاھرود - جوستان	طالقان	17-966	272
نادر د	نادر د	دارد	دارد		20.53	1369	40	49-34-03	37-10-48	لاکان	گوهربود	17-967	273
نادر د	نادر د	دارد	دارد		1036.92	1376	1217	48-21-25	37-19-34	گلگلاب	گلگلاب	17-987	274
نادر د	نادر د	دارد	دارد		2017.32	1345	150	49-16-35	37-06-19	قلعه روذخان	قلعه روذخان	18-003	275
دارد د	نادر د	دارد	دارد		1427.74	1345	-7	49-22-25	37-16-39	جمعه بازار	پیش روذبار	18-005	276
دارد د	نادر د	دارد	دارد		261.92	1345	0	49-18-06	37-19-29	کسما	ماسوله روذخان	18-007	277
دارد د	نادر د	دارد	دارد		1905.61	1345	30	49-19-06	37-13-19	گربه کوچه	گاز روذبار	18-009	278
دارد د	نادر د	دارد	دارد		27.57	1345	-15	49-16-39	37-20-52	شارم	زغه روذبار	18-011	279
دارد د	نادر د	دارد	دارد		117.78	1345	-10	49-15-55	37-22-05	اباتر	پلنگ ور	18-013	280
دارد د	نادر د	دارد	دارد		1248.25	1345	2	49-13-23	37-23-00	طاهرگوراب	خلالکایی	18-015	281
دارد د	نادر د	دارد	دارد			1345	60	49-07-19	37-24-22	شاندرمن	مرغک	18-017	282

دارد	دارد	دارد	دارد	1345	120	49-05-52	37-30-15	rodbarsra	چافرود	18-019	283
دارد	دارد	دارد	دارد	1335	85	49-06-19	37-31-47	پونل	شفارود	18-021	284
دارد	دارد	دارد	دارد	1363	105	49-01-33	37-34-41	آب ویر ۱۲	دیناچال	18-023	285
دارد	دارد	دارد	دارد	1345	-5	48-58-54	37-41-27	خاله سرا	خاله سرا	18-025	286
دارد	دارد	دارد	دارد	1344	140	48-53-44	37-42-41	خرجگیل	ناورود	18-027	287
دارد	دارد	دارد	دارد	1373	740	48-45-13	37-40-48	خلیان	ناورود	18-028	288
دارد	دارد	دارد	دارد	1335	155	48-50-11	37-47-42	ماشین خانه	کرگانرود	18-029	289
دارد	دارد	دارد	دارد	1346	15	48-54-29	37-57-43	لیسار	لیسار	18-030	290
دارد	دارد	دارد	دارد	1346	50	48-54-19	37-48-20	هشتپر	کرگانرود	18-031	291
دارد	دارد	دارد	دارد	1375	105	48-51-55	37-58-22	سیاه جعفر	لیسار	18-033	292
دارد	دارد	دارد	دارد	1344	-5	48-54-08	38-06-19	ش?ر آباد	ش?ر آباد	18-035	293
دارد	دارد	دارد	دارد	1346	0	48-53-30	38-08-60	حويق	حويق	18-037	294
دارد	دارد	دارد	دارد	1364	85	48-50-58	38-10-19	بالامحله	چوبن	18-039	295
دارد	دارد	دارد	دارد	1344	-9	48-53-10	38-12-35	پلاسي	پلاسي	18-041	296
دارد	دارد	دارد	دارد	1345	-10	48-53-05	38-13-49	لمير	لمير	18-043	297
دارد	دارد	دارد	دارد	1364	50	48-50-43	38-13-40	قربانعلی محله	لمير	18-044	298
دارد	دارد	دارد	دارد	1344	-7	48-52-27	38-17-35	چلوند	چلوند	18-045	299
دارد	دارد	دارد	دارد	1364	30	48-49-51	38-18-06	باش محله	لوندویل	18-047	300
دارد	دارد	دارد	دارد	1365	5	48-50-23	38-20-42	کانرودبلا	کانرود	18-049	301
دارد	دارد	دارد	دارد	1344	-25	48-51-52	38-25-42	آستارا	مرداب	18-051	302
دارد	دارد	دارد	دارد	1365	35	48-53-13	38-01-37	آشیک آغاسی	خطبه سرا	18-055	303

دارد	نadar د	نadar د	دارد	566.64	1363	145	49- 16- 14	37- 06- 19	قلعه روختان	حیدرآلات	18- 057	304
دارد	نadar د	نadar د	دارد	109.16	1388	620	49- 01- 59	37- 09- 36	زودل	ماسوله روختان	18- 058	305
دارد	نadar د	نadar د	دارد	108.7	1363	150	49- 16- 13	37- 06- 19	قلعه روختان	نظرآلات	18- 059	306
دارد	دارد	نadar د	دارد	137.72	1363	210	49- 12- 34	37- 08- 19	پیرسرا	گشت رود خان	18- 061	307
دارد	دارد	نadar د	دارد	211.34	1363	260	49- 07- 46	37- 10- 19	کمادول	ماسوله روختان	18- 063	308
دارد	دارد	نadar د	دارد	271	1360	150	49- 04- 19	37- 19- 57	طاسکوه	خلکایی	18- 065	309
دارد	دارد	نadar د	دارد	410	1363	150	49- 03- 19	37- 24- 17	امامزاده شقیع	مرغک	18- 067	310
دارد	دارد	نadar د	دارد	54	1364	110	49- 01- 33	37- 34- 44	اب ویر ۲	دیناچال	18- 069	311
دارد	دارد	نadar د	دارد	206	1364	60	48- 51- 37	38- 08- 19	صفر محله	حويق	18- 073	312
دارد	دارد	نadar د	دارد	1250	1364	30	48- 50- 16	38- 17- 07	خان حیاطی	چلوند	18- 075	313
دارد	دارد	نadar د	دارد	235.52	1361	60	48- 52- 46	37- 48- 13	سرگاه	نعلبند	18- 077	314
دارد	دارد	نadar د	دارد	752.75	1390	55	48- 47- 11	38- 24- 13	خانه های آسیاب	ملهادی	18- 078	315
دارد	دارد	نadar د	دارد	1182.31	1364	10	48- 48- 33	38- 25- 26	جبرائیل محله	ملهادی	18- 079	316
دارد	دارد	نadar د	دارد	3986.66	1364	-10	49- 27- 09	37- 20- 58	نوخاله	پسیخان	18- 081	317
دارد	دارد	نadar د	دارد	996	1365	-12	49- 25- 17	37- 21- 12	لاکسار	شاخز	18- 083	318
دارد	دارد	نadar د	دارد	972	1365	-13	49- 21- 52	37- 22- 23	چمنقل	ماسوله روختان	18- 087	319
دارد	دارد	نadar د	دارد	130.18	1364	-20	49- 19- 30	37- 23- 43	کلس	کلس	18- 089	320
دارد	دارد	نadar د	دارد	82.06	1365	55	48- 56- 17	37- 42- 08	کله سرا	خاله سرا	18- 090	321
دارد	دارد	نadar د	دارد	1791.7	1365	-12	49- 16- 16	37- 24- 57	کنمجان	خلکایی	18- 091	322
دارد	دارد	نadar د	دارد	2116.7	1365	-12	49- 16- 21	37- 25- 15	کنمجان	مرغک	18- 093	323
دارد	دارد	نadar د	دارد	1524	1365	-15	49- 14- 02	37- 27- 40	آقامحله	بهمبر	18- 095	324

ندر د	دارد	دار د	دار د	5100	1373	87	49-24-59	37-04-19	مبارک آباد	امامزاده ابراهیم	18-106	325
ندر د	دارد	دار د	دار د	404	1386	160	48-51-11	37-58-36	زرمی	لیسار	18-121	326
ندر د	دارد	دار د	دار د	56.52	1384	130	49-00-51	37-34-42	آب ویربالا	دیناچال	18-191	327
ندر د	دار د	دار د	دار د	5310	1384	250	49-17-19	37-02-32	علی سرا	سیاهمزگی	18-193	328
ندر د	دار د	دار د	دار د	272	1386	170	49-15-23	37-06-19	فوشه	نظرآلات	18-251	329
ندر د	دار د	دار د	دار د	1490	1369	200	48-58-59	37-35-11	زینگوله	دیناچال	18-910	330
ندر د	دار د	دار د	دار د	885.62	1364	140	49-08-57	37-15-20	کیش دره آlian	س؟اورود	18-920	331
ندر د	دار د	دار د	دار د	1565	1376	30	49-10-19	37-18-47	میانبر	م؟انبر	18-921	332
ندر د	دار د	دار د	دار د	250	1377	140	49-09-19	37-13-57	مسجدپیش	پلنگ ور	18-922	333
ندر د	دار د	دار د	دار د	6560	1376	50	49-11-19	37-16-52	آلیان	سیاورود	18-923	334
ندر د	دارد	دار د	دار د	7165	1365	195	48-41-50	38-23-53	بهارستان	بهارستان	18-950	335
ندر د	دار د	دار د	دار د	16.88	1380	10	48-47-33	38-27-05	برجک هشت	آستان اچای	18-957	336
ندر د	دار د	دار د	دار د	24.9	1350	1297	44-28-17	39-17-05	قلعه‌جوق	بارون‌چای	19-011	337
ندر د	دار د	دار د	دار د	1720	1335	1180	44-31-43	39-17-26	ماکو	زنگمار	19-013	338
ندر د	دار د	دار د	دار د	114.5	1354	790	45-03-51	39-20-53	پلدشت	زنگمار	19-015	339
ندر د	دار د	دار د	دار د	36	1369	270	46-57-16	38-08-24	خدا آفرین	ارس	19-020	340
ندر د	دار د	دار د	دار د	14.6	1374	1385	47-10-40	38-15-07	عمو قین	پدی بو لیک چای	19-022	341
دار د	دار د	دار د	دار د	10109	1376	1423	48-11-37	38-13-59	نوران	نوران چای	19-026	342
ندر د		دار د		10197	1353	1092	45-01-37	38-32-09	موسی قلی	غازان‌چای	19-031	343
ندر د	دار د	دار د	دار د	2050	1379	1662	47-07-09	38-44-09	پیغام چای	پیغام چای	19-032	344
دار د	دار د	دار د	دار د		1348	1338	45-43-15	38-33-56	پل چرچ	زنوز چای	19-037	345

ندر د	دارد	دارد	دارد	دارد	1353	942	45-15-56	38-45-49	مظفرآباد	زیلبرچای	19-039	346
ندر د	دارد	دارد	دارد	دارد	1347	929	45-15-30	38-51-17	مراکند	آقچای	19-043	347
ندر د	ندر د	ندر د	دارد	دارد	1359	2068	47-54-03	38-07-00	لای	لای چای	19-049	348
ندر د	ندر د	دارد	دارد	دارد	1351	1624	47-59-38	38-02-02	نیر	نیرچای	19-051	349
ندر د	دارد	دارد	دارد	دارد	2212.5	1348	1440	38-11-19	پل الماس	بالخلو چای	19-053	350
ندر د	ندر د	دارد	دارد	دارد	511	1350	1332	48-21-43	گیلانه	بالخلو چای	19-055	351
ندر د	ندر د	دارد	دارد	دارد	33.8	1350	1394	48-22-01	کوزه تپراقی	قروری چای	19-059	352
ندر د	ندر د	دارد	دارد	دارد	335	1348	1420	47-41-39	پل سلطانی	خیاوه چای	19-063	353
ندر د	دارد	دارد	دارد	دارد	22.3	1351	780	47-32-18	دوست بیگلو	قره سو	19-065	354
ندر د	دارد	دارد	دارد	دارد	78.7	1352	1272	47-14-41	تازه کند اهر	اهر چای	19-067	355
ندر د	دارد	دارد	دارد	دارد	387.5	1328	705	47-32-01	مشیران	دره رود	19-069	356
ندر د	دارد	دارد	دارد	دارد	195.35	1360	1860	44-13-59	بدولی	قرمهسو	19-075	357
ندر د		دارد	دارد	دارد	62	1353	1513	44-42-41	بدلان	الندجای	19-081	358
ندر د			دارد	دارد	204	1365	1288	44-48-29	قرول علیا	آقچای	19-083	359
ندر د			دارد	دارد	1638	1357	1022	45-05-14	ملهدان	قرمچای	19-087	360
دارد	دارد	دارد	دارد	دارد	41	1367	1449	46-08-33	ارزیل	ارزیل	19-089	361
ندر د	ندر د	دارد	دارد	دارد	27.65	1373	1575	48-30-28	هیر	هیر چای	19-093	362
ندر د	ندر د	دارد	دارد	دارد	28.3	1366	2499	48-33-43	سد نئور	نئور	19-095	363
ندر د	ندر د	دارد	دارد	دارد	511	1371	1352	48-29-04	سولا	سولا چای	19-097	364
ندر د	ندر د	دارد	دارد	دارد	194.92	1367	1459	48-29-06	نمین	نمین چای	19-099	365
ندر د	دارد	دارد	دارد	دارد		1350	1290	48-14-48	سامیان	قره سو	19-101	366

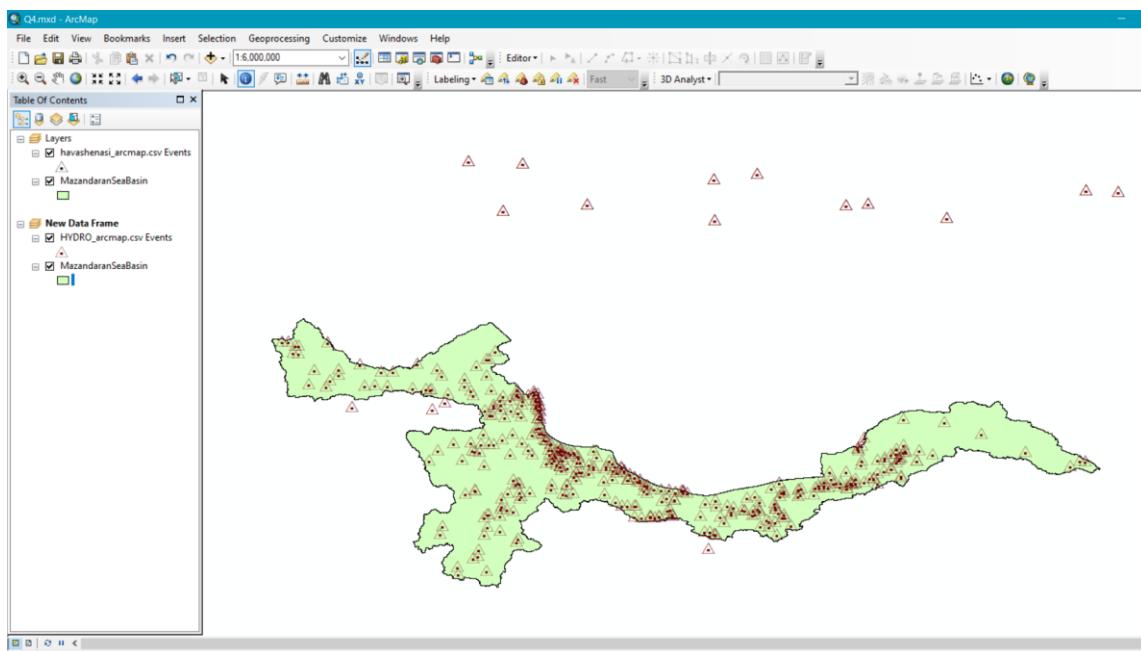
ندا رد	دارد	دارد	دارد	دارد	30238.5	1377	1116	48-01-58	38-29-41	ارباب کندی	قره سو	19-873	388
ندا رد	ندا رد	ندا رد	دارد	دارد	17954	1376	1850	45-54-00	38-34-00	زنوز	زنوزچای	19-885	389
دارد	ندا رد	ندا رد	دارد	دارد	1525	1373	1073	47-45-09	38-55-35	الهیارلو	سمبور چای	19-901	390
دارد	دارد	دارد	دارد	دارد	5985	1376	1584	48-02-11	38-02-05	یامچی	بالخلو چای	19-910	391
دارد			دارد		230	1369	1473	44-20-41	39-21-07	باشکند	آقسو	19-914	392
دارد	ندا رد	ندا رد	دارد	دارد	125	1373	1303	47-56-47	38-44-34	قوشه	قوشه چای	19-944	393
دارد	ندا رد	ندا رد	دارد	دارد	17954	1378	1107	48-28-05	38-24-02	اهل ایمان	هندالوچای	19-949	394
دارد			دارد		33	1374	1710	44-25-33	39-09-31	مزرعه	بارونچای	19-963	395
دارد	ندا رد	ندا رد	دارد	دارد	48	1382	1550	48-29-06	38-29-40	عنبران	عنبران	19-981	396
دارد	دارد	ندا رد	دارد	دارد	31186.5	1347	106	51-07-14	29-34-28	جره بالا	شپور	23-011	397
دارد	دارد	ندا رد	دارد	دارد	3740	1340	119	51-16-39	29-28-07	سرقات	دالکی	23-025	398
دارد			دارد		5310	1351	1100	53-47-55	28-33-53	تمشیر	شورجهرم	24-007	399
دارد					4695.4	1387	1372	53-44-57	28-28-25	سرورو	چاتیز	24-013	400
	دارد	دارد	دارد	دارد	0	1354	1120	52-42-07	28-39-47	تنگ عربها	فیروزآباد	24-025	401
	ندا رد	ندا رد	دارد	دارد	2093.3	1375	1793	46-53-34	37-12-29	تکانلو		31-048	402

اکسل شامل مشخصات ایستگاه‌های هواشناسی و هیدرومتری برای هر زیرحوضه به ترتیب به فرم 1jESMEZIRHOZEH_stations_coordinates1.xlsx و

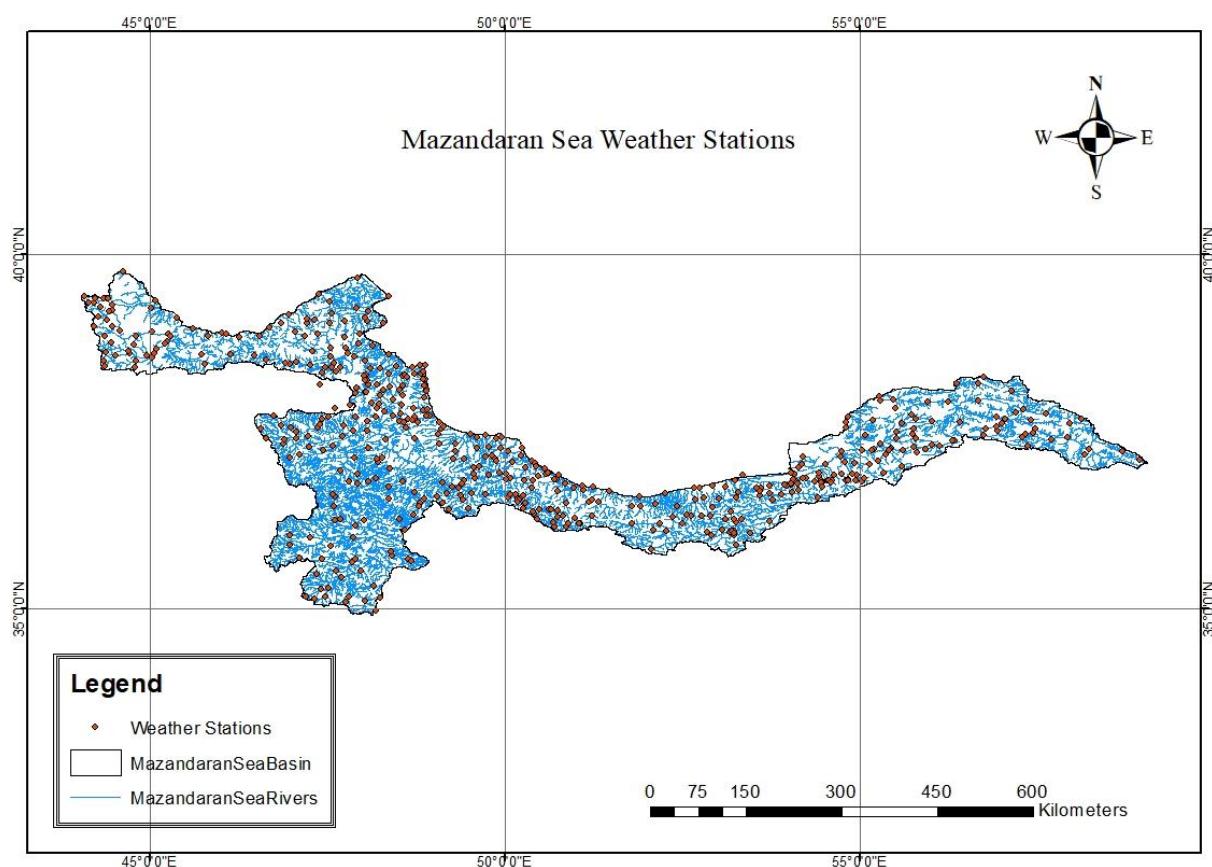
1jESMEZIRHOZEH_hydrostations_coordinates1.xlsx ذخیره شد و درنهایت اطلاعات تمامی این زیرحوضه‌ها داخل اکسل های واحد به نام‌های daryayemazandaran_havashenasiSTATIONS.csv و daryayemazandaran_hydrometrySTATIONS.csv ذخیره شد (این دو اکسل شامل تمام ایستگاه‌های موجود در حوضه آبریز دریای مازندران می‌باشند).

۴ نقشه ایستگاه‌های هواشناسی و هیدرومتری حوضه آبریز دریای مازندران

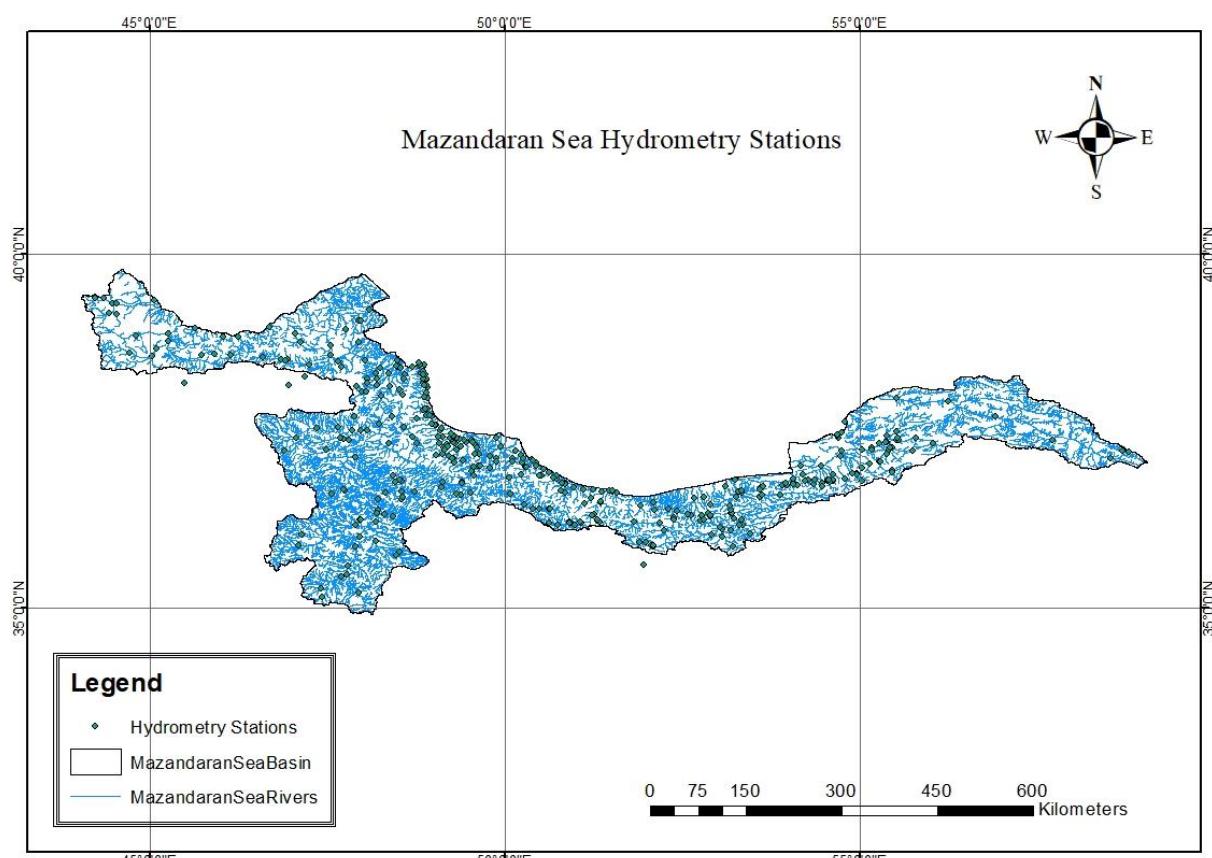
برای رسم این دو نقشه در نرم افزار Arcmap ابتدا طول و عرض جغرافیایی داده‌های دو اکسل شامل مشخصات کلی ایستگاه‌های حوضه دریای مازندران با استفاده از کدهای havashenasi_decimaldegree.py و hydrometry_decimaldegree.py به فرم خوانا برای نرم افزار و به فرمت decimal degree تبدیل شدند، خروجی داخل اکسل‌های havashenasi_arcpy.csv و hydrometry_arcpy.csv ذخیره شد، همچنین ایستگاه‌های فاقد موقعیت جغرافیایی و ایستگاه‌هایی که موقعیت جغرافیایی خارج از محدوده حوضه مد نظر را داشتند از این دو اکسل حذف گردید. تعدادی ازین داده‌ها نیز مطابق شکل زیر و با بررسی مشخصاتشان متعلق به حوضه مورد نظر بودند اما اطلاعات جغرافیایی غلط برایشان ثبت شده بود که این موارد نیز پس از رسم در آرک از اکسل‌های نام برده حذف گردید:



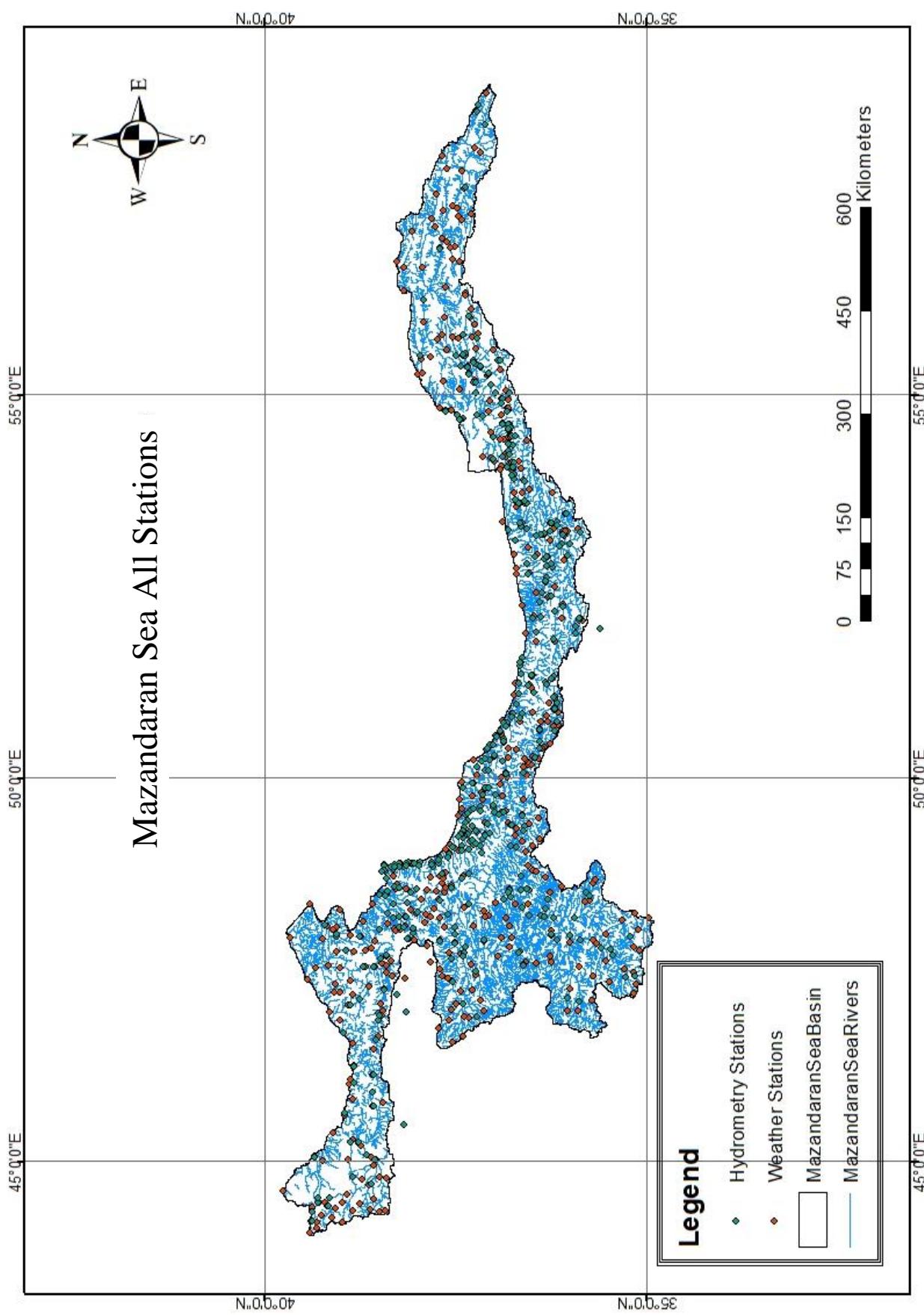
برای رسم، این نقاط (مشخصات ایستگاه‌ها) به فرم CSV و از طریق add xy data به محیط آرک مپ انتقال داده و نمایش داده شد. در نهایت شیپ فایل مربوط به ایستگاه‌های هواشناسی و هیدرومتری به ترتیب به نام‌های hydrometrystations.shp و havashenastations.shp ذخیره گردید. نقشه ایستگاه‌های هواشناسی و هیدرومتری حوضه دریای مازندران به صورت زیر است:



شکل ۱: نقشه ایستگاه‌های هواشناسی حوضه آبریز دریای مازندران



شکل ۲: نقشه ایستگاه‌های هیدرومتری حوضه آبریز دریای مازندران



شکل ۳: نقشه تمام ایستگاه‌های حوضه آبریز دریای مازندران

۵ دوره آماری و درصد داده ثبت نشده ایستگاهها

برای داده‌های دما و یافتن دوره آماری داده ثبت شده در هر ایستگاه این داده‌ها، از کدهای dorehamari_tabkhir.py و dorehamari_baresh.py، dorehamari_dama.py استفاده شد که خروجی هر کدام از کدهای ذکر شده: ۱) اولین و اخرین سال ثبت داده ۲) دیکشنری شامل کد ایستگاه و سال‌های ثبت داده در هر کدام از ایستگاه‌های موجود است که درنهايت به فرم پيشنهاد شده دستورالعمل تهيه بيلان آب به اکسل‌هاي به نام‌هاي Evapo_Table.xlsx ، Percip_Table.xlsx ، Temp_Table.xlsx ، darsadebaresh_dadenadashte.py اکسل داخل اکسل Tables.xlsx داخل صفحات مختلف نيز ذخیره شده است). سپس با استفاده از کدهای darsadedama_dadenadashte.py و darsadedama_nadashte.xlsx ، darsadebaresh_nadashte.xlsx ، darsadedama_nadashte.xlsx گردید.

چندين روش برای رفع خلا آماری داده‌ها و بازسازی و تخمين آنها وجود دارد که عبارتند از [1]:

۱) روش محور مختصات^۱

۲) روش نسبت نرمال^۲

۳) روش رگرسيون خطی ساده^۳

۴) روش رگرسيون خطی چند متغيره^۴

۵) روش خود همبستگي^۵

۶) روش استفاده از شبکه‌های عصبی مصنوعی^۶

(۱) روش محور مختصات:

پس از مشخص کردن موقعیت ایستگاه‌های منطقه روی نقشه توپوگرافی که با استفاده از مختصات جغرافیایی آنها صورت می‌گیرد، ایستگاه ناقص به عنوان مرکز محور مختصات قرار داده می‌شود و سپس مختصات هر یک از ایستگاه‌های اطراف آن را نسبت به این محور مختصات بدست می‌آوریم. مسلم است که ایستگاه‌های نزدیک تر به ایستگاه ناقص سهم بیشتری در بازسازی آن داشته و در نتیجه باید ضریب وزنی بیشتری به آن اختصاص یابد. این ضریب وزنی از طریق فرمول زیر محاسبه می‌گردد:

¹ Graphic (GR)

² Delta Learning Rule

³ Simple Linear Regression (SLR)

⁴ Multivariable Linear Regression (MLR)

⁵ Auto Regressive (AR)

⁶ Artificial Neural Network (ANN)

$$W = \frac{1}{x^2 + y^2}$$

که x و y طول و عرض مختصاتی ایستگاه شاهد میباشد. سپس بارندگی در ایستگاه ناقص از فرمول زیر محاسبه میشود:

$$P_x = \frac{W_A P_A + W_B P_B + \dots}{W_A + W_B + \dots} = \frac{\sum W_i P_i}{\sum W_i}$$

ین روش به منظور تخمین دادههای بارندگی پیشنهاد شده است که در این تحقیق در خصوص دبی مورد بررسی قرار داده شده است [1].

۲) روش نسبت نرمال:

در این روش دبی در ایستگاه ناقص متناسب با نسبت میانگین دبی در آن ایستگاه به میانگین دبی در ایستگاههای شاهد ضربدر دبی همزمان ایستگاه شاهد میباشد که از طریق فرمول زیر بدست میآید:

$$P_x = \frac{1}{N} \left[\left(\frac{\bar{P}_x}{\bar{P}_A} \times P_A \right) + \left(\frac{\bar{P}_x}{\bar{P}_B} \times P_B \right) + \dots \right]$$

P_x = دبی ایستگاه ناقص در سال یا ماه مورد نظر که تعداد ایستگاههای شاهد (N), \bar{P}_A و \bar{P}_B دبی های متوسط در ایستگاههای شاهد A و B و همزمان با آمار ایستگاه دارای نقص آماری در سال یا ماه مورد نظر برای تکمیل آمار ایستگاه ناقص A و B (P_A و P_B دبی در ایستگاه شاهد) [1].

۳) روش رگرسیون خطی ساده:

یکی از روشهای بازسازی داده های ناقص روش استفاده از همبستگی بین داده های هیدرومتری با داده های ایستگاه های مجاور میباشد که از مزایای این روش سادگی نسبی آن در مقایسه با روشهای دیگر است و معمولاً در بازسازی دادههای مربوط به ایستگاه های هیدرومتری واقع در یک منطقه با ویژگیهای هیدروکلیماتولوژی مشابه نتایج قابل قبولی ارائه میدهد. در این روش هر یک از ایستگاهها به عنوان متغیر وابسته در نظر گرفته می شود. سپس ضریب همبستگی بین داده های دبی نرمال کلیه ماههای ایستگاه وابسته و سایر ایستگاههای مجاور آن محاسبه و هر ایستگاهی که بالاترین همبستگی را با ایستگاه مورد نظر داشته باشد به عنوان متغیر مستقل انتخاب میگردد. با استفاده از روش حذف اعتباری (حذف عمدی هر یک از دادههای ایستگاه وابسته) و برقراری رگرسیون بین سایر دادههای این ایستگاه و ایستگاه مستقل در دیگر ماههای مشترک، یک معادله به دست می آید که با استفاده از آن داده حذف شده بازسازی میشود. سپس با تکرار این روش تمام دادههای مشاهدهای مجددًا تخمین زده میشوند [1].

۴) روش رگرسیون خطی چند متغیره :

در این روش هر یک از ایستگاهها به عنوان متغیر وابسته و سایر ایستگاهها به عنوان متغیرهای مستقل در نظر گرفته می‌شوند. سپس داده‌های ایستگاه هیدرومتری وابسته به تفکیک ماههای مختلف سال مطابق با روش قبل مورد بازسازی قرار می‌گیرند. با این تفاوت که در این روش به دلیل دلالت تأثیر سایر ایستگاهها یک معادله چند متغیره به دست می‌آید[1].

۶ سه سال پرداده و جداول مقادیر ماهانه

✓ دما:

با استفاده از کد `threeyearsdama.py` ابتدا سه سال پرداده اکسل مربوط به داده‌های دما مشخص شد که خروجی کد به صورت زیر است:

```
threeyearsdama ×
year with 3 highest datalog:
years: counts
91 : 339
95 : 339
93 : 337

Process finished with exit code 0
```

✓ بارش:

با استفاده از کد `threeyearsbaresh.py` ابتدا سه سال پرداده اکسل مربوط به داده‌های دما مشخص شد که خروجی کد به صورت زیر است:

```
threeyearbaresh ×
year with 3 highest datalog:
years: counts
91 : 461
92 : 459
93 : 454

Process finished with exit code 0
```

✓ تبخیر:

با استفاده از کد `threeyearstabkhir.py` ابتدا سه سال پرداده اکسل مربوط به داده‌های دما مشخص شد که خروجی کد به صورت زیر است:

```
threeyearstabkhir x
year with 3 highest datalog:
years: counts
94 : 196
83 : 158
88 : 158

Process finished with exit code 0
```

از آنجایی که سه سال پرداده در هر سه نوع داده دما، بارش و تبخیر یکسان نمی‌باشد ۱۰ سال برتر پرداده را

بررسی کرده و سه سال مشابه از آن‌ها را انتخاب می‌کنیم:

years: counts	years: counts	years: counts
94 : 196	91 : 461	91 : 339
83 : 158	92 : 459	95 : 339
88 : 158	93 : 454	93 : 337
89 : 158	90 : 448	90 : 334
91 : 158	88 : 447	96 : 333
90 : 157	89 : 447	97 : 328
92 : 157	94 : 443	89 : 325
86 : 156	83 : 441	87 : 320
87 : 155	87 : 441	88 : 319
93 : 155	86 : 439	94 : 311

با مقایسه ۱۰ سال برتر هر داده، سال‌های ۹۰، ۹۱ و ۹۳ به عنوان سال‌های پرداده انتخاب می‌شوند.

✓ میانگین دمای کل منطقه در سه سال پرداده

سپس با استفاده از کد monthlyavg_3year_dama_.py مقدار میانگین دما برای هر سه سال ۹۰ (df1)، ۹۱ (df2) و ۹۳ (df3) محاسبه شد که خروجی آن به صورت دیکشنری زیر می‌باشد:

```
monthlyavg_3year_dama_x monthlyavg_3year_baresh x monthlyavg_3year_tabkhir x
C:\Users\yasma\AppData\Local\Programs\Python\Python39\python.exe F:/Masters/classes/Term2/HW/Hydrology/4/Data/Question6/dama/monthlyavg_3year_dama_.py
Monthly df1: {'mhn': 3.4944176420211277, 'abn': 2.7351712817584937, 'azr': 3.7046196593396163, 'dey': 5.414538589146811, 'bah': 8.025276895993908, 'esf': 5.124808183461796,
'far': 4.220729999682808, 'ord': 2.7830424049227647, 'khr': 2.5450942493735544, 'tir': 2.32159434770197, 'mor': 2.834061239572426, 'shr': 1.9826707076474148}
Yearly df1: 3.765502100051808
Monthly df2: {'mhr': 3.2707656352863728, 'abn': 2.580222044578198, 'azr': 4.141791216025584, 'dey': 4.783165146242825, 'bah': 9.676966873569715, 'esf': 12.819205605191373,
'fan': 5.403082259631964, 'ord': 3.729474983541803, 'khr': 3.0539305495470055, 'tir': 3.8165253581616985, 'mor': 5.1049309476786116, 'shr': 3.033413429888086}
Yearly df2: 5.117789504111936
Monthly df3: {'mhn': 0.9788203036053136, 'abn': 1.3880836812144197, 'azr': 2.261100569259963, 'dey': 2.8681068311195452, 'bah': 3.6279780834914606, 'esf': 4.378793358633775,
'far': 3.1205222960151793, 'ord': 2.4891749525616715, 'khr': 2.3298075901328277, 'tir': 3.2256775142315, 'mor': 3.016053889943075, 'shr': 1.923243927893738}
Yearly df3: 2.6339469165085387

Process finished with exit code 0
```

جدول ۹: میانگین دما در سه سال پرداده حوضه آبریز دریایی مازندران

سالانه	ماه	ژانویه	فبروری	مارس	آپریل	مای	آجیشت	ژوئن	اگوست	سپتامبر	اکتبر	نومبر	دسمبر	آن	میانگین دماي کل منطقه	
		(C°)														در سال آبی ۹۰
3.7655		1.98	2.83	2.32	2.54	2.78	4.22	5.12	8.02	5.41	3.7	2.74	3.49			
5.1178		3.033	5.1	3.81	3.05	3.72	5.4	12.82	9.67	4.78	4.14	2.58	3.27			
2.634		1.92	3.01	3.23	2.33	2.49	3.12	4.38	3.63	2.87	2.26	1.38	0.98			

✓ متوسط بارش کل منطقه در سه سال پر ۱۵۵

سپس با استفاده از کد monthlyavg_3year_baresh.py مقدار کل بارش ماهانه برای هر سه سال

و ۹۳ (df3) محاسبه شد که خروجی آن به صورت دیکشنری زیر می‌باشد:

```
monthlyavg_3year_baresh x monthlyavg_3year_tabkhir x
C:\Users\yasna\AppData\Local\Programs\Python\Python39\python.exe F:/Masters/classes/Term2/HW/Hydrology/4/Data/Question6/baresh/monthlyavg_3year_baresh.py
Monthly df1: {'mhr': 30.796205357142878, 'abn': 31.70379464285715, 'azr': 12.783035714285708, 'dey': 48.69999999999996, 'bah': 49.51160714285711, 'esf': 65.3366071428571,
'far': 32.20848214285716, 'ord': 65.44553571428573, 'khr': 25.35424107142856, 'tir': 22.64531250000001, 'mor': 28.15424107142857, 'shr': 59.93303571428567}
Yearly df1: 472.5720982142856
Monthly df2: {'mhr': 61.52451193058571, 'abn': 115.80563991323214, 'azr': 32.90954446854667, 'dey': 35.90802603036877, 'bah': 66.0401301518438, 'esf': 57.85574837310195, 'fan':
44.226466420824298, 'ord': 38.56876355748378, 'khr': 42.66052060737528, 'tir': 52.63991323210418, 'mor': 11.213882863340563, 'shr': 54.4069414316703}
Yearly df2: 613.7600867678962
Monthly df3: {'mhr': 47.464096916299546, 'abn': 69.86784140969169, 'azr': 71.25770925110128, 'dey': 9.330396475770925, 'bah': 30.514317180616757, 'esf': 44.17136563876657,
'far': 52.36960352422904, 'ord': 33.73854625550662, 'khr': 45.70506607929523, 'tir': 25.632599118942753, 'mor': 13.641189427312773, 'shr': 17.418281938326}
Yearly df3: 461.11101321585926

Process finished with exit code 0
```

جدول ۱۰: میانگین بارش در سه سال پرداده حوضه آبریز دریای مازندران

سالانه	ژانویه	فEBR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEPT	OCT	NOV	DECEMBER	ماه	میانگین بارش کل منطقه (mm)
472.5 7	59.93	28.15	22.65	25.35	65.45	32.21	65.34	49.51	48.7	12.78	31.7	30.79	در سال آبی ۹۰
613.7 6	54.41	11.21	52.64	42.66	38.57	44.23	57.86	66.04	35.91	32.91	115.8 1	61.52	میانگین بارش کل منطقه (mm) در سال آبی ۹۱
461.1 1	17.42	13.64	25.63	45.71	33.73	52.37	44.17	30.51	9.33	71.26	69.87	47.46	میانگین بارش کل منطقه (mm) در سال آبی ۹۳

✓ متوسط تبخیر کل منطقه در سه سال پرداده

سپس با استفاده از کد monthlyavg_3year_tabkhir_.py مقدار کل تبخیر ماهانه برای هر سه سال ۹۰ (df1)، ۹۱ (df2) و ۹۳ (df3) محاسبه شد که خروجی آن به صورت دیکشنری زیر می‌باشد:

```

monthlyavg_3year_tabkhir.x
C:\Users\yasna\AppData\Local\Programs\Python\Python39\python.exe F:/Masters/classes/Term2/HW/Hydrology/4/Data/Question6/tabkhir/monthlyavg_3year_tabkhir.py
Monthly df1: {'mhr': 126.86305732484185, 'abn': 69.47770700637, 'azr': 53.184076433120566, 'dey': 15.594267515923617, 'bah': 16.586624203821742, 'esf': 21.634394904458627,
'far': 99.8331210191092, 'ord': 119.27834394904549, 'khr': 185.88089171974633, 'tir': 235.25414012738744, 'mor': 237.71210191082739, 'shr': 140.78726114649788}
Yearly df1: 1322.0859872611502
Monthly df2: {'mhr': 115.47405863291251, 'abn': 38.67151898734147, 'azr': 12.64430379746842, 'dey': 15.722784810126624, 'bah': 11.65379746835448, 'esf': 23.503164556961984,
'far': 87.86962025316535, 'ord': 144.31202531645695, 'khr': 208.8341772151905, 'tir': 202.97341772152075, 'mor': 254.41518987341587, 'shr': 175.54936708860947}
Yearly df2: 1291.6234177215242
Monthly df3: {'mhr': 126.06516129032356, 'abn': 57.592258064516244, 'azr': 28.291612903225783, 'dey': 12.89548387096786, 'bah': 14.389677419354884, 'esf': 29.1458086451612888,
'far': 83.34387096774248, 'ord': 162.79935483871137, 'khr': 207.52967741935632, 'tir': 244.49290322580524, 'mor': 272.61483870967476, 'shr': 211.90451612903394}
Yearly df3: 1451.0651612903252
Process finished with exit code 0

```

مقدار ضریب اصلاحی محاسبه تبخیر سطح آزاد آب بر اساس تبخیر تشتت(k) با مقایسه مقادیر مختلف در نظر گرفته شده در گزارش بیان آب تعدادی از محدوده‌های مطالعاتی حوضه دریایی مازندران برابر ۰.۸ در نظر گرفته شد.

جدول ۱۱: متوسط تبخیر سالانه و ماهانه حوضه اصلی دریایی مازندران

سالانه	آبی	آذار	اردیبهشت	خرداد	تیر	مرداد	شهریور	مهر	آبان	آذر	دی	بهمن	اسفند	ماه
1322.09	140.79	237.71	235.25	158.88	119.28	99.83	21.63	16.59	15.59	53.18	69.48	126.86	متوجهه کل (mm) در سال ۹۰ آبی	تبخیر از سطح آزاد (mm) در سال ۹۰ آبی
1057.67	112.63	190.17	188.2	148.7	95.42	79.87	17.31	13.27	12.48	42.58	55.58	101.49	تبخیر از سطح آزاد (mm) در سال ۹۰ آبی	متوجهه کل (mm)
1291.62	175.55	254.42	202.97	208.83	144.31	87.87	23.5	11.65	15.72	12.64	38.67	115.47	تبخیر از سطح آزاد (mm) در سال ۹۰ آبی	متوجهه کل (mm)

													در سال ۹۱ آبی
													تبخیر از سطح آزاد (mm) در سال ۹۱ آبی
1033.29													متوسط تبخیر از تشتک کل منطقه (mm) در سال ۹۳ آبی
1451.06													تبخیر از سطح آزاد (mm) در سال ۹۳ آبی
1160.85													تبخیر از سطح آزاد (mm) در سال ۹۳ آبی

۷ تبخیر تعرق پتانسیل حوضه آبریز دریای مازندران

برای محاسبه تبخیر و تعرق پتانسیل در حوضه دریای مازندران از روش تورنت وایت استفاده شد که روابط آن به صورت زیر می‌باشد:

$$ET_p = 16 \left(\frac{t_n}{I} \right)^a$$

$$I = \sum_{n=1}^{12} \left(\frac{t_n}{5} \right)^{1/514} = \sum_{n=1}^{12} i_n$$

$$a = (-0.675 I^3 - 77 / I^2 + 17920 I + 492390) 10^{-6}$$

$$i_n = \left(\frac{t_n}{5} \right)^{1/514}$$

ET_p: تبخیر و تعرق پتانسیل ماهانه به میلیمتر.

t_n: درجه حرارت متوسط ماهانه به درجه سانتیگراد.

I: شاخص حرارتی سالانه که از مجموع شاخصهای حرارتی ماهانه بدست می‌آید.

In: شاخص حرارتی ماهانه که براساس درجه حرارت متوسط ماهانه برآورد می‌شود.

a: ضریبی است که از نقطه‌ای به نقطه دیگر متفاوت بوده و به شاخص حرارتی سالانه بستگی دارد.

بدین ترتیب با استفاده از کد potential_ET.py مقدار تبخیر تعرق ماهانه هر سال محاسبه شد و مجموع آن در

هر سال به عنوان تبخیر تعرق پتانسیل سالانه در جدول زیر گزارش شده است:

جدول ۱۲: تبخیر و تعرق پتانسیل در حوضه آبریز دریای مازندران

ماه	ژانویه	فEBR	مرس	APR	MAJ	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DECEMBER	سالانه
55	27.73	34.82	30.66	32.51	34.41	44.87	50.77	67.56	52.58	41.29	34.04	39.79	491.0
90	28.25	41.23	33.38	28.39	32.82	42.97	80.46	65.6	39.33	35.42	25.12	29.84	482.8

														سال آبی ۹۱
														تبخیر تعرق پتانسیل (mm)
														سال آبی ۹۳
505.9 9	35.75	46.33	48.16	39.93	41.48	47.25	57.43	51.53	45	39.25	29.63	24.23		

۸ تبخیر تعرق حقیقی حوضه آبریز دریای مازندران

پس از محاسبه تبخیر و تعرق پتانسیل، جدولی تنظیم می شود (جدول ۱۳) که در آن مقادیر بارندگی هر ماه با تبخیر و تعرق پتانسیل همان ماه مقایسه می شود. اگر میزان بارندگی مساوی یا کمتر از میزان تبخیر و تعرق پتانسیل باشد، کل بارش به عنوان تبخیر و تعرق حقیقی در نظر گرفته می شود. اگر میزان بارندگی از تبخیر و تعرق پتانسیل بیشتر باشد، مازاد بارندگی پس از کسر آب مورد نیاز رطوبت خاک به عنوان بارندگی مفید تعیین می گردد اما به دلیل عدم وجود داده های مربوط رطوبت خاک، درصورتی که میزان بارندگی از تبخیر و تعرق پتانسیل بیشتر باشد، تبخیر و تعرق حقیقی برابر با تبخیر و تعرق پتانسیل درنظر گرفته می شود:

جدول ۱۳: محاسبه تبخیر و تعرق پتانسیل و واقعی از بارندگی حوضه آبریز دریای مازندران به روش تورنت وایت در سال آبی ۹۰

سالانه	ماه	ماه	ماه											
491.0 55	27.73	34.82	30.66	32.51	34.41	44.87	50.77	67.56	52.58	41.29	34.04	39.79		تبخیر تعرق پتانسیل (mm)
472.57	59.93	28.15	22.65	25.35	65.45	32.21	65.34	49.51	48.7	12.78	31.7	30.79		متوسط بارندگی کل منطقه (mm)

														سال آبی ۹۰
346.0 5	27.73	28.15	22.65	25.35	34.41	32.21	50.77	49.51	48.7	12.78	31.7	30.79		تبخیر تعرق حقيقي (mm) در سال ۹۰ آبی

جدول ۱۴: محاسبه تبخیر و تعرق پتانسیل و واقعی از بارندگی حوضه آبریز دریای مازندران به روش تورنت وايت در سال آبی ۹۱

سالانه	شهریور	مرداد	ژوئیه	آباد	اردیبهشت	خرداد	مهر	مهرین	اسفند	دی	بهمن	اردیبهشت	بهمن	ماه
482.8 3	28.25	41.23	33.38	28.39	32.82	42.97	80.46	65.6	39.33	35.42	25.12	29.84		تبخیر تعرق پتانسیل (mm) سال آبی ۹۱
613.76	54.41	11.21	52.64	42.66	38.57	44.23	57.86	66.04	35.91	32.91	115.81	61.52		متوسط بارندگی کل منطقه (mm) سال آبی ۹۱
424.1 6	28.25	11.21	33.38	28.39	32.82	42.97	57.86	65.6	35.91	32.91	25.12	29.84		تبخیر تعرق حقيقي (mm) در سال ۹۱ آبی

جدول ۱۵: محاسبه تبخر و تعرق پتانسیل واقعی از بارندگی حوضه آبریز دریای مازندران به روش تورنت وايت در سال آبی ۹۳

۹ آبدهی حوضه آبریز دریای مازندران

با بررسی نقشه حوضه آبریز دریای مازندران و شبکه رودخانه متناظر آن مشاهده می شود که این حوضه فاقد دبی ورودی بوده و تنها جریان های خروجی به سمت دریای خزر و مرزهای شمالی ایران دارد. با بررسی مرز شمالی این حوضه محدوده های شامل جریان خروجی مشخص گردید و به عنوان نماینده دبی خروجی ازین نقاط، داده های یکی از ایستگاه های نزدیک خروجی هر کدام از آن ها برای محاسبات برداشت شد. محدوده های خروجی، ایستگاه منتخب خروجی و مساحت زهکشی منتهی به خروجی در جدول ۱۶ قرار داده شده است. دقت شود که برای هر نقطه خروجی نه تنها مساحت محدوده ای که در آن واقع بود در نظر گرفته شد بلکه تمامی محدوده هایی که به داخل این محدوده خروجی زهکشی می شدند نیز به عنوان مساحت زهکشی متناظر با ایستگاه محدوده هایی

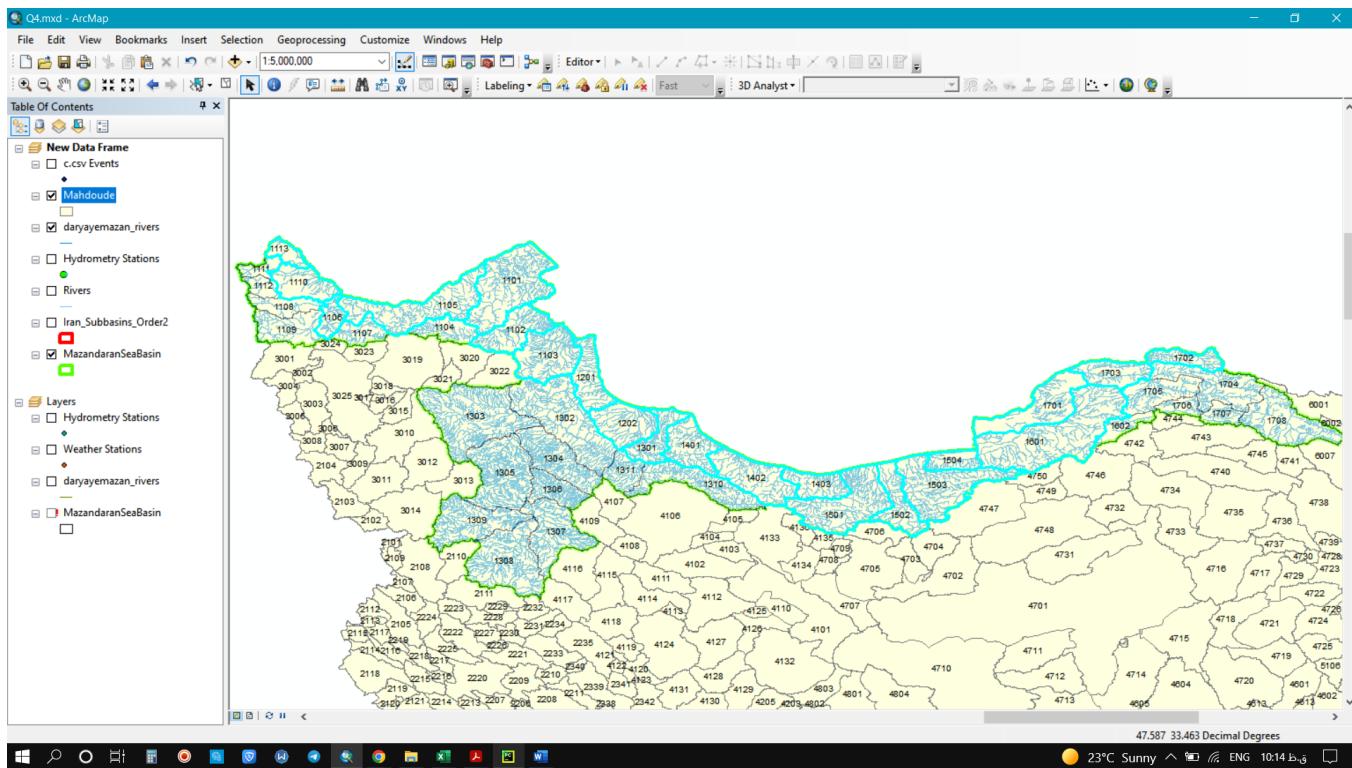
خروجی در نظر گرفته شد. سپس با محاسبه مساحت زهکشی هر ایستگاه خروجی، نسبت مساحت حوضه درجه ۱ به مساحت زهکشی محاسبه شد تا با استفاده از روش نسبت مساحت زهکشی (The Drainage Area Ratio) بتوانیم از متوسط دبی ماهانه و سالانه هر ایستگاه خروجی به متوسط دبی ماهانه و سالانه کل حوضه بررسیم (از مساحت ایستگاهها به دلیل ناقص بودن گزارشات مقادیر آنها در محاسبات استفاده نشد؛ مساحت محدوده ها از شیپ فایل محدوده ها استخراج شده است؛ مساحت و ضرایب هر کدام با استفاده از کد monthlyavg_3year_debi_.py محاسبه شده است). روش نسبت مساحت زهکشی به صورت زیر می باشد:

$$\frac{Q_{y,t}}{Q_{x,t}} = \frac{A_y}{A_x}$$

Ay,Qyt : مساحت و دبی حوضه هدف (target) یا (ungauged)؛ در اینجا حوضه ۱
Ax,Qxt : مساحت و دبی حوضه اهدا کننده (donor) یا (gauged)؛ در اینجا مساحت زهکشی متناظر هر ایستگاه

جدول ۱۶: اطلاعات محدوده ها و ایستگاه های شامل دبی خروجی

کد ایستگاه	محدوده خروجی	کد ایستگاه	مساحت محدوده خروجی	نسبت مساحت حوضه درجه ۱ به مساحت زهکشی (km ²)
19-015	1110		1111,1112	35.15
19-043	1106		1107,1108,1109	20.54
19-131	1105		-	26.02
19-119	1101		1102,1104	12.87
19-981	1103		-	36.43
18-025	1201		-	54.6
18-083	1202		-	45.7
17-059	1301		1302,1303,1304,1305,1306, 1307,1308,1309,1310,1311	2.95
16-057	1401		-	49.34
16-025	1402		-	36.25
16-009	1403		-	69.6
14-017	1501		-	25.73
14-007	1502		-	53
13-006	1503		-	25.23
12-055	1504		-	101.16
12-097	1601		1602	13.48
11-069	1701		-	32.7
11-073	1703		1704,1705,1706,1707,1708	9.15
19-001	1113		-	153.55
11-051	1702		-	91.95



شکل ۴: تصویر محدوده‌های شامل دبی خروجی (انتخاب شده به رنگ آبی آسمانی)

برای یافتن متوسط دبی ماهانه و سالانه هر ایستگاه خروجی از کد monthlyavg_3year_debi.py استفاده شد (ورودی کد اکسل debi_vahed.xlsx می‌باشد) و پس از محاسبه نسبت مساحت زهکشی منتهی به هر ایستگاه و ضرب آن در مقادیر دبی متوسط ایستگاه، متوسط دبی سالانه و ماهانه حوضه درجه ۱ از هر کدام از ایستگاه‌ها محاسبه شد و در آخر مجموع این مقادیر به عنوان متوسط دبی سالانه حوضه درجه ۱ در حدود ۱۷ گزارش شده است. محاسبات یافتن متوسط دبی هم برای سال‌های ۹۰، ۹۱ و ۹۳ انجام شد چراکه جزو سال‌های برتر پرداده دبی هستند (لازم به ذکر است که در هر سال ۶ ایستگاه از ۲۰ ایستگاه انتخابی داده ثبت شده نداشتند که داخل کد در هر run به کد آنها اشاره شده است).

```
threeyeardebi >
years: counts
95 : 344
91 : 343
93 : 343
96 : 341
97 : 338
90 : 336
89 : 327
87 : 322
88 : 321
94 : 318
```

جدول ۱۷: متوسط دیه خروجی ماهانه و سالانه حوضه آبریز دریای مازندران

ماه	سال آبی	متوسط دبی خروجی (m3/s)	متوسط دبی سال آبی	سالانه											
				ژانویه	فوریه	مارس	آپریل	پنجم	جنوری	اگسٹ	سپتامبر	کوئنٹی	نومبر	دسمبر	
اگسٹ	۹۰	2750.3	1325.4	498.5	758.6	806.4	903.1	965.1	1159.5	1218.8	1251.8	1264.25	1917.26	2410.9	4180.0
سپتامبر	۹۱	3864.9	2771.3	698.5	1160	1291.96	1464.8	1693	2009.6	2044.38	2243.9	2396.5	3341.14	3698.67	8740.0
کوئنٹی	۹۳	2862.4	1334.8	307.3	353.9	463.7	504.3	875.3	1126.6	1190.88	1216.9	1919.36	2407.1	2789.8	4201.0

۱. چاههای حوضه آبریز دریای مازندران

در این قسمت اکسل های اطلاعات سطح آب هر ۷ زیر حوضه درجه ۲ دریافت و ادغام شد. سپس با استفاده از داده های این اکسل و کد Wells.py تعداد چاه ها و دوره زمانی ثبت داده های چاه ها محاسبه شد. متأسفانه چاه ها فاقد کد هستند و تعداد آن ها از روی مختصات جغرافیایی آنها محاسبه شد که طبق طول و یا عرض دو عدد مختلف برای تعداد چاه ها یعنی ۱۴۹۱ و ۱۴۹۵ حلقه چاه گزارش شد. همچنین از سال ۱۳۴۴ تا سال ۱۳۹۷ داده ثبت شده است.

```
Wells x |  
C:\Users\yasna\AppData\Local\Programs\  
well count: 1491  
well count: 1495  
az sale 1344 ta sale 1397  
az sale abi 45 ta sale abi 98
```

۱۱ متوسط تبخیر از آب زیرزمینی حوضه آبریز دریای مازندران

ثبت داده های سطح آب چاه ها بر اساس سال عادی می باشد، در قسمت اول کد monthlyavg_3year_GW.py ابتدا دیتا فریمی بر اساس هر سه سال آبی ۹۰، ۹۱ و ۹۳ تشکیل شد (براس مثال برای تشکیل سال آبی ۹۰، نیمه دوم سال ۱۳۸۹ و نیمه اول سال ۱۳۹۰ داخل دیتا فریم در نظر گرفته شد) تا متوسط سطح آب طبق سال آبی محاسبه شود. خروجی این کد به صورت دیکشنری از ماه ها و متوسط سطح آب متناظر در هر کدام می باشد که به صورت زیر است:

```
monthlyavg_3year_GW
Year 1:
Monthly df1: {7: 15.077286764705875, 8: 14.812223032069955, 9: 14.5999708609845702, 10: 13.317913299044818, 11: 11.782424687729604, 12: 14.114647058823529, 1: 14.131492647058849, 2: 14.326399706098455, 3: 14.87469897209986, 4: 15.480073313782976, 5: 15.934695524578132, 6: 15.8784338213763}
Yearly df1: 14.527521583164619
Year 2:
Monthly df2: {7: 15.524608567208261, 8: 14.727845468053474, 9: 14.87319227913881, 10: 14.882477702192004, 11: 13.323427715355828, 12: 13.62328042328044, 1: 14.521463046757171, 2: 14.580701357466086, 3: 15.143011320754727, 4: 15.629517345399691, 5: 15.97456179775281, 6: 15.97051243406178}
Yearly df2: 14.897883288118427
Year 3:
Monthly df3: {7: 15.861795642374155, 8: 14.18381790820164, 9: 14.55102852852853, 10: 14.093762762762747, 11: 14.436614466815799, 12: 15.045507462686572, 1: 14.850678598061148, 2: 15.34222554144833, 3: 15.895679104477589, 4: 16.414754829123293, 5: 16.461734921816827, 6: 16.543549589858294}
Yearly df3: 15.306762446346285

Process finished with exit code 0
```

جدول ۱۸: متوسط سطح آب ماهانه حوضه آبریز دریای مازندران

ماه	پیاپی	آب	سطح	متروپل
سالانه	اردیشہ	گوند	گلزار	گلزار
14.53	15.87	15.93	15.48	14.87
	14.33	14.13	14.44	11.78
	14.6	13.31	14.81	15.07
				7
				زیرزمینی (m)
				سال آبی ۹۰

														متوسط سطح آب زیرزمینی (m) سال آبی ۹۱
14.9	15.97	15.975	15.63	15.14	14.58	14.52	13.62	13.32	14.88	14.87	14.73	15.52		
15.3	16.54	16.46	16.41	15.9	15.34	14.85	15.04	14.43	14.09	14.55	14.18	24.23 15.86		متوسط سطح آب زیرزمینی (m) در سال آبی ۹۳

از آنجایی که متوسط سطح آب زیرزمینی همواره بیشتر از ۵ متر مشاهده می‌شود، مقدار تبخیر از آب زیرزمینی را برابر 0 در نظر می‌گیریم.

اما در واقعیت تبخیر از سطح آب زیرزمینی وجود دارد چرا که انحراف از معیار مقادیر سطح آب در حوضه آبریز دریای مازندران بالا بوده (از 0 الی 156.25 متر گزارش شده است) بنابراین متوسط گیری در مقیاس حوضه درجه 1 اصولی نبوده و خطای زیادی را به معادله بیلان آب وارد می‌کند.

```
minmax_satheab ×
C:\Users\yasna\AppData\Local\Programs\Python\Python38\python.exe -u "C:/Users/yasna/Desktop/minmax_satheab.py"
min sathe ab: 0.0
max sathe ab: 156.52

Process finished with exit code 0
```

۱۲ جریان آب زیرزمینی ورودی و خروجی سالانه حوضه آبریز دریای مازندران

برای محاسبه جریان زیرزمینی ورودی و خروجی از نقشه‌های تراز آب زیرزمینی که مقاطع ورودی و خروجی آب زیرزمینی روی آن مشخص شده باشد و نیز نقشه هم قابلیت انتقال(T) استفاده می‌شود. در این تمرین مقادیر جریان آب زیرزمینی ورودی و خروجی از گزارش‌های بیلان آب محدوده‌های مطالعاتی برداشت شده است. از 43 محدوده مطالعاتی موجود در حوضه آبریز دریای مازندران تنها 27 محدوده مطالعاتی موجود می‌باشد که به ناچار از جریان احتمالی آب زیرزمینی 16 محدوده در محاسبات بیلان صرف نظر می‌شود.

با بررسی گزارش بیلان (عوامل ورودی و خروجی آب زیرزمینی هر محدوده) و نقشه‌های هم قابلیت انتقال رسوی برای محدوده‌های مرزی حوضه دریای مازندران، مقاطع ورودی و خروجی آبخوان‌های هر کدام ازین محدوده‌ها بررسی شد و سپس تنها جریان‌های زیرزمینی که از مقاطع مرزی حوضه درجه ۱ دریای مازندران صورت می‌گرفت به صورت جدول زیر برداشت و ثبت گردید (تنها ورودی و خروجی محدوده‌ها از یا به خارج حوضه درجه ۱ ثبت گردید).

جدول ۱۹: جریان ورودی و خروجی آب زیرزمینی حوضه دریای مازندران

ردیف	کد محدوده	جریان ورودی (MCM)	جریان خروجی (MCM)	
0	8	1104	1	
0	0	1107	2	
1.76	0	1202	3	
1.48	0	1301	4	
0	0	1302	5	
0	0	1303	6	
0	0	1304	7	
0	0	1305	8	
0	0	1306	9	
0	0	1307	10	
0	0	1308	11	
0	0	1309	12	
0	0	1310	13	
0	0	1311	14	
8.6	0	1401	15	
27.65	0	1402	16	
20.65	0	1403	17	
7.6	0	1501	18	
0.28	0	1502	19	
1.42	0	1503	20	
0	0	1504	21	
3.1	0	1601	22	
0	0	1602	23	
0	0	1705	24	
0	0	1706	25	
0	0	1707	26	
0	0	1708	27	
72.54	8	-	کل	

۱۳ مصارف آب، نفوذ از آنها به آبخوان و مصرف آب خالص

در حوضه دریای مازندران مصارف آب شامل مصرف کشاورزی، مصرف شرب و مصرف صنعت می‌باشد. همواره درصدی از مصارف آب به دلایل مختلف اعم از اتلاف شدن، دوباره به سمت حوضه و منابع آب آن نشست پیدا می‌کند در نتیجه مقدار واقعی یا خالص مصرف آب در واقع شامل تغیریق مقدار نشست (نفوذ) پیدا کرده

از آبهای کشاورزی یا شرب و صنعت از مقدار کل مصرف آب می‌باشد. برای یافتن مقدار متوسط ضریب نفوذ سه نمونه گزارش بیلان آب محدوده‌های حوضه دریای مازندران به نمایندگی از این حوضه بررسی شد. برای مثال در محدوده ۱۱۰۴ مقدار مصرف کشاورزی ۴۳.۶۳ میلیون مترمکعب و مقدار نفوذ از آن به آبخوان اهر ۸۸۷ میلیون متر مکعب است (درنتیجه مقدار ضریب نفوذ برابر $0.203 = 43.63 / 8.87$ است). در عین حال مصارف شرب و صنعت در آبخوان اهر به ترتیب ۱۴.۸۴ و ۲.۷۸ میلیون متر مکعب و نفوذ آنها معادل ۷.۰۵ میلیون متر مکعب است (ضریب نفوذ شرب ۰.۴۷۵ و صنعت برابر ۰.۵۳۶ است). همچنین در آبخوان ورزقان مصارف کشاورزی و نفوذ آن برابر ۷.۴۴ و ۱.۴۹ میلیون متر مکعب است (ضریب نفوذ کشاورزی برابر ۰.۲۱۱) و مصارف شرب ۰.۴۱ میلیون متر مکعب است که آن به آبخوان ورزقان نفوذ می‌کند (ضریب نفوذ آب شرب ۰.۶۱). همچنین به طور مشابه برای محدوده‌های ۱۱۰۷ و ۱۳۰۹ مقادیر ضریب نفوذ برابر ۰.۳۲۵ و ۰.۲۵، ضرایب آب شرب و صنعت نیز به ترتیب ۰.۶ و ۰.۶۴۷ به دست آمد. در ادامه مقادیر ضریب نفوذ مصرف کشاورزی برابر ۰.۲۵ و ضریب نفوذ شرب و صنعت برابر ۰.۶ در نظر گرفته می‌شود.

حال با داشتن ضرایب نفوذ مصارف مختلف آب، مقدار مصرف کل ناشی از مصارف کشاورزی، شرب و صنعت را از گزارش اکسل " خلاصه_وضعیت منابع_و_مصارف_آبهای_زیرزمینی_کشور.xlsx " استخراج کرده و با ضرب ضرایب نفوذ در آنها، مقدار نفوذ آب محاسبه شده و با کسر این مقدار از کل مصارف آب، به مقدار مصرف خاص آب می‌رسیم:

جدول ۲۰: مصارف آب کل و خالص سال آبی (۹۰-۱۳۸۹)

مصارف	مقدار کل مصارف (MCM)	مقدار نفوذ (MCM)	مقدار مصرف خالص (MCM)
کشاورزی	3844.31	1281.43	5125.75
شرب	476.57	714.85	1191.42
صنعت	75.1	112.66	187.76
کل مصارف	4395.9	2108.9	6504.93

جدول ۲۱: مصارف آب کل و خالص سال آبی (۹۱-۱۳۹۰)

مصارف	مقدار کل مصارف (MCM)	مقدار نفوذ (MCM)	مقدار مصرف خالص (MCM)
کشاورزی	3170.05	1056.68	4226.73
شرب	404.28	606.42	1010.7
صنعت	73.81	110.718	184.53
کل مصارف	3648.14	1773.8	5421.96

جدول ۲۲: مصارف آب کل و خالص سال آبی ۹۳ (۱۳۹۲-۱۳۹۳)

مصارف	مقدار کل مصارف (MCM)	مقدار نفوذ (MCM)	مقدار مصرف خالص (MCM)
کشاورزی	3310.47	1103.49	4413.96
شرب	256.82	385.23	642.05
صنعت	36.4	91	151.67
کل مصارف	3603.69	1579.72	5207.68

۱۴ تغییرات حجم ذخیره (معادله بیلان آب)

در انتهای مقادیر ورودی و خروجی آب که تا این مرحله برای هر سه سال محاسبه شد را به تفکیک سال داخل جدول های زیر قرار داده و تغییرات حجم ذخیره را با استفاده از اطلاعات هر جدول محاسبه می کنیم. لازم به ذکر است که سطح تبخیر آزاد در این محاسبات برابر مساحت بزرگترین تالاب حوضه یعنی تالاب میانکاله به وسعت ۱۱۸۱۱۰.۷ مترمربع در نظر گرفته شد، برای محاسبه تبخیر از سطح آزاد مقدار تبخیر از سطح آزاد را در این مساحت برای هر سال ضرب می کنیم:

جدول ۲۳: عوامل ورودی و خروجی بیلان سال آبی ۹۰ حوضه آبریز دریای مازندران

عامل	ورودی (MCM)	خروجی (MCM)
حجم بارش P	82728.1	-
رواناب ورودی	0	-
جريان ورودی آب زیرزمینی	8	-
تبخير از آب سطحی	-	0.0147408
تبخير از آب زیرزمینی	-	0
تبخير تعرق ET	-	60579.5
رواناب خروجی	-	41800
جريان خروجی آب زیرزمینی	-	72.54
محرف خالص	-	4395.9

جدول ۲۴: عوامل ورودی و خروجی بیلان سال آبی ۹۱ حوضه آبریز دریای مازندران

عامل	ورودی (MCM)	خروجی (MCM)
حجم بارش P	107444.83	-
رواناب ورودی	0	-
جريان ورودی آب زیرزمینی	8	-
تبخير از آب سطحی	-	0.122042

0	-	تبخیر از آب زیرزمینی
74253.4496	-	تبخیر تعرق ET
87400	-	رواناب خروجی
72.54	-	جريان خروجی آب زیرزمینی
3648.14	-	مصرف خالص

جدول ۲۵: عوامل ورودی و خروجی بیلان سال آبی ۹۳ حوضه آبریز دریای مازندران

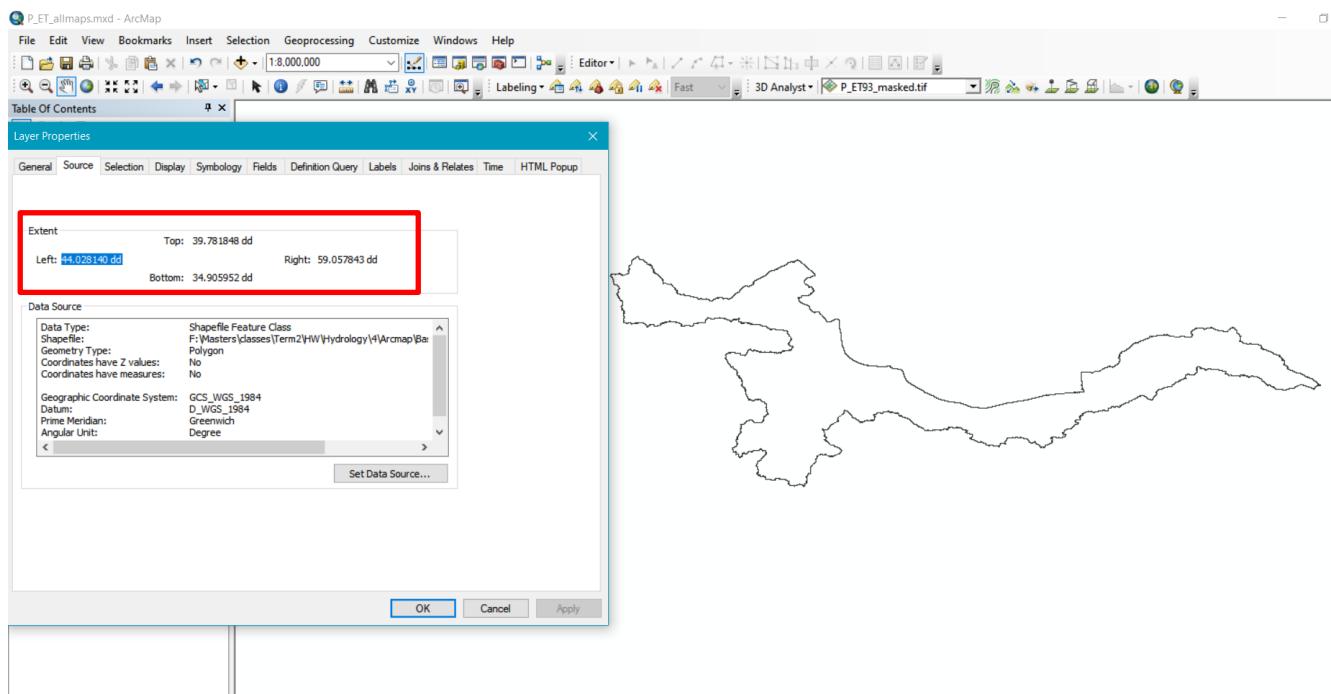
عامل	ورودی (MCM)	خروجی (MCM)
حجم بارش P	80721.9	-
رواناب ورودی	0	-
جريان ورودی آب زیرزمینی	8	-
تبخیر از آب سطحی	-	0.1371
تبخیر از آب زیرزمینی	-	0
تبخیر تعرق ET	-	62097.3
رواناب خروجی	-	42010
جريان خروجی آب زیرزمینی	-	72.54
مصرف خالص	-	3603.69

سال آبی	تغییرات حجم ذخیره آب از داده زمینی (MCM)
۹۰	-24111.8
۹۱	-57921.3
۹۳	-27053.6

۱۵ سری زمانی بارش، دما، تبخیر تعرق و دخیره آب با استفاده از داده‌های ماهواره‌ای

در این بخش از تمرین به بعد اطلاعات مورد نیاز را از داده‌های ماهواره‌ای به دست می‌آوریم. برای داده‌های بارش، دما و تبخیر تعرق داده‌های ماهانه GLDAS Noah Land Surface Model L4 monthly ver2.1 را برای هر سه سال انتخاب شده در مراحل قبل (سالهای آبی ۹۰، ۹۱ و ۹۳) دانلود می‌کنیم. رزولوشن ۰.۲۵*۰.۲۵ را برای حوضه آبریز دریای مازندران انتخاب شد. مختصات محدوده برای دانلود دیتای هرسال آبی میلادی از ۱۰/۰۱/year تا ۰۹/۳۰/year در نظر گرفته شد. مختصات محدوده برای دانلود دیتای هرسال آبی میلادی از ۱۰/۰۱/year تا ۰۹/۳۰/year در نظر گرفته شد. مختصات محدوده برای دانلود دیتای هرسال آبی میلادی از ۱۰/۰۱/year تا ۰۹/۳۰/year در نظر گرفته شد.

نیز مطابق اطلاعات استخراج شده از شیپ فایل حوضه آبریز دریای مازندران انتخاب شد:



شکل ۵: اکستنت حوضه آبریز دریای مازندران

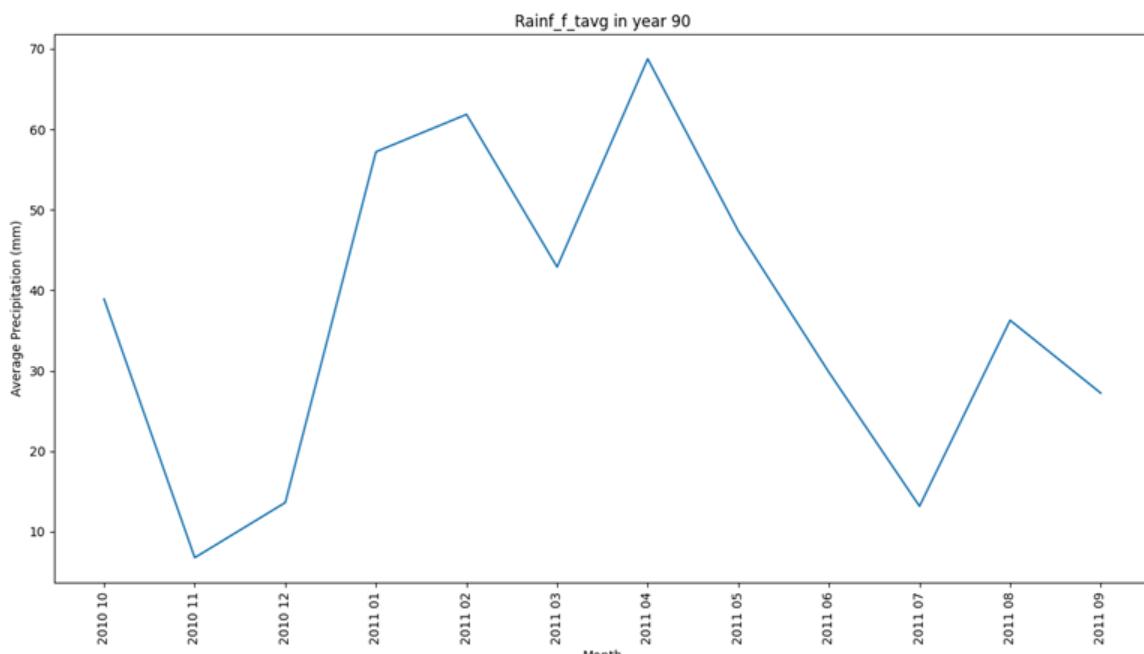
Processing Level	Begin Date	End Date
4	2000-01-01	2022-03-01
4	2000-01-01	2022-03-01
4	2003-02-01	2022-03-01
4	2000-01-01	2022-03-01

شکل ۶: اطلاعات لازم برای دانلود داده‌های ماهواره‌ای GLDAS

هر کدام از فایل‌های netcdf در واقع ماتریس‌های سه بعدی شامل عرض جغرافیایی طول جغرافیایی و زمان (در اینجا ماهانه) هستند که داخل این ماتریس برای هر پیکسل (هر درایه معادل یک پیکسل) مقادیر بارش و دما و تبخیر تعرق به صورت ماهانه ثبت شده است. پس از دریافت این فایل‌های ماهانه برای هر سه سال با استفاده از کدهای timeseri90.py ، timeseri91.py و timeseri93.py سری زمانی هر سه داده بارش، تبخیر تعرق و دما محاسبه شد. باید دقت شود که داده‌های دریافت شده مربوط به محدوده‌ای مستطیلی هستند و فراتر از حوضه مورد نظر را دربر می‌گیرند. ازین رو ابتدای هر سه کد رویکردی اتخاذ شد تا پیکسل‌هایی ازین فایلهای netcdf که خارج از شیپ فایل حوضه آبریز قرار می‌گیرند حذف شده و وارد ماسبات نشوند. سپس این کدها برای هر سه نوع داده تمامی فایلهای موجود داخل فolder هر سال را فراخوانی کرده و با تولید فایلی با فرمت csv از آنها، این داده‌ها را به فرمت دیتافریم درآورده تا بتوان محاسبات متوسط گیری را به راحتی انجام داد و تنها پیکسل‌های داخل حوضه را درنظر گرفت. در این کدها برای محاسبه متوسط داده در هر فایل netcdf (یا در هر ماه) میانگین تمامی مقادیر ثبت شده در هر فایل (یا در هر ماه) محاسبه و به عنوان مقدار متوسط آن ماه اعلام شد. سپس میانگین مقادیر متوسط هر ماه گرفته شد و به عنوان متوسط سالانه آن داده داخل کد گزارش شد. همچنین در هر ران کد به صورت خودکار نمودار سری زمانی داده مورد نظر (بارش، دما و با تبخیر تعرق) را رسم می‌کند. لازم به ذکر است که واحد داده‌های بارش و تبخیر تعرق $\text{kg/m}^2\text{s}$ بوده و برای تبدیل آن‌ها به میلیمتر (برای مقایسه راحت تر با متوسط داده‌های زمینی) این مقادیر در $24 * 30 * 3600 * 1000 * 0.001$ ضرب شده تا به میلی متر تبدیل شوند، از طرفی داده دما نیز بر حسب کلوین بوده که از مقادیر آن 273 واحد کسر شده تا به درجه سلسیوس تبدیل شود.

خروچی این کدها و نمودارهای سری زمانی داده‌های بارش، دما و تبخیر تعرق به صورت زیر می‌باشند:

(a) سال آبی ۹۰



نمودار ۲: سری زمانی بارش ماهواره‌ای حوضه دریایی مازندران در سال آبی ۹۰

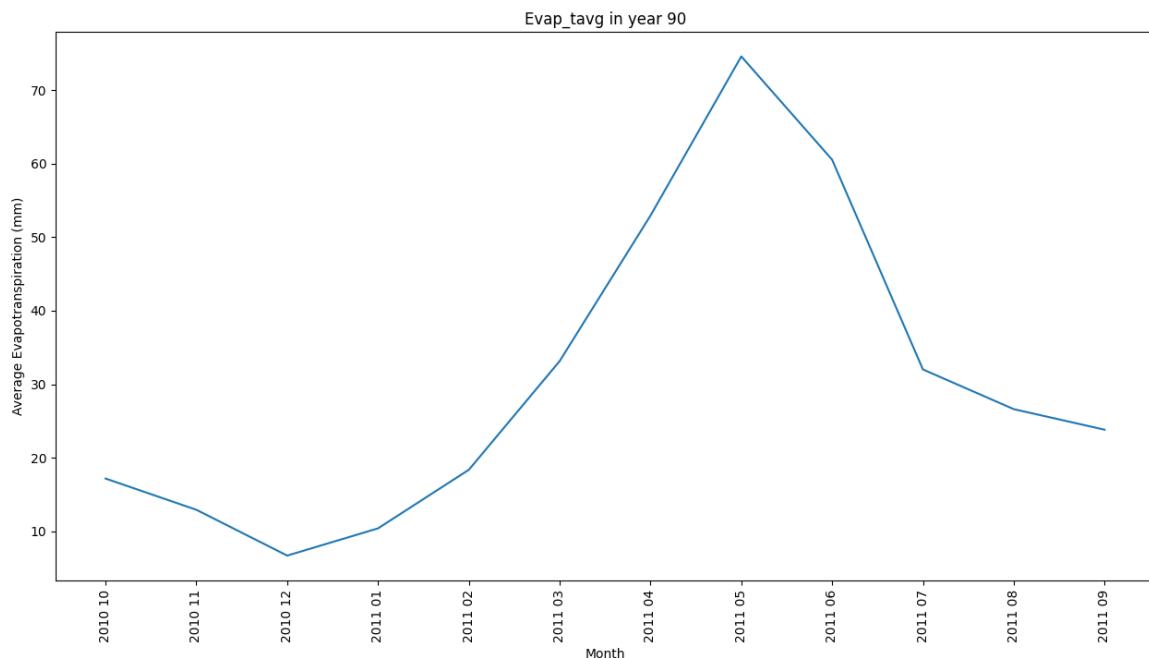
عوامل متعددی در بارش‌های حاشیه جنوبی دریای خزر تأثیرگذار می‌باشد. عوامل محیطی محلی از جمله عواملی است که در قسمت‌هایی از حاشیه جنوبی دریای خزر که رشته کوه البرز به ساحل دریا نزدیک شده است، تشدید می‌گردد [2]. عوامل محیطی محلی عبارتند از:

- الف - تزریق رطوبت از دریای خزر به توده‌هوا
- ب - مجاورت دریا و ساحل در امتداد مداری
- ج - وجود رشته کوه البرز در حاشیه جنوبی ساحل
- د - هجوم هوای سرد از عرض‌های بالاتر
- ه - بافت جنگلی در این مناطق

وجود این عوامل محیطی محلی روند حاکم بر بارش این مناطق را نیز با دشواری و پیچیدگی همراه کرده است و بررسی فیزیک این پدیده در حوضه دریایی مازندران را دوچندان سخت کرده است. به طوری که مطالعات متعددی بدون نتیجه مشابه، باعث ایجاد نظریه‌های مختلفی برای توجیه ساز و کار بارش‌های مناطق حاشیه جنوبی دریای خزر شده است [2].

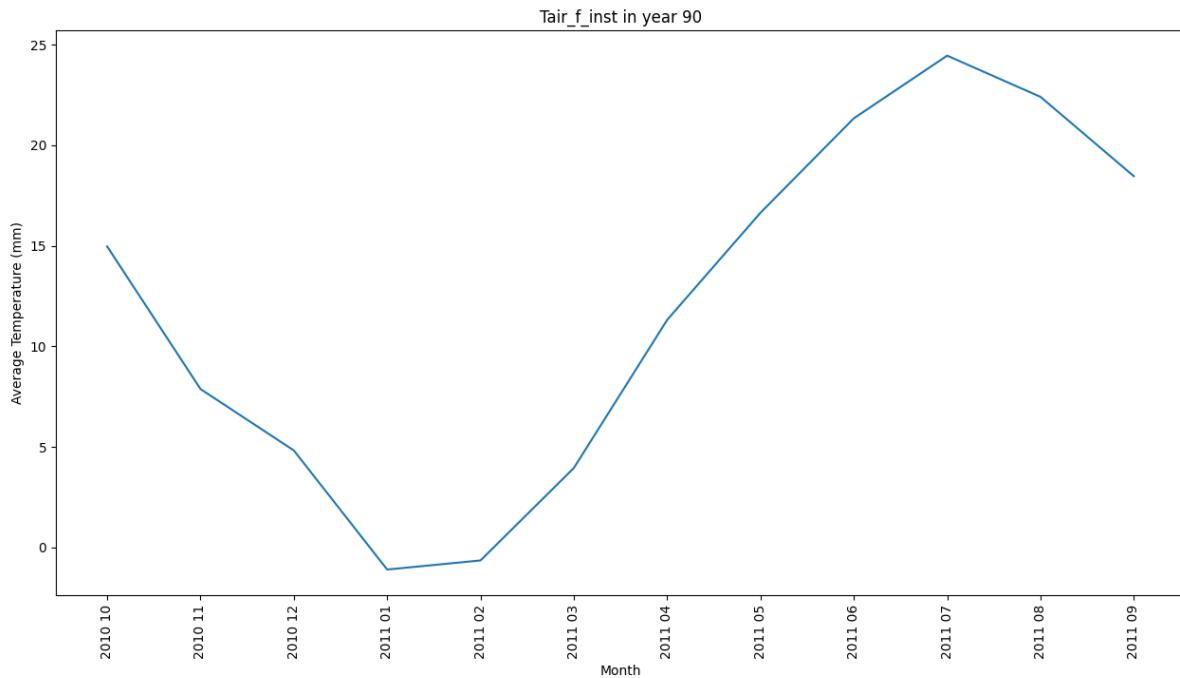
بنابراین با قطعیت نمی‌توان درباره چگونگی روند بارش و دلایل تغییرات آن در حوضه دریایی مازندران نظر داد اما با توجه به نمودارهای سری زمانی رسم شده نوسانات دوره‌ای به وضوح نمایان می‌باشد. همانطور که انتظار می‌رود، مقدار حداقل بارش در بازه پاییز و زمستان و ابتدای بهار رخ داده است و هر چه به سمت ماه‌های پایانی سال آبی پیش می‌رویم (به سمت تابستان) از میزان متوسط بارش کم می‌شود که نشان‌دهنده روندی منطقی است. از طرفی حوضه دریایی مازندران حوضه‌ای با متوسط بارش سالانه بالایی است و در تمامی فصول سال در این حوضه امکان بارش نزولات جوی وجود دارد. چنانچه نوسانات تصادفی در روند بارش مشاهده می‌شود می‌تواند

ناشی از تغییر در هر کدام از عوامل محیطی مذکور و موثر بر بارش این حوضه باشد. حداکثر بارش در این سال در ماه فروردین (اپریل) و حداقل بارش در ماه آبان (نومبر) رخ داده است.



نمودار ۳: سری زمانی تبخیر و تعرق ماهواره‌ای حوضه دریایی مازندران در سال آبی ۹۰

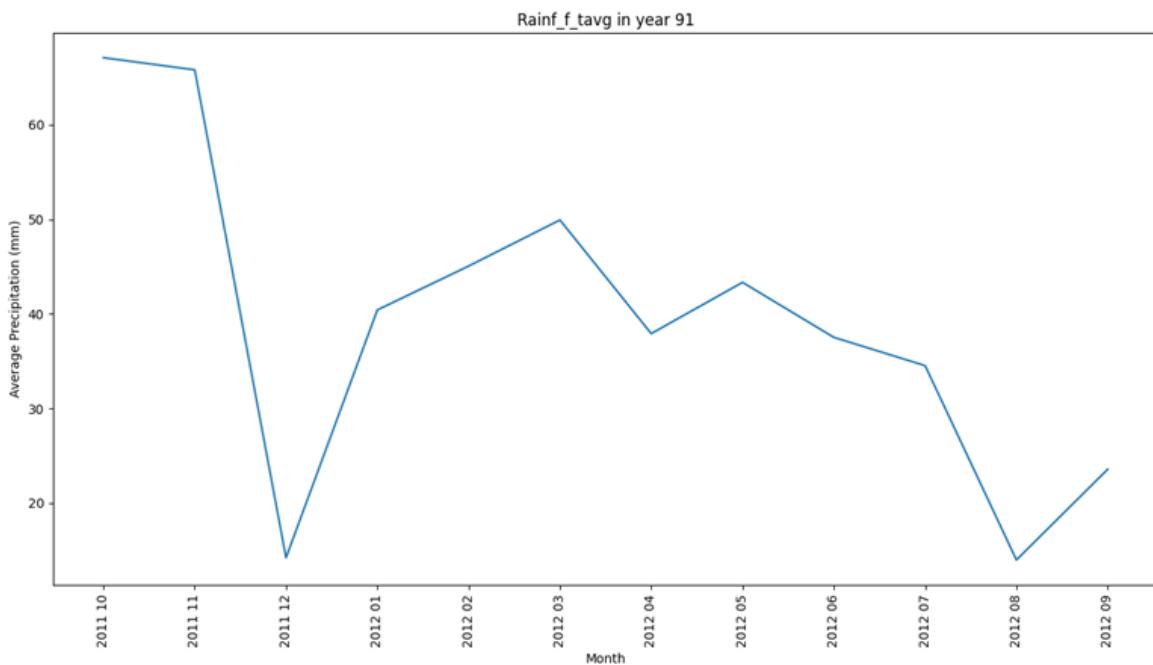
به طور معمول بیشترین میزان تبخیر و تعرق در بیشتر مناطق در تابستان (دوره زمانی با دمای بالا) رخ می‌دهد. در حوضه دریایی مازندران و با توجه به نمودار ۳ مشاهده می‌شود که میزان تبخیر و تعرق با نزدیک شدن به بهار روندی صعودی دارد و در بازه بهار تا ابتدای تابستان شاهد بیشترین میزان تبخیر و تعرق در حوضه دریایی مازندران می‌باشیم (به طور مشابه، این روند در گزارش‌های بیلان محدوده‌های مختلف حوضه دریایی مازندران مشاهده می‌شود). توزیع زمانی تبخیر و تعرق حاکی از آن است که در ماههای فصل بهار این مؤلفه مقادیر بیشتری را نسبت به ماههای دیگر سال نشان می‌دهد که دلیل آن ذوب برف است. گرمتر شدن دمای منطقه و ذوب برف سبب افزایش رواناب و در دسترس قرار گرفتن آب کافی جهت فرایند تبخیر و تعرق می‌گردد. نقطه اوج تبخیر و تعرق در ماه مه (May-اردیبهشت) و حداقل تبخیر تعرق در ماه دسامبر (آذر) اتفاق افتاده است.



نمودار ۴: سری زمانی دمای ماهواره‌ای حوضه دریایی مازندران در سال آبی ۹۰

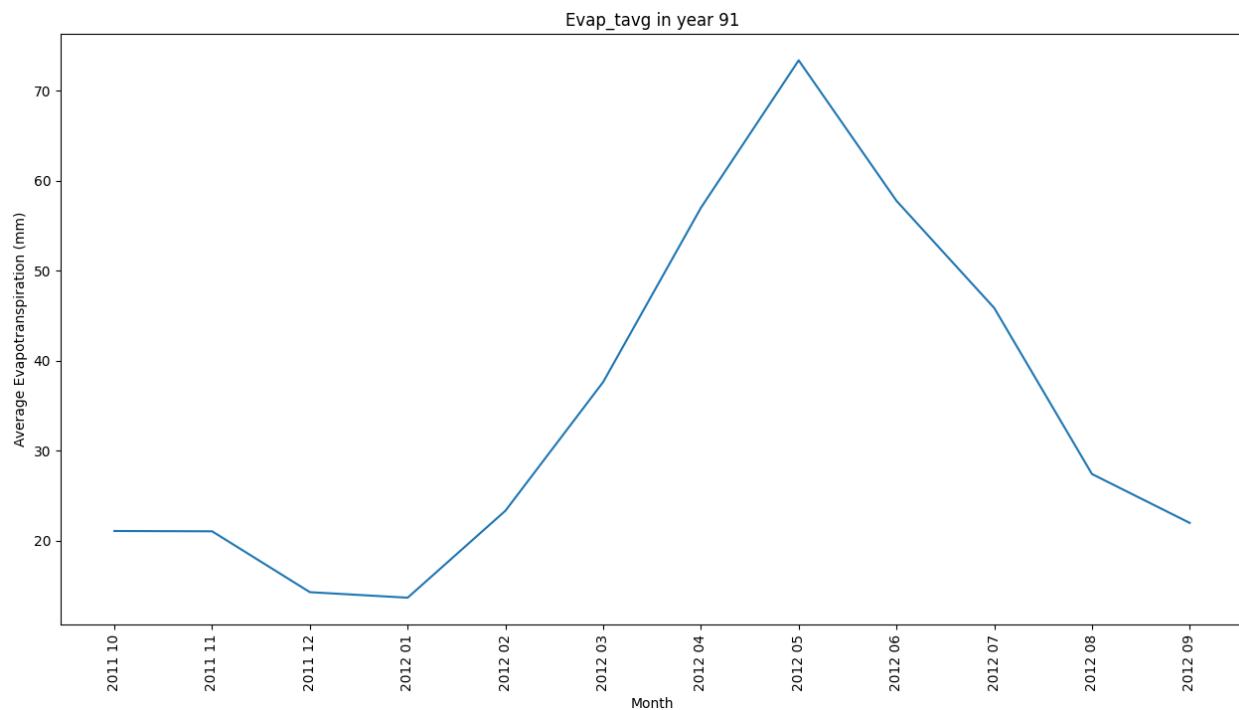
با توجه به نمودار بالا، تغییرات دمایی حوضه دریایی مازندران از روند منطقی برخوردار است. مشاهده می‌کنیم در فصول پاییز و زمستان کاهش دما رخ داده و با نزدیک شدن به فصول بهار و تابستان شاهد افزایش دما می‌باشیم. حداقل دما در ماه تیر-مرداد و حداقل دما در ماه دی-بهمن رخ داده است.

(b) سال آبی ۹۱



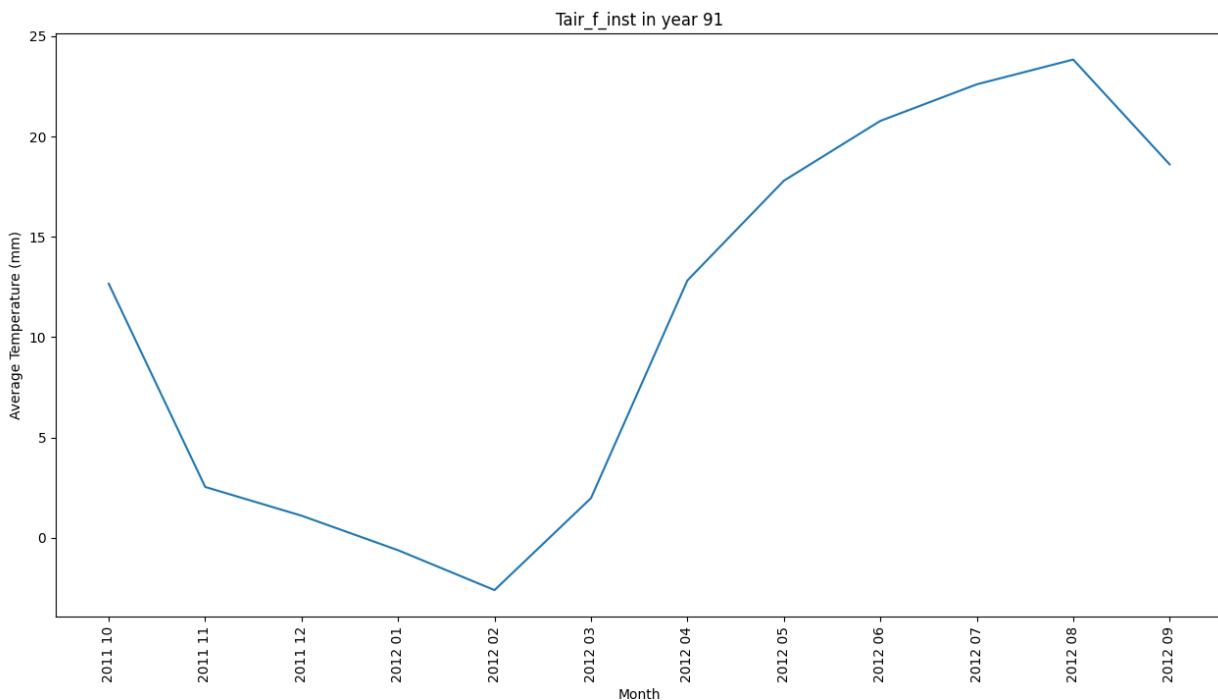
نمودار ۵: سری زمانی بارش ماهواره‌ای حوضه دریایی مازندران در سال آبی ۹۱

مشابه قبل بیشترین مقدار بارش در فصول پاییز و زمستان و بهار مشاهده می‌شود و کمترین بارش هم در فصل تابستان. چگونگی و علت نوسانات تصادفی این سری زمانی مشابه با توضیحات سال قبل می‌باشد.



نمودار ۶: سری زمانی تبخیر تعرق ماهواره‌ای حوضه دریای مازندران در سال آبی ۹۱

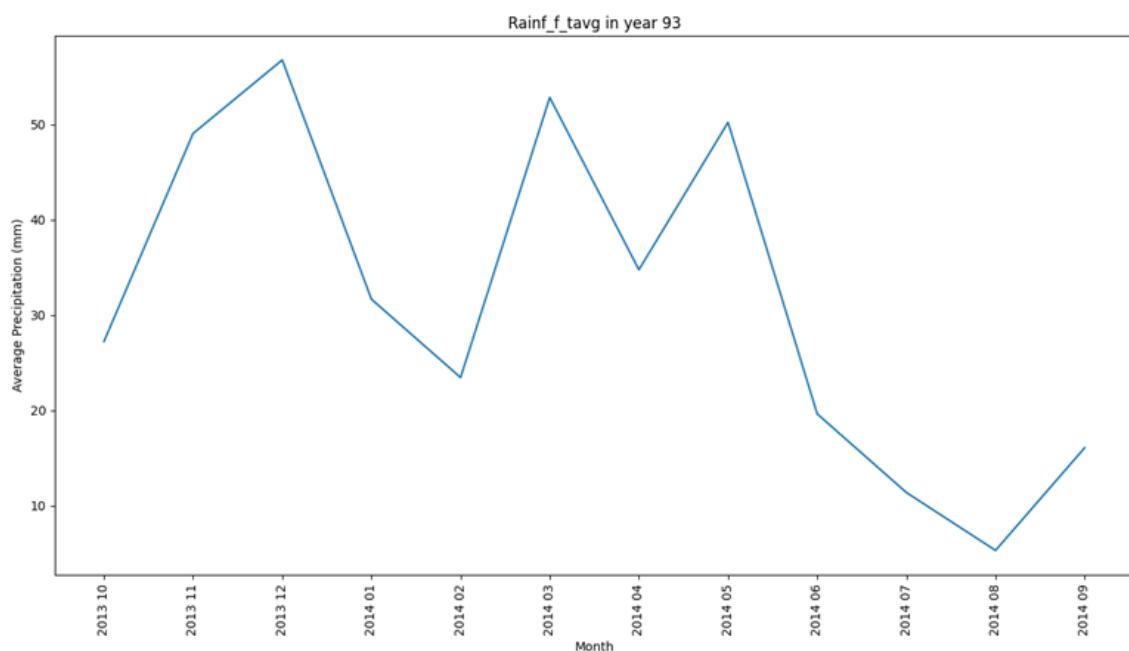
رونده سری زمانی تبخیر تعرق در سال ۹۱ مشابه سال ۹۰ است و حداقل میزان تبخیر تعرق باز هم در فصول بهار و تابستان مشاهده می‌شود و کمترین میزان آن در پاییز و ابتدای زمستان است. در ماه مه (اردیبهشت) حداقل تبخیر تعرق اتفاق افتاده است.



نمودار ۷: نسی زمانی دمای ماهواره‌ای حوضه دریای مازندران در سال آبی ۹۱

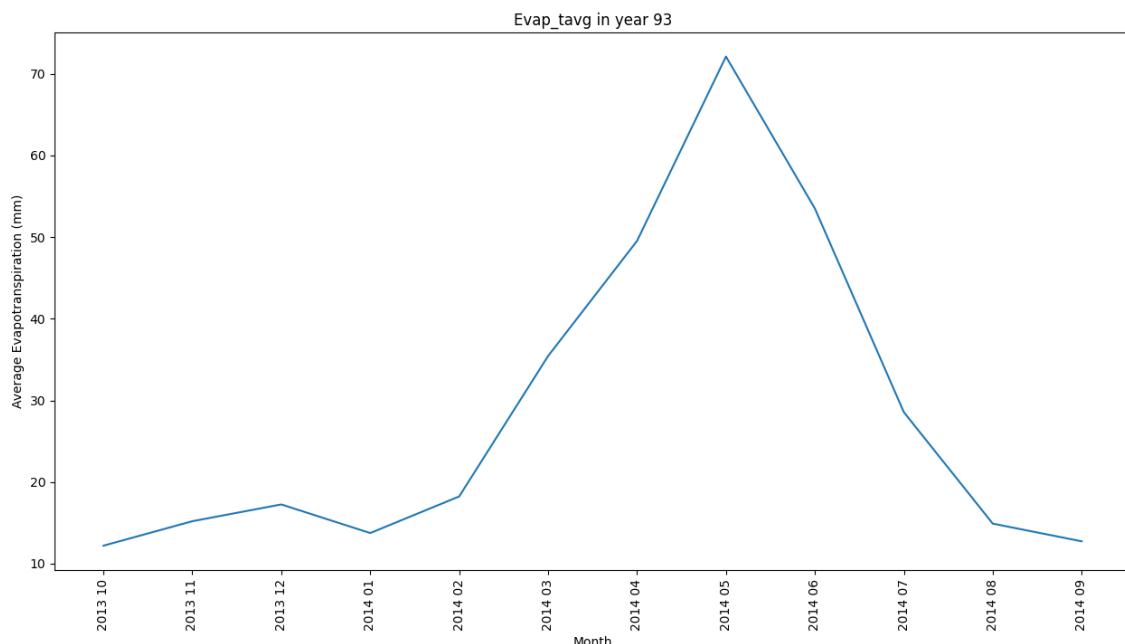
روند تغییرات دما در سال ۹۱ مشابه تغییرات دما در سال ۹۰ بوده و مقدار آن در فصل تابستان از دیگر فصول بیشتر بود و هرچه به زمستان نزدیک می‌شویم میزان آن کاهش می‌یابد.

(c) سال آبی ۹۳



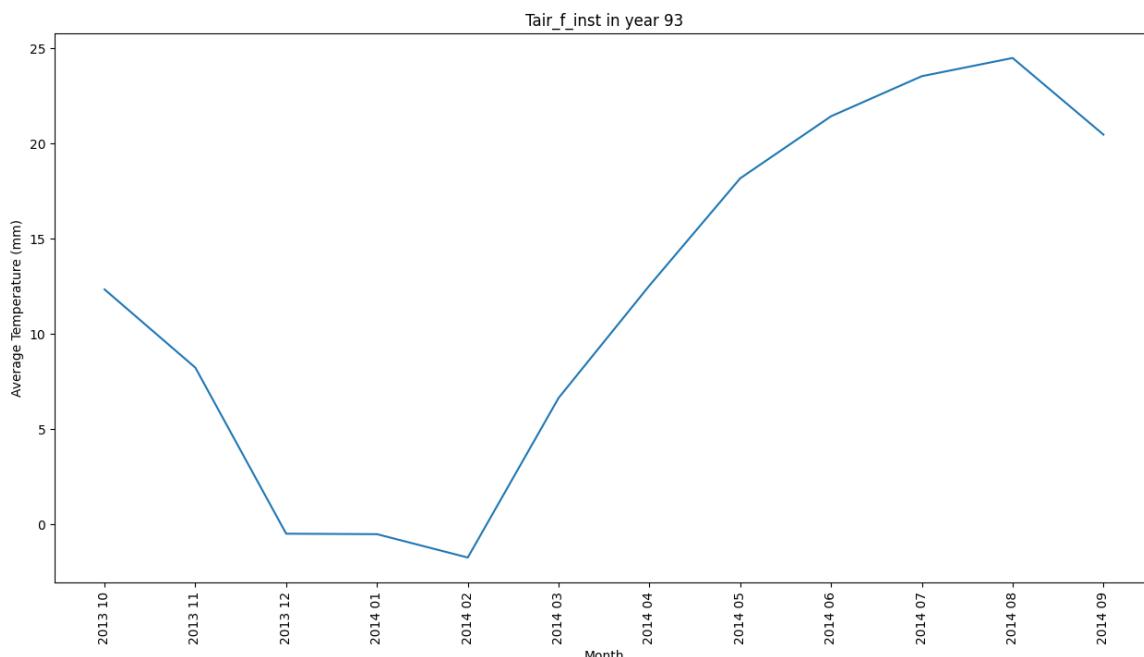
نمودار ۸: نسی زمانی بارش ماهواره‌ای حوضه دریای مازندران در سال آبی ۹۳

سری زمانی متوسط بارش سال ۹۳ نسبت به دو سال قبل تغییراتی هم در روند و هم در میزان بارش دارد و به طور مشخص در این سال میزان بارش حداکثر از حد اکثر بارش ماهانه‌ی سالهای قبل کمتر است (کمتر از ۶۰ میلی‌متر نسبت به مقادیر بالای ۶۰ میلی‌متر که در دو سال قبل مشاهده می‌شود). مقدار حد اکثر بارش در این سال در آذر ماه رخ داده و حداقل بارش در ماه مرداد ثبت شده است.



نمودار ۹: سری زمانی تبخیر تعرق ماهواره‌ای حوضه دریایی مازندران در سال آبی ۹۳

سری زمانی تبخیر تعرق سال ۹۳ کاملاً مشابه سری زمانی هر دو سال قبل است، چه از لحاظ روند تغییرات و چه از لحاظ میزان تبخیر تعرق. باز هم مقدار حد اکثر تبخیر تعرق در ماه اردیبهشت (مه) مشاهده می‌شود و کمترین میزان تبخیر تعرق مربوط به فصلهای پاییز و زمستان است.

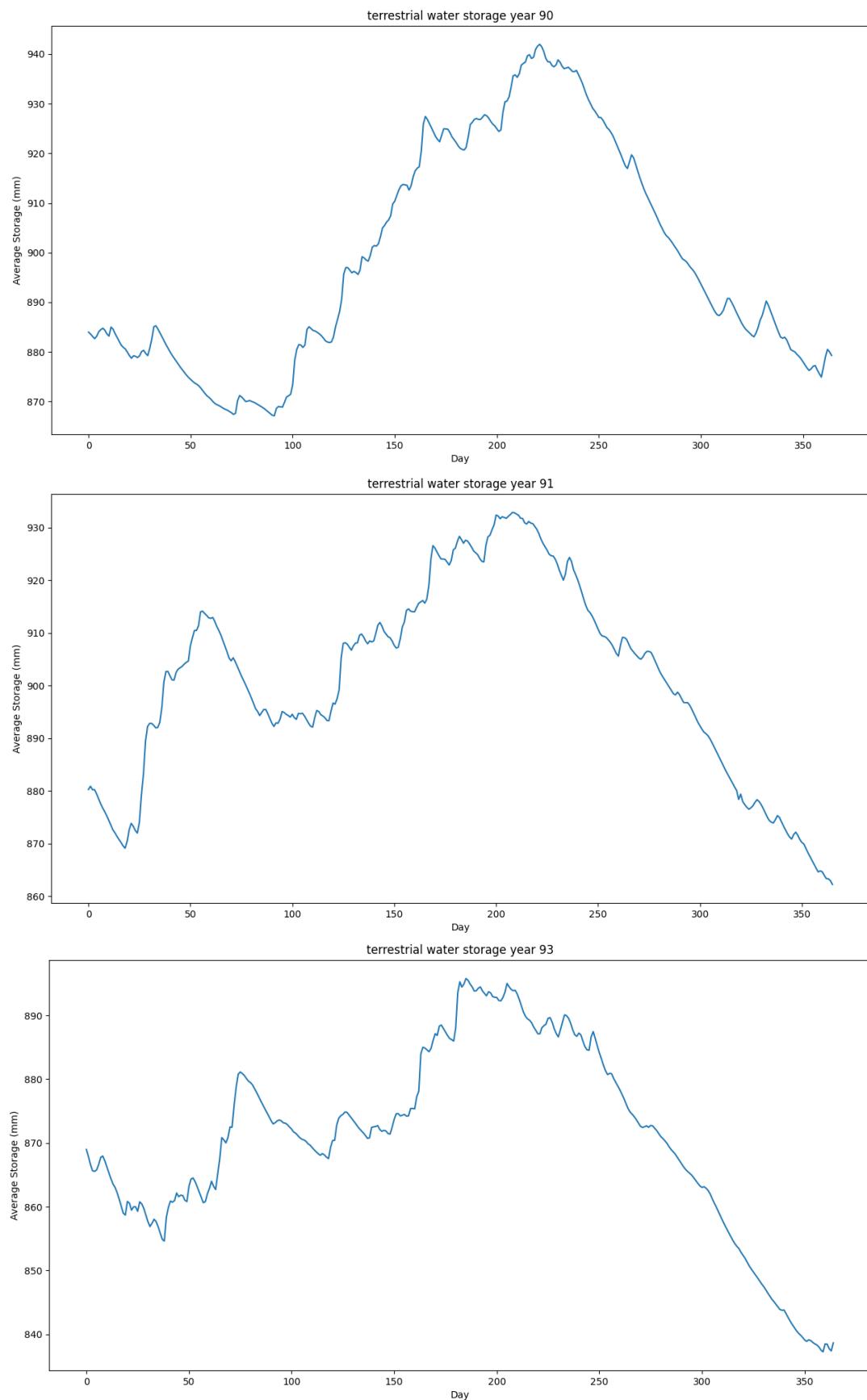


نمودار ۱۰: سری زمانی دمای ماهواره‌ای حوضه دریای مازندران در سال آبی ۹۳

سری زمانی دما در سال ۹۳ تغییر چندانی نداشته و از لحاظ مقادیر پیشینه و کمینه و همچنین روند تغییرات کاملا مشابه دو سال قبل می‌باشد.

به طور کلی طی سه سال ۹۰، ۹۱ و ۹۳ تغییرات سالانه دما مشابه بوده و تغییرات سالانه متوسط تبخیر تعرق کاملا مشابه می‌باشد. اما در روند بارش به دلایلی که در ابتدای بخش ذکر شد و پیچیدگی اقلیم این محدوده، سری زمانی بارش این حوضه در هر سه سال تفاوت‌هایی داشته است و مقادیر حداکثر و حداقل آن در ماه‌های مختلفی رخ داده است و در سال ۹۳ مقدار حداکثر آن کاهش یافته است (گرچه این مساله لزوماً تاثیری بر روی متوسط بارش سالانه نخواهد داشت). همچنین روند تغییرات تبخیر تعرق به دست آمده در این مرحله با روند تغییرات تبخیر تعرق در یکی از تحقیقات پیشین که با استفاده از داده‌های gldas و در سطح کشور انجام شده، همانگ است [3].

برای بررسی تغییرات آب ذخیره شده در حوضه داده‌های ماهواره‌ای روزانه GLDAS Catchment Land Surface Model L4 daily ver2.2 را با قدرت تفکیک مکانی مشابه قبل دریافت کرده و با استفاده از کدهای storage93.py و storage91.py و storage90.py سالانه آن را محاسبه می‌کنیم. البته در ابتدای کد (مشابه قبل) روندی اتخاذ شده است تا مرز حوضه آبریز درای مازندران از اکستنتی که داده آن دانلود شده است جدا شود و تنها داده‌های مربوط به خود حوضه آبریز دریای مازندران به محاسبات بعدی وارد شوند.



نمودار ۱۱: نمودارهای سری زمانی متوسط آب ذخیره شده (از داده ماهواره‌ای) در حوضه‌ی آبریز دریای مازندران در سه سال آبی

۹۳، ۹۱ و ۹۰

ابتدا تعریف آب ذخیره (terrestrial water storage) که همان داده‌ی دانلود شده در این بخش می‌باشد را بررسی می‌کنیم. بر اساس تعریف و رابطه زیر، آب ذخیره شده در هر پیکسل شامل رطوبت خاک، آب معادل برف و تغییرات آب ذخیره در پوشش گیاهی است [5]: [4]

$$\text{TWS} = \text{GWS} + \text{SWE} + \text{SMS} + \text{SWS}$$

GWS: ذخیره آب زیرزمینی

SWE: آب معادل برف

SMS: ذخیره رطوبت خاک

SWS: ذخیره آب سطحی

برای بررسی روند تغییرات آب ذخیره شده در حوضه از ماه مهر شروع می‌کنیم. با توجه به اینکه تا قبل ازین ماه بارش کمی در منطقه وجود داشته و در تابستان قبل تبخیر از منطقه داشته ایم بدیهی است که میزان آب ذخیره در منطقه نسبت به زمانهای دیگر کمتر باشد. بدین ترتیب هر چه در زمان به جلو پیش می‌رویم به دلیل بارشهای پاییز و زمستان حجم زیادی از آب به منطقه وارد می‌شود. تا انتهای بهار این روند ادامه دارد و زمانی که دما افزایش می‌یابد و تبخیر تعرق از منطقه به حدی می‌رسد که می‌تواند بر روند صعودی تغییرات آب ذخیره غلبه کند، مقدار آب ذخیره منطقه طی تبخیر و تعرق کاهش می‌یابد که طبق سری‌های زمانی رسم شده در نمودار ۱۱، شاهد این روند کاهشی از اواخر بهار و در تابستان هستیم. میزان حداکثر آب ذخیره در هرسه سال در بهار (حدوداً اردیبهشت ماه) می‌باشد. نکته قابل توجه دیگر در مقدار حداکثر آب ذخیره در سال ۹۳ می‌باشد که از دوسال دیگر (۹۰ و ۹۱) کمتر است که یکی از دلایل آن، همانطور که برای سری زمانی بارش ذکر شد، می‌تواند کاهش میزان حداکثر بارش و تغییرات روند بارش در منطقه باشد.

نکته قابل توجه دیگر این است که مقدار حداکثر تبخیر تعرق و آب ذخیره در محل در یک بازه زمانی رخ داده اند که این خود می‌تواند نشانه‌ای از وجود ارتباط بین این دو عامل باشد، به عبارتی می‌توان نتیجه گرفت با افزایش دما و افزایش آب موجود در حوضه آبریز، میزان تبخیر و تعرق در حوضه افزایش می‌یابد (ارتباط تبخیر تعرق با دو عامل دما و رطوبت خاک را در بخش ۸ تمرین و برای محاسبه تبخیر تعرق واقعی مشاهده کردیم، از طرفی می‌دانیم آب ذخیره در حوضه شامل رطوبت خاک نیز می‌باشد که این خود گواه دیگری بر وجود این ارتباط است).

«هم بستگی سری‌های زمانی داده‌های مختلف»

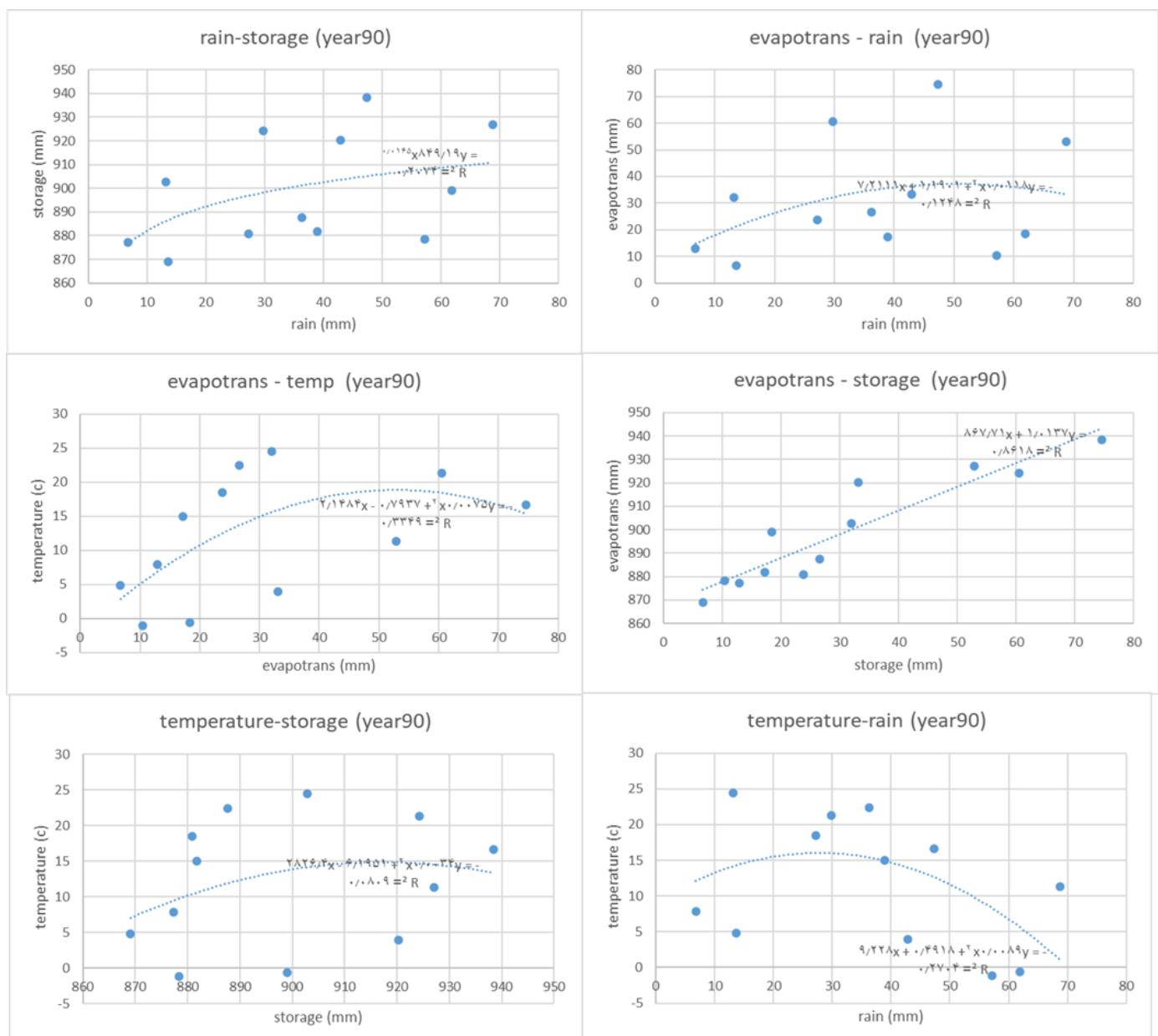
در این بخش از سه روش برای یافتن هم بستگی میان داده‌های ماهواره‌ای که تاکنون اخذ شده اند استفاده شد.

۱. رسم نمودار اسکترپلات دو به دو برای هر دو داده و یافتن بهترینتابع برای فیت کردن رابطه بین آنها

۲. تشکیل ماتریس همبستگی بین هر ۴ داده در اکسل

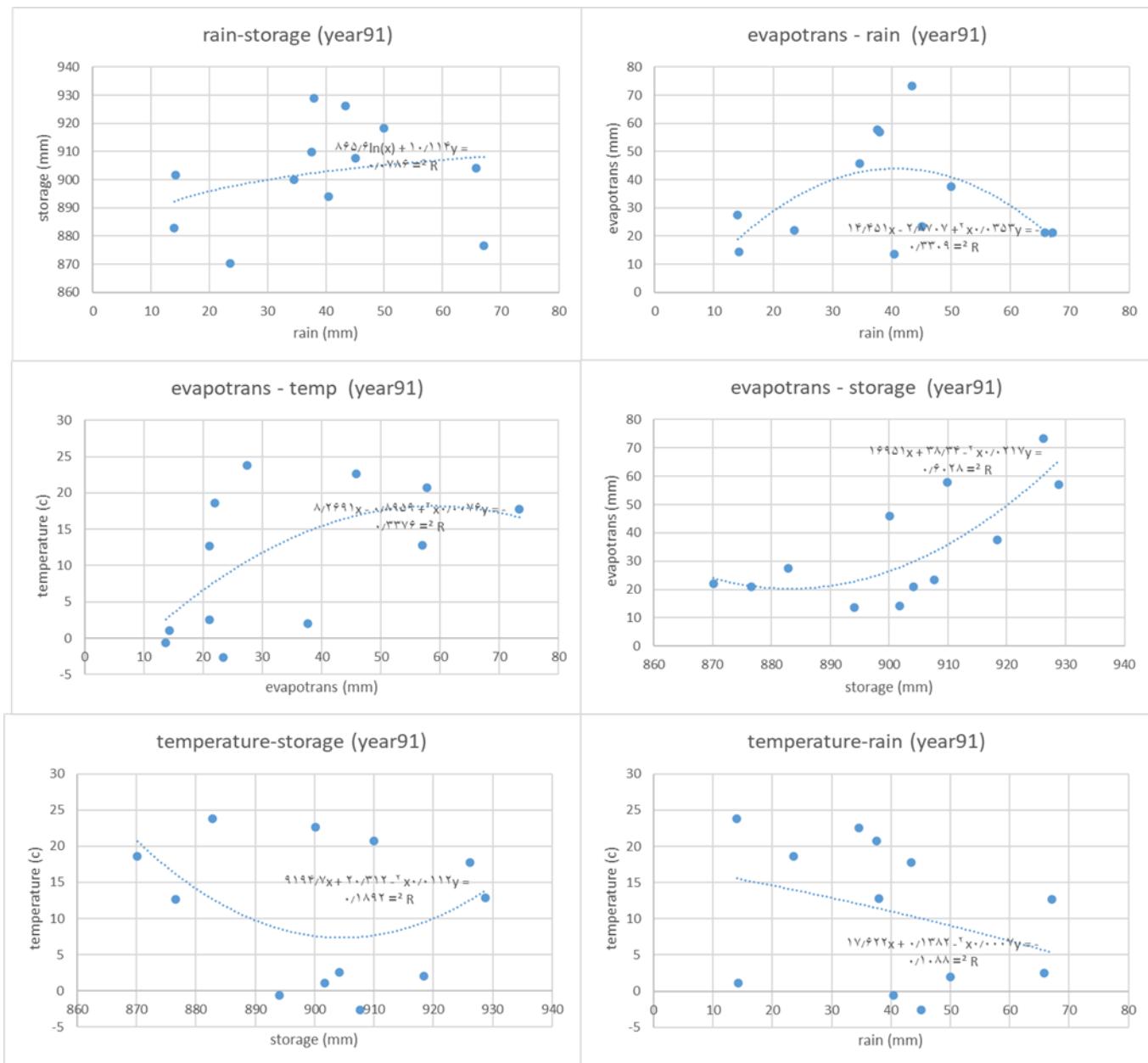
۳. استفاده از رگرسیون چندمتغیره برای یافتن رابطه خطی بین هر چهار داده ماهواره‌ای

هر سه روش داخل اکسل SATELLITEcorrelations.xlsx محاسبه شدند. هر صفحه ازین اکسل برای یک سال آبی می‌باشد.



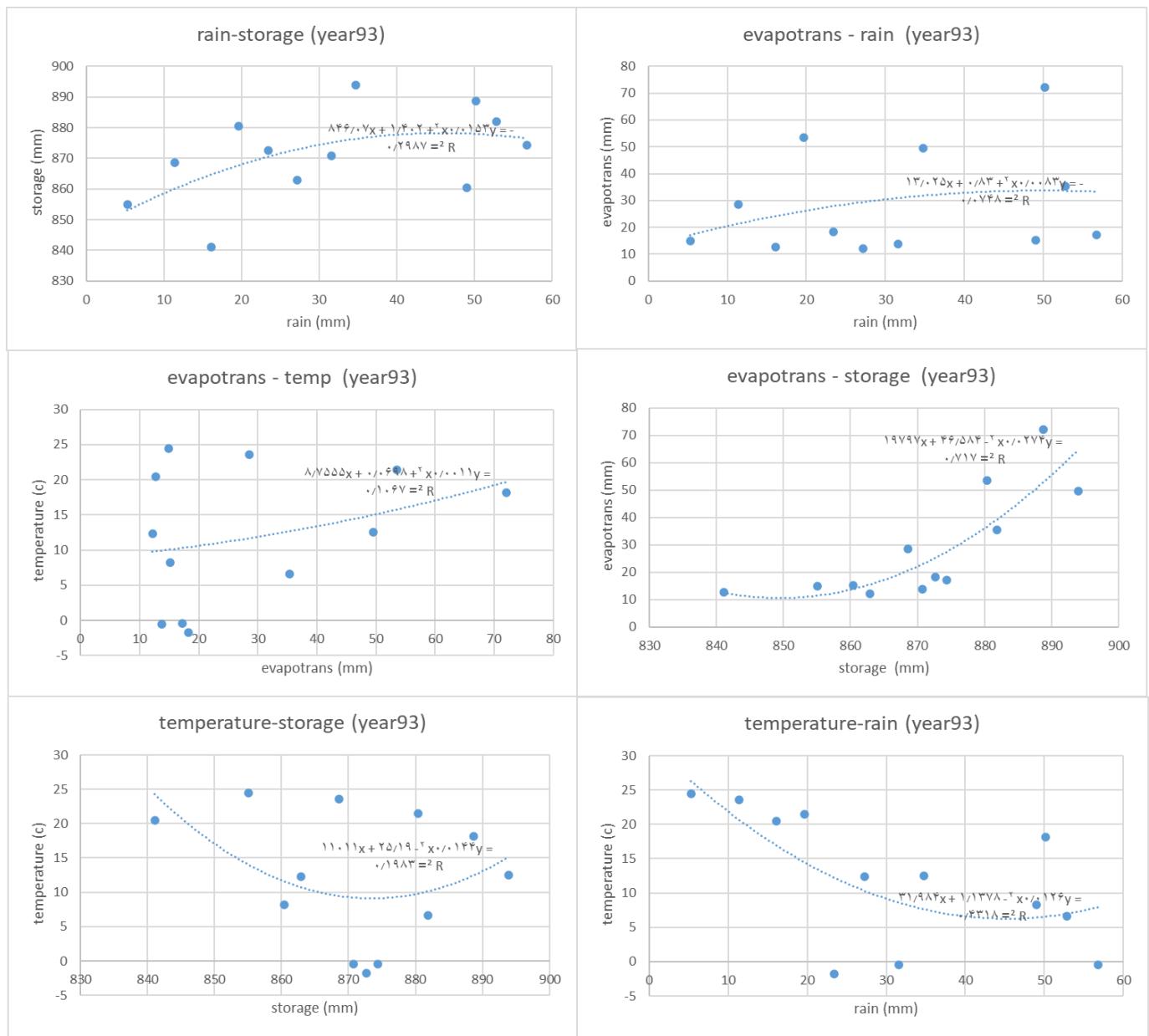
نمودار ۱۲: نمودار اسکترپلات دو به دوی داده‌های ماهواره‌ای برای سال آبی ۹۰

با توجه به اسکترپلاتهای سال ۹۰، بیشترین همبستگی بین دو داده تبخیر تعرق-ذخیره آب مشاهده می‌شود ($r^2=0.8618$). در نمودارهای ۱۲ تا ۱۴ سعی شده است تا بهترین تابع بر روی نقاط فیت شود که برای هر دو داده این تابع متفاوت است و در اکثر جفت‌ها توابع با r^2 پایین فیت شده‌اند.



نمودار ۱۳: نمودار اسکتر پلات دوبه دوی داده‌های ماهواره‌ای برای سال آبی ۹۱

در سال ۹۱ نیز بیشترین ارتباط بین تبخیر تعرق-آب ذخیره مشاهده می‌شود ($r^2=0.6028$).



نمودار ۱۴: نمودار اسکلت پلات دوبهدوی داده‌های ماهواره‌ای برای سال آبی ۹۳

و درنهایت در سال ۹۳ نیز شاهد ارتباط قوی بین آب ذخیره و تبخیر-تعرق می‌باشیم ($r^2 = 0.717$). این روش برای تشخیص ارتباط بین مولفه‌های دیگر که از ارتباط کمتری برخوردار اند به خوبی عمل نکرده ازین رو به سراغ روش‌های بعدی می‌رویم.

در روش دوم ضریب همبستگی با استفاده از تابع CORREL داخل اکسل محاسبه شد. یک بار برای تمام مقادیر ماهانه در سال و بین هر دو مولفه محاسبه گردید و برای بررسی دقیق‌تر و جزئی‌تر بار دیگر در هر ۴ فصل به طور جداگانه بین هر دو مولفه محاسبه شد که نتایج به صورت زیر است:

جدول ۲۶: ماتریس همبستگی داده‌های مختلف ماهواره‌ای سال آبی ۹۰

SEPARATE CORRELATIONS				
whole year	rain (mm)	evapo (mm)	temp ©	storage (mm)
correlation table	1			
rain (mm)	1			
evapo (mm)	0.289877	1		
temp ©	-0.3745	0.475484131	1	
storage (mm)	0.439032	0.928327029	0.244908	1
summer				
correlation table	rain (mm)	evapo (mm)	temp ©	storage (mm)
rain (mm)	1			
evapo (mm)	-0.73798	1		
temp ©	-0.45103	0.935137712	1	
storage (mm)	-0.76415	0.999214233	0.920361	1
autumn				
correlation table	rain (mm)	evapo (mm)	temp ©	storage (mm)
rain (mm)	1			
evapo (mm)	0.670077	1		
temp ©	0.877116	0.944241824	1	
storage (mm)	0.625739	0.998304942	0.923479	1
winter				
correlation table	rain (mm)	evapo (mm)	temp ©	storage (mm)
rain (mm)	1			
evapo (mm)	-0.83006	1		
temp ©	-0.9489	0.963635267	1	
storage (mm)	-0.72823	0.986665769	0.907293	1
spring				
correlation table	rain (mm)	evapo (mm)	temp ©	storage (mm)
rain (mm)	1			
evapo (mm)	-0.39899	1		
temp ©	-0.99977	0.379403546	1	
storage (mm)	0.128569	0.858045069	-0.14963	1

با توجه به ماتریس همبستگی در کل سال ۹۰، باز هم شاهد رابطه قوی بین تبخیر تعرق و آب ذخیره در حوضه آبریز دریای مازندران هستیم (۰.۹۲۸). در ارتباط با رابطه بین داده‌های دیگر در بازه زمانی یکسال نمی‌توان نظر قاطعانه داد چون مقدار همبستگی بالایی ندارند. ازینرو در بازه‌های زمانی کوچکتر و از نظر آب و هوایی مشابه تر ماتریس همبستگی دوباره محاسبه شد. مشاهده می‌شود که در فصلهای تابستان، پاییز و زمستان همبستگی بالایی بین میزان بارش و تبخیر تعرق وجود دارد که این همبستگی در بهار کاهش می‌ابد. از طرفی به طور کلی رابطه خوبی

بین میزان بارش و متوسط دما در فصول مختلف به غیر از پاییز وجود ندارد. بین میزان ذخیره آب و دما نیز تنها در فصل بهار همبستگی ضعیفی وجود داشته و در سه فصل دیگر همبستگی بالایی دیده می شود.

جدول ۲۷: ماتریس همبستگی داده های مختلف ماهواره ای سال آبی ۹۱

SEPARATE CORRELATIONS				
whole year				
correlation table	rain (mm)	evapo (mm)	temp ©	storage (mm)
rain (mm)	1			
evapo (mm)	0.035416	1		
temp ©	-0.32922	0.53219104	1	
storage (mm)	0.172402	0.679722722	-0.20321	1

summer				
correlation table	rain (mm)	evapo (mm)	temp ©	storage (mm)
rain (mm)	1			
evapo (mm)	0.762156	1		
temp ©	-0.18954	0.491201411	1	
storage (mm)	0.606598	0.977005584	0.665625	1

autumn				
correlation table	rain (mm)	evapo (mm)	temp ©	storage (mm)
rain (mm)	1			
evapo (mm)	0.999846	1		
temp ©	0.612743	0.598773066	1	
storage (mm)	-0.45012	-0.434367263	-0.9815	1

winter				
correlation table	rain (mm)	evapo (mm)	temp ©	storage (mm)
rain (mm)	1			
evapo (mm)	0.995234	1		
temp ©	0.576256	0.653202573	1	
storage (mm)	0.996592	0.983798295	0.506873	1

spring				
correlation table	rain (mm)	evapo (mm)	temp ©	storage (mm)
rain (mm)	1			
evapo (mm)	0.994772	1		
temp ©	0.08335	0.184679215	1	
storage (mm)	0.440363	0.346374717	-0.85799	1

در سال ۹۱ نیز بیشترین همبستگی در بازه کل سال بین تبخیر تعرق و ذخیره آب مشاهده می شود (۰.۶۷۹۷). بین تبخیر تعرق و بارش سال ۹۱ در هر فصل به طور جداگانه، همبستگی بالایی مشاهده می شود اما در دوره زمانی کل

سال میزان همبستگی بسیار پایین است. همبستگی بین تبخیر تعرق و دما در کل سال ۹۱ به طور متوسط مقدار بیشتری نسبت به سال گذشته دارد.

جدول ۲۸: ماتریس همبستگی داده‌های مختلف ماهواره‌ای سال آبی ۹۳

SEPARATE CORRELATIONS				
whole year				
correlation table	rain (mm)	evapo (mm)	temp ©	storage (mm)
rain (mm)	1			
evapo (mm)	0.25473	1		
temp ©	-0.57999	0.324517438	1	
storage (mm)	0.488019	0.767942262	-0.22418	1

summer				
correlation table	rain (mm)	evapo (mm)	temp ©	storage (mm)
rain (mm)	1			
evapo (mm)	-0.0529	1		
temp ©	-0.93368	0.406990979	1	
storage (mm)	-0.44297	0.918714579	0.734643	1

autumn				
correlation table	rain (mm)	evapo (mm)	temp ©	storage (mm)
rain (mm)	1			
evapo (mm)	0.987054	1		
temp ©	-0.88956	-0.951314924	1	
storage (mm)	0.569607	0.694057195	-0.88216	1

winter				
correlation table	rain (mm)	evapo (mm)	temp ©	storage (mm)
rain (mm)	1			
evapo (mm)	0.891526	1		
temp ©	0.990609	0.945085368	1	
storage (mm)	0.907087	0.999366038	0.956122	1

spring				
correlation table	rain (mm)	evapo (mm)	temp ©	storage (mm)
rain (mm)	1			
evapo (mm)	0.775939	1		
temp ©	-0.35645	0.312793344	1	
storage (mm)	0.603299	-0.034955607	-0.96017	1

با توجه به ماتریس همبستگی سال ۹۳ بار دیگر مشاهده می‌شود که بیشترین همبستگی میان تبخیر تعرق و ذخیره آب محدوده می‌باشد. از طرفی دما تنها در زمستان همبستگی خوبی با بارش و تبخیر تعرق داشته و در فصول دیگر این همبستگی به شدت تغییر می‌ابد.

در این روش بیشترین همبستگی در هر سال بین داده‌های تبخیر تعرق و ذخیره آب حوضه آبریز دریای مازندران مشاهده شد.

در روش سوم برای هر داده با استفاده از رگرسیون چند متغیره داخل اکسل، رابطه خطی با سه متغیر دیگر محاسبه شد که این روابط به صورت زیر می‌باشند:

جدول ۲۹: روابط رگرسیونی بین هر چهار داده ماهواره‌ای در سه سال

Variables\Years	90	Adjusted R ²
ET (w)	$\hat{ET} = -680.77 + 0.0183x + 0.648y + 0.782z$	0.90024
P (x)	$\hat{P} = -298.37 - 1.212y + 0.385z + 0.122w$	0.23162
T (y)	$\hat{T} = 328.82 - 0.367z + 0.618w - 0.173x$	0.46254
Storage (z)	$\hat{S} = 868.563 + 1.099w + 0.081x - 0.54y$	0.88235
Variables\Years	91	Adjusted R ²
ET (w)	$\hat{ET} = -758.39 + 0.162x + 1.471y + 0.854z$	0.92871
P (x)	$\hat{P} = 1142.38 - 2.678y - 1.25w + 1.552w$	0.09472
T (y)	$\hat{T} = 473.965 - 0.532z + 0.613w - 0.117x$	0.88329
Storage (z)	$\hat{S} = 888.61 + 1.079w - 0.165x - 1.612y$	0.89887
Variables\Years	90	Adjusted R ²
ET (w)	$\hat{ET} = -929.312 + 0.273x + 1.315y + 1.0712z$	0.83435
P (x)	$\hat{P} = 404.381 - 1.673y - 0.4289z + 0.73159w$	0.41824
T (y)	$\hat{T} = 482.647 - 0.54857z + 0.5264w - 0.2498x$	0.72104
Storage (z)	$\hat{S} = 864.589 + 0.745w - 0.111x - 0.953y$	0.79078

با توجه رگرسیون‌های خطی برقرار شده در هر سال و میزان R^2 آنها می‌توان نتیجه گرفت که سه عامل تبخیر تعرق، دما و ذخیره آب بر مقدار بارش باران تاثیر گذار نیستند چراکه کمترین R^2 برای روابط بارش محاسبه شده است. همچنین با بررسی مقادیر p-value در محاسبات هر رگرسیون و در نظر گرفتن $\alpha = 0.05$ برای هر سال می‌توان نتیجه گیری‌های زیر را انجام داد. دقت شود در صورتیکه مقدار p-value از مقدار α کمتر باشد یعنی بین آن دو متغیر رابطه همبستگی خوبی وجود دارد. به عنوان مثال برای داده‌های یکسال این مقایسه را داخل گزارش انجام می‌دهیم. ماقبی سالها داخل فایل اکسل موجود می‌باشند.

جدول ۹۰: رگرسیون خطی تبخیر تعرق سال آبی

SUMMARY OUTPUT (EVAPOTRANSPIRATION CORRELATIONS)								
<i>Regression Statistics</i>								
Multiple R	0.963042							
R Square	0.92745							
Adjusted R	0.900244							
Standard E	6.746773							
Observatio	12							
<i>ANOVA</i>								
	df	SS	MS	F	Significance F			
Regression	3	4655.189	1551.73	34.08976	6.62E-05			
Residual	8	364.1515	45.51894					
Total	11	5019.341						
	Coefficients	standard Err	t Stat	P-value	Lower 95%	Upper 95%	Lower 95.0%	Upper 95.0%
Intercept	-680.773	95.73878	-7.11073	0.000101	-901.547	-459.999	-901.547	-459.999
rain (mm)	0.01829	0.136532	0.133958	0.896744	-0.29655	0.333132	-0.29655	0.333132
temp ©	0.648047	0.280222	2.312622	0.049486	0.001855	1.294239	0.001855	1.294239
storage (m	0.782141	0.111446	7.01812	0.000111	0.525146	1.039136	0.525146	1.039136

در مدل رگرسیون برای پیش بینی مقادیر تبخیر تعرق مشاهده می کنیم که مقدار p-value بارش بزرگتر از ۰.۰۵ بوده فلذ ارتباط خاصی بین تبخیر تعرق و مقدار بارش وجود ندارد. از طرفی مقدار p-value مدا و ذخیره آب هر دو کمتر از ۰.۰۵ بوده و می توان نتیجه گرفت که رابطه ای میان این دو متغیر و تبخیر تعرق وجود دارد (همانطور که پیشتر در بخش سری زمانی به همین نتیجه رسیدیم).

جدول ۹۱: رگرسیون خطی بارش سال آبی

SUMMARY OUTPUT (RAINFALL CORELLATIONS)								
<i>Regression Statistics</i>								
Multiple R	0.66421							
R Square	0.441175							
Adjusted R	0.231616							
Standard E	17.45142							
Observatio	12							
<i>ANOVA</i>								
	df	SS	MS	F	Significance F			
Regression	3	1923.478	641.1592	2.105253	0.17789			
Residual	8	2436.417	304.5521					
Total	11	4359.895						
	Coefficients	standard Err	t Stat	P-value	Lower 95%	Upper 95%	Lower 95.0%	Upper 95.0%
Intercept	-298.37	661.6631	-0.45094	0.664005	-1824.17	1227.428	-1824.17	1227.428
temp ©	-1.21246	0.832377	-1.45662	0.18332	-3.13193	0.707006	-3.13193	0.707006
storage (m	0.385122	0.759067	0.507363	0.625588	-1.36529	2.135533	-1.36529	2.135533
evapo (mm	0.12237	0.913489	0.133958	0.896744	-1.98414	2.228878	-1.98414	2.228878

همانطور که در روشهای مختلف نتیجه گرفتیم که رابطه خوبی بین بارش و سه متغیر دیگر وجود ندارد در اینجا نیز مشاهده می شود که مقدار p-value هر سه متغیر دیگر از ۰.۰۵ بزرگتر بوده و نشانه عدم ارتباط آنها با میزان بارش می باشد.

جدول ۳۲: رگرسیون خطی دما سال آبی ۹۰

SUMMARY OUTPUT (TEMP CORRELATIONS)							
<i>Regression Statistics</i>							
Multiple R	0.780461						
R Square	0.60912						
Adjusted R	0.462539						
Standard E	6.58996						
Observatio	12						
<i>ANOVA</i>							
	<i>df</i>	<i>SS</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>Significance F</i>		
Regression	3	541.3949	180.465	4.155538	0.047577		
Residual	8	347.4206	43.42758				
Total	11	888.8155					
<i>Coefficients</i>							
		<i>standard Err</i>	<i>t Stat</i>	<i>P-value</i>	<i>Lower 95%</i>	<i>Upper 95%</i>	<i>Lower 95.0%</i>
Intercept	328.8212	224.7202	1.463247	0.18155	-189.384	847.0268	-189.384
storage (m	-0.36646	0.260802	-1.40514	0.197602	-0.96787	0.234948	-0.96787
evapo (mm)	0.618272	0.267347	2.312622	0.049486	0.001769	1.234775	0.001769
rain (mm)	-0.17289	0.118693	-1.45662	0.18332	-0.4466	0.100815	-0.4466

مقدار p-value تبخیر تعرق در مقابل دما کمتر از ۰.۰۵ بوده و در نتیجه گواه وجود ارتباط بین آنهاست (گرچه به دلیل نزدیک بودن این مقدار به آلفا میتوان نتیجه گرفته که تبخیر تعرق وابسته به دما است و دما کمتر از آن تاثیر میپذیرد).

جدول ۳۳: رگرسیون خطی ذخیره آب سال آبی ۹۰

SUMMARY OUTPUT (STORAGE CORRELATIONS)							
<i>Regression Statistics</i>							
Multiple R	0.956261						
R Square	0.914435						
Adjusted R	0.882348						
Standard E	8.000715						
Observatio	12						
<i>ANOVA</i>							
	<i>df</i>	<i>SS</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>Significance F</i>		
Regression	3	5472.706	1824.235	28.49858	0.000127		
Residual	8	512.0916	64.01144				
Total	11	5984.797					
<i>Coefficients</i>							
		<i>standard Err</i>	<i>t Stat</i>	<i>P-value</i>	<i>Lower 95%</i>	<i>Upper 95%</i>	<i>Lower 95.0%</i>
Intercept	868.5632	7.485904	116.0265	3.4E-14	851.3007	885.8257	851.3007
evapo (mm)	1.099893	0.156722	7.01812	0.000111	0.738492	1.461295	0.738492
rain (mm)	0.080946	0.159542	0.507363	0.625588	-0.28696	0.448851	-0.28696
temp ©	-0.54016	0.384417	-1.40514	0.197602	-1.42663	0.346309	-1.42663

با توجه به مقادیر p-value مشخص است که تنها تبخیر و تعرق رابطه‌ای قوی با ذخیره آب سطحی دارد که در تمامی مراحل شاهد این ارتباط بوده‌ایم.

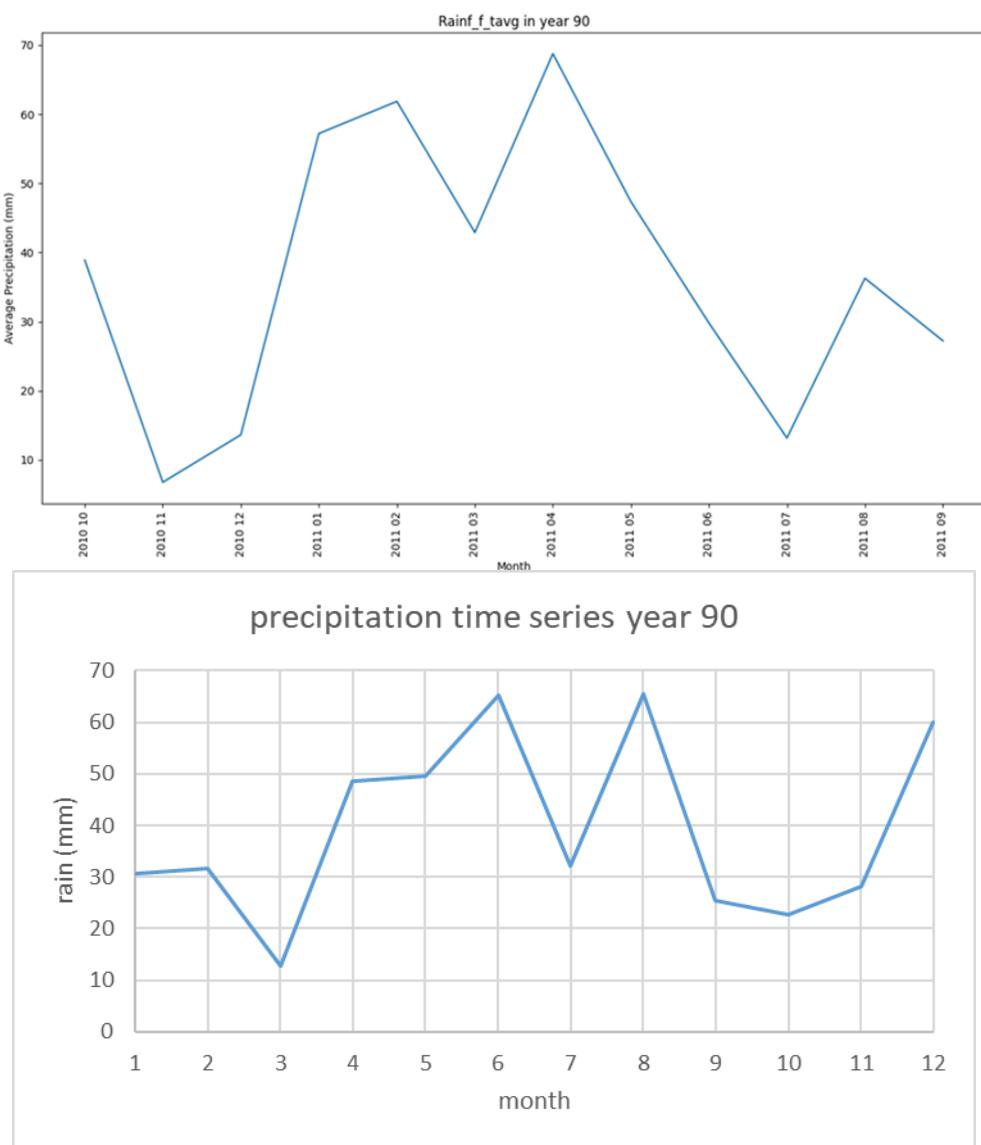
۱۶ مقایسه سری زمانی داده‌های ماهواره‌ای و زمینی

در این بخش داده‌های ماهواره‌ای و زمینی دما بارش تبخیر تعرق را به صورت جدول و نمودار برای مقایسه در کنار هم قرار داده و بررسی می‌کنیم (اندکی اختلاف و شیفت به دلیل یکسان نبودن ماههای شمسی و میلادی در برخی از نمودارها مشاهده می‌شود):

A. مقایسه متوسط بارش

با بررسی جدول و نمودارهای زیر مشاهده می‌شود که داده ماهواره‌ای بارش به خوبی توانسته است روند تغییرات بارش منطقه را ثبت کند چراکه سری زمانی داده بارش ماهواره‌ای و زمینی طبق نمودارهای ۱۵، ۱۶ و ۱۷ مشابه یکدیگر بوده و روند تغییرات یکسانی دارند. در ارتباط با مقادیر متوسط به دست آمده بارش ماهانه در هر ماه اختلافاتی وجود دارد اما مقدار متوسط بارش سالانه در سال ۹۰ توسط داده ماهواره به خوبی تشخیص داده شده است در صورتی که مقدار آن در سال ۹۱ و ۹۳ با مقدار متوسط بارش سالانه زمینی تفاوت نسیتاً زیادی دارد.

جدول ۳۴: متوسط داده ماهواره‌ای و زمینی، بارش، حوضه دریایی مازندران در سال آبی ۹۰

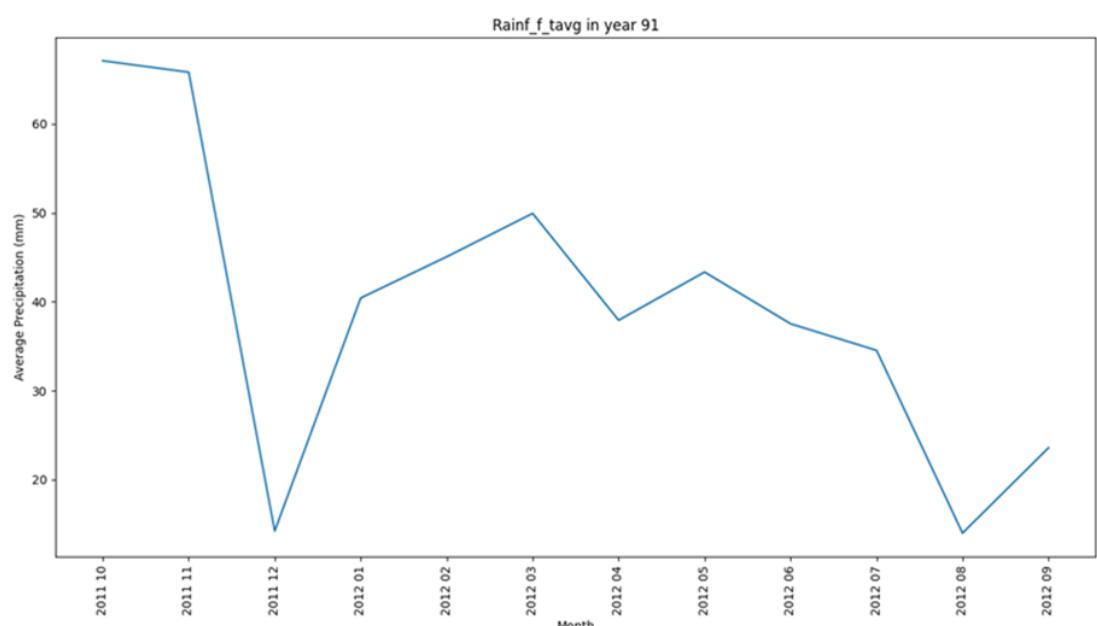


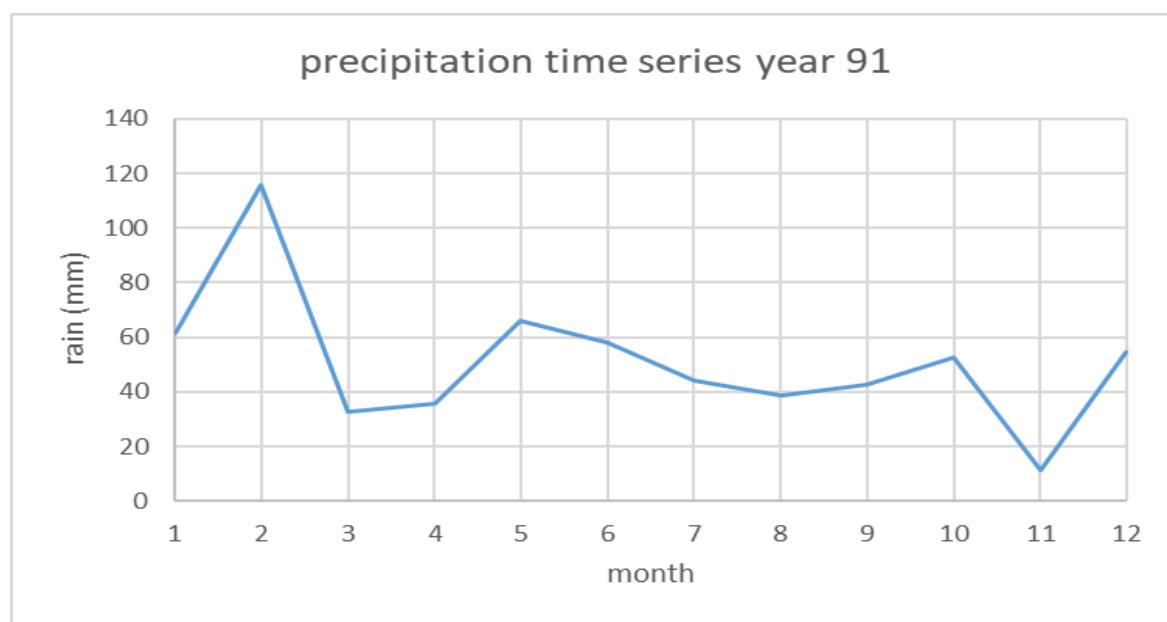
نمودار ۱۵: مقایسه سری زمانی بارش ۹۰ داده‌های ماهواره‌ای و زمینی

جدول ۳۵: متوسط داده ماهواره‌ای و زمینی بارش حوضه دریای مازندران در سال آبی ۹۱

سالانه	شیکوپور	مرداد	شهریور	مهر	خرداد	اردیبهشت	فروردین	اسفند	دی	بهمن	آذر	دی	آبان	مهر	ماه	میانگین بارش داده ماهوار ای (mm) در
473.5 7	23.6	14	34.55	37.54	43.35	37.93	49.95	45.07	40.43	14.24	65.82	67.11				

													سال آبی ۹۱
													میانگین بارش داده زمینی (mm)
613.7 6	54.41	11.21	52.64	42.66	38.57	44.23	57.86	66.04	35.91	32.91	115.8 1	61.52	در سال آبی ۹۱

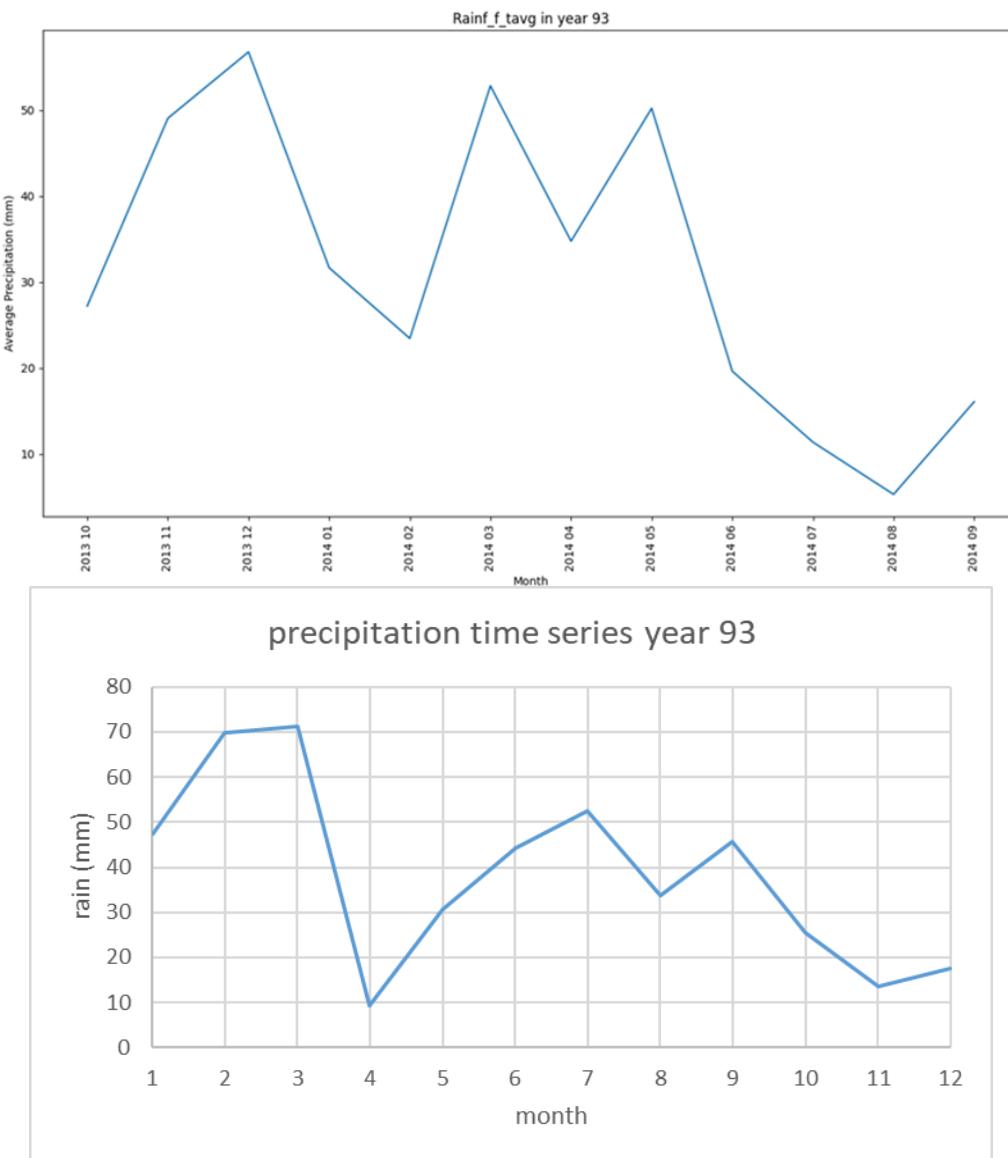




نمودار ۱۶: مقایسه سری زمانی بارش ۹۱ داده‌های ماهواره‌ای و زمینی

جدول ۳۶: متوسط داده ماهواره‌ای و زمینی بارش حوضه دریای مازندران در سال آبی ۹۳

سالانه	شهریور	مهر	آبان	مهرداد	آذر	دی	بهمن	اسفند	اردیبهشت	خرداد	تیر	مرداد	شهریور	ماه	میانگین بارش ۹۳ (mm)
378.2 2	16.07	5.3	11.37	19.62	50.2	34.74	52.81	23.44	31.65	56.75	49.4	24.21			
461.1 1	17.42	13.64	25.63	45.71	33.73	52.37	44.17	30.51	9.33	71.26	69.87	47.46			



نمودار ۱۷: مقایسه سری زمانی بارش ۹۳ داده‌های ماهواره‌ای و زمینی

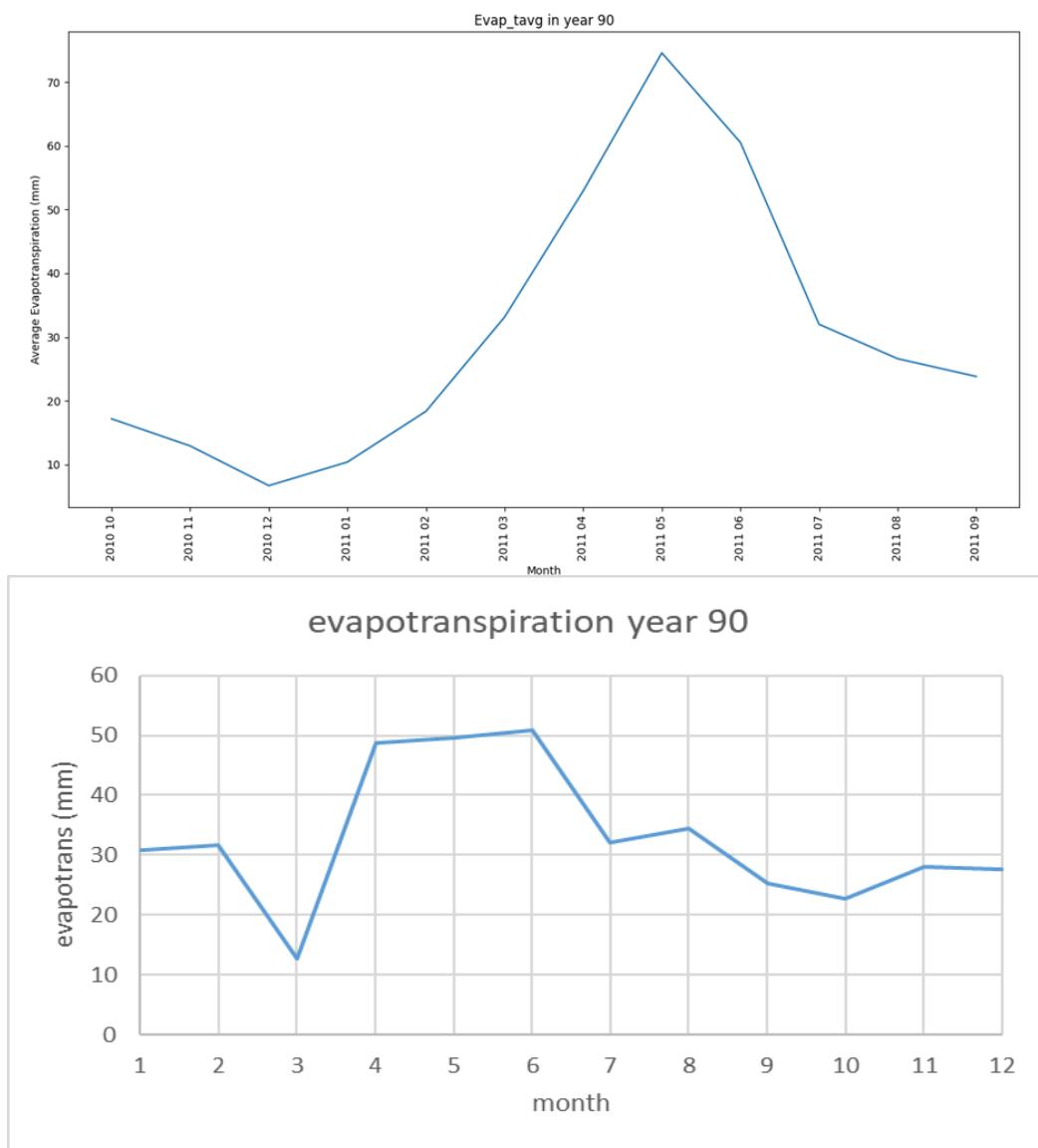
B. تبخیر تعرق

متاسفانه به دلیل غلط بودن داده‌های زمینی دما، داده‌های زمینی تبخیر تعرق و مقدار تبخیر تعرق واقعی محاسبه شده دارای خطای بسیار زیادی می‌باشد (چراکه برای محاسبه تبخیر تعرق نیاز به داده‌های دما داشتیم). ازینرو نمی‌توان مقایسه درستی بین داده‌های زمینی و ماهواره‌ای تبخیر تعرق انجام داد اما با توجه به تحقیق پیشین انجام شده در سطح کشور با استفاده از همین داده‌های ماهواره‌ای و مقایسه نمودار رسم شده سری زمانی تبخیر تعرق آنها در شکل ۳ مقاله [3]، مشاهده می‌کنیم که سری زمانی تبخیر تعرقمان مشابه سری زمانی این پژوهش است (گرچه مقایسه یک حوضه با کل کشور با خطای بالایی همراه است اما بهترین رفرنس در حال

حاضر می‌باشد). در ارتباط با مقدار متوسط سالانه طبق جداول ۳۷ تا ۳۹ اما می‌توان گفت که هر دو داده هماهنگی خوبی به هم داشته و در هر سه سال مقادیر به یکدیگر نزدیک اند.

جدول ۳۷: متوسط داده‌های ماهواره‌ای و زمینی تبخیر تعرق حوضه دریای مازندران در سال آبی ۹۰

سالانه	مهر	آگ	مهر	آذر	دی	بهمن	اسفند	اردی	بهمن	اردی	بهمن	اردی	ماه
369.3 1	23.83	26.62	32.02	60.54	74.58	52.94	33.15	18.38	10.41	6.71	12.94	17.18	تبخیر تعرق ماهواره‌ای (mm) سال آبی ۹۰
346.0 5	27.73	28.15	22.65	25.35	34.41	32.21	50.77	49.51	48.7	12.78	31.7	30.79	تبخیر تعرق حقیقی زمینی (mm) در سال آبی ۹۰

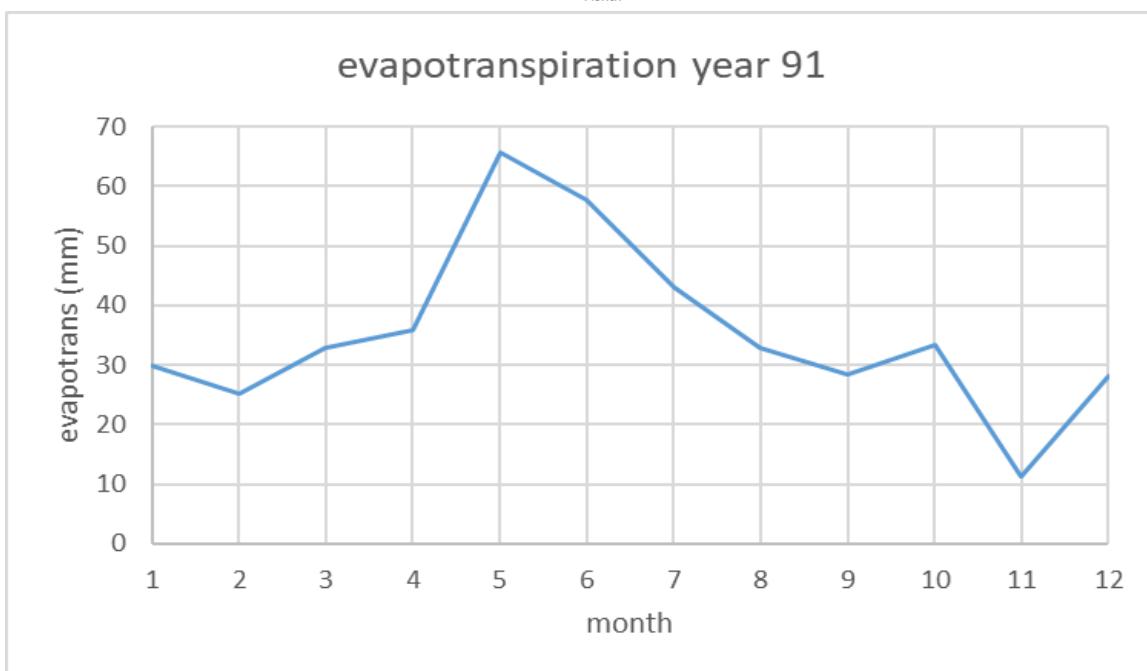
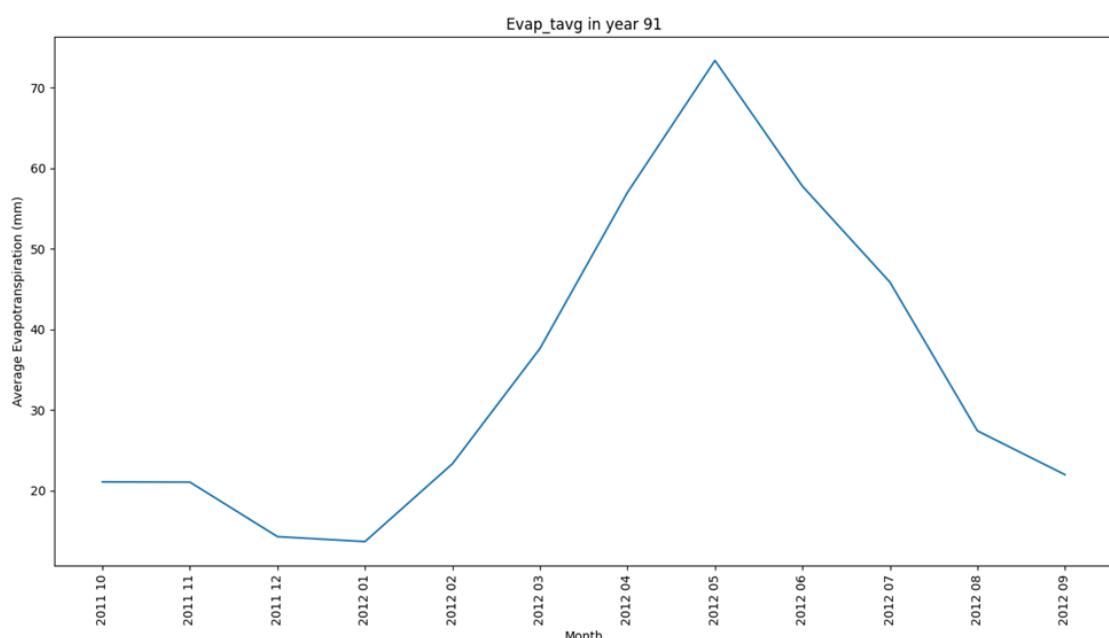


نمودار ۱۸: مقایسه سری زمانی تبخیر تعرق ۹۰ داده‌های ماهواره‌ای و زمینی

جدول ۳۸: متوسط داده‌های ماهواره‌ای و زمینی تبخیر تعرق حوضه دریایی مازندران در سال آبی ۹۱

سالانه	سپتامبر	مهر	مرداد	مهر	خرداد	اردیبهشت	فروردین	اسفند	بهمن	دی	آذر	مازندران	ماه	تبخیر تعرق ماهواره‌ای (mm) سال آبی ۹۱
414.48	21.99	27.42	45.86	57.76	73.35	56.99	37.64	23.34	13.69	14.3	21.07	21.09		

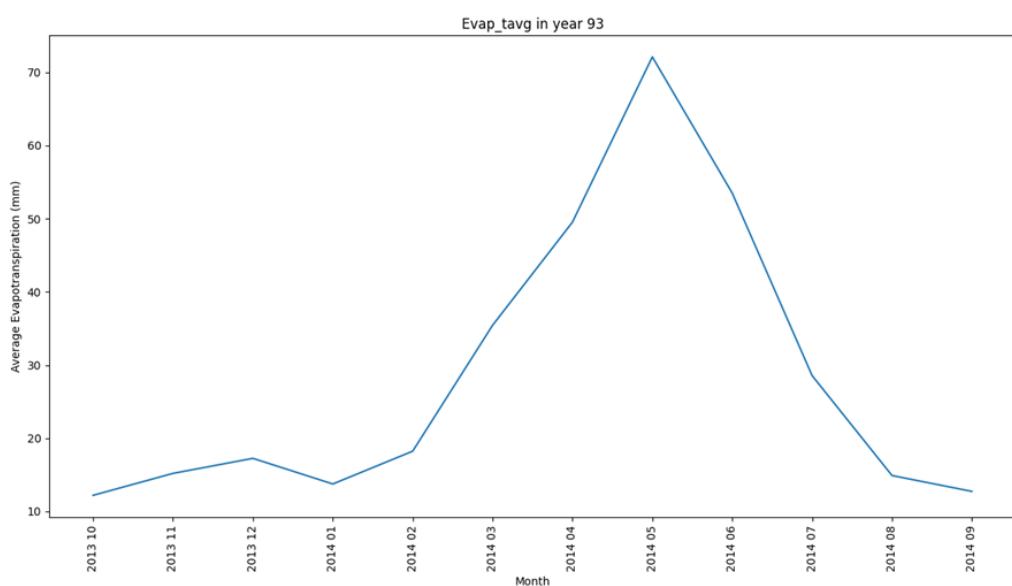
														تبخیر تعرق حقیقی زمینی (mm) در سال ۹۱ آبی
424.1 6	28.25	11.21	33.38	28.39	32.82	42.97	57.86	65.6	35.91	32.91	25.12	29.84		

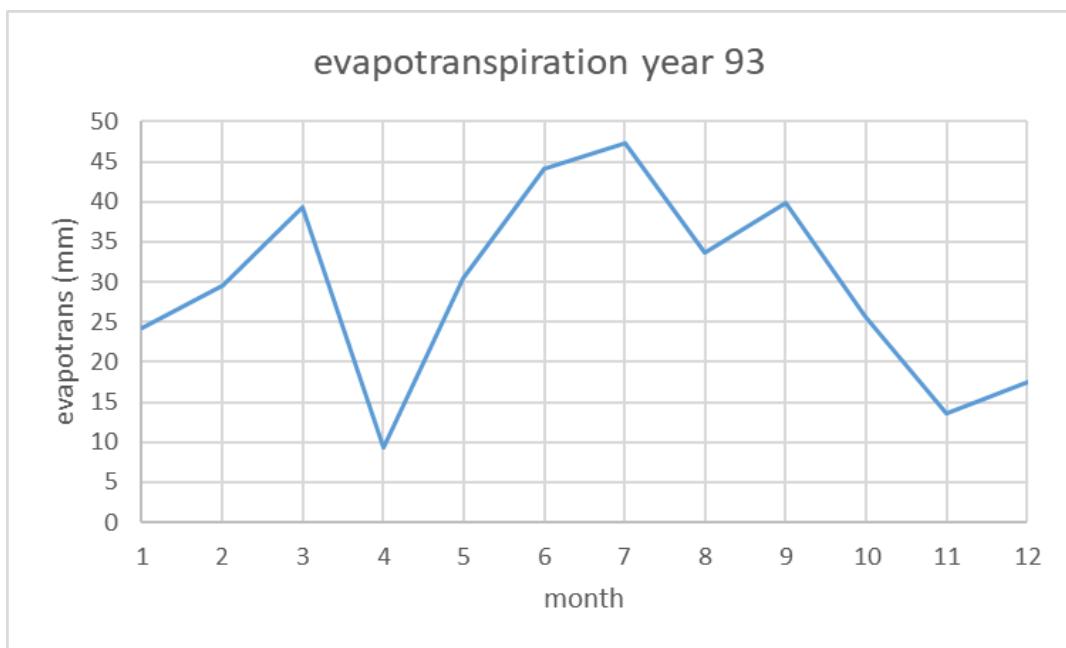


نمودار ۱۹: مقایسه سری زمانی تبخیر تعرق ۹۱ داده‌های ماهواره‌ای و زمینی

جدول ۳۹: متوسط داده‌های ماهواره‌ای و زمینی تبخیر تعرق حوضه دریای مازندران در سال آبی ۹۳

سالانه	شهریور	مرداد	تیر	خرداد	اردیبهشت	فروردین	اسفند	دی	بهمن	دی	آذر	بهمن	دی	ماه
343.4	12.73	14.9	28.56	53.5	72.11	49.83	35.43	18.23	13.75	17.25	15.2	12.2		تبخیر تعرق ماهواره‌ای (mm) سال آبی ۹۳
354.7 2	17.42	13.64	25.63	39.93	33.73	47.25	44.17	30.51	9.33	39.25	29.63	24.23		تبخیر تعرق حقيقي زميني (mm) در سال آبی ۹۳





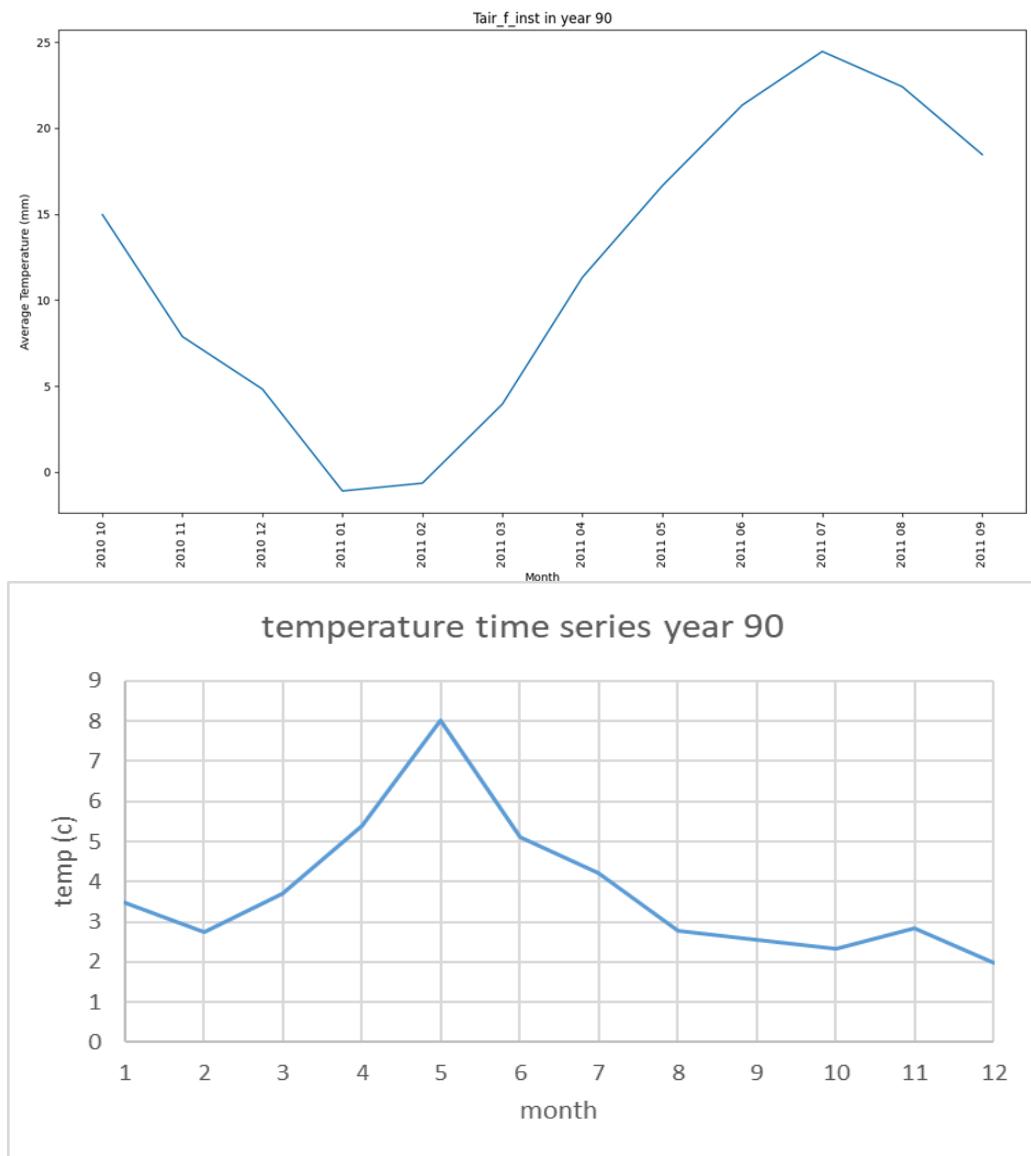
نمودار ۲۰: مقایسه سری زمانی تبخیر تعرق ۹۳ داده‌های ماهواره‌ای و زمینی

C. دما

همانطور که در بخش قبل ذکر شد، داده‌های زمینی دما در این تمرین داده‌های پرت و اشتباه می‌باشند ازین رو فاقد اعتبار بوده و امکان مقایسه آنها با داده زمینی وجود ندارد و تعیین کننده نیستند. از اختلاف زیاد داده ماهواره‌ای و داده زمینی در جداول ۴۰ تا ۴۲ می‌توان متوجه این اختلاف و مشکل شد.

جدول ۴۰: متوسط داده‌های ماهواره‌ای و زمینی دمای حوضه‌ی دریای مازندران در سال آبی ۹۰

سالانه		ماه	آذر	دی	بهمن	اسفند	اردیبهشت	خرداد	تیر	مرداد	شهریور	مهر	آبان	آذر	ماه
12.0 4	18.4 7	22.4 1	24.4 6	21.3 5	16.6 5	11.3 2	3.95	-0.65	-1.11	4.82	7.87	14.9 7			میانگین دمای ماهواره‌ای (C°) در سال آبی ۹۰
3.76 55	1.98	2.83	2.32	2.54	2.78	4.22	5.12	8.02	5.41	3.7	2.74	3.49			میانگین دمای زمینی (C°) در سال آبی ۹۰

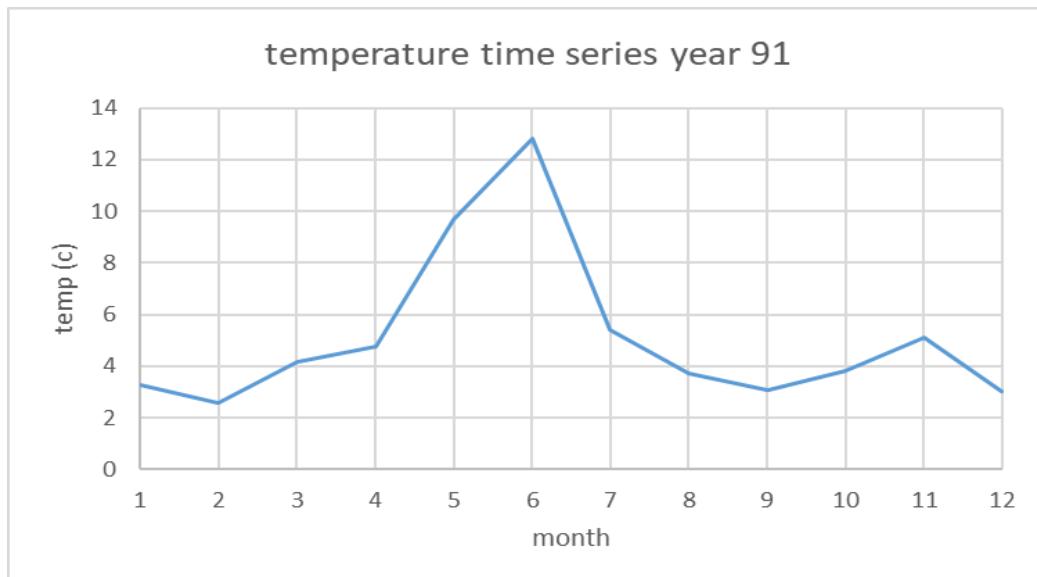
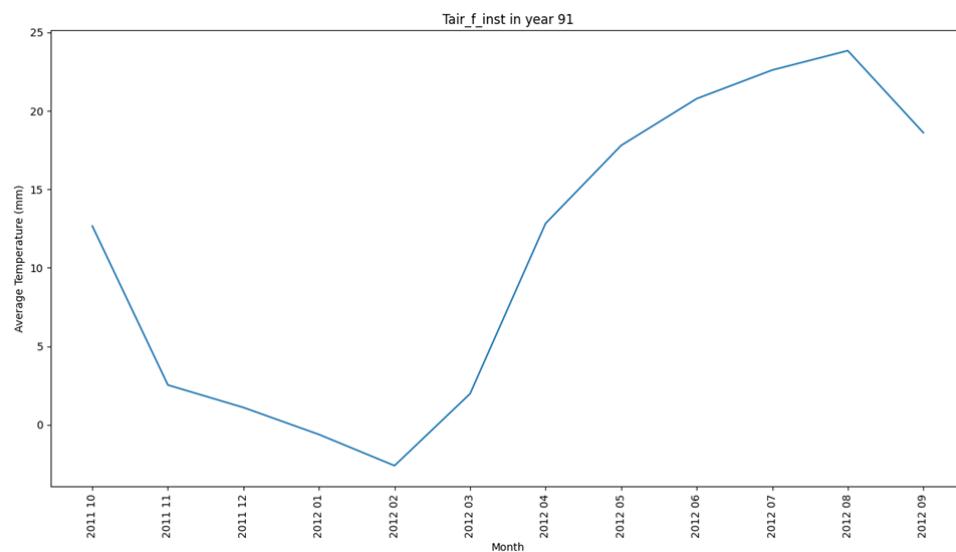


نمودار ۲۱: مقایسه سری زمانی دما ۹۰ داده‌های ماهواره‌ای و زمینی

جدول ۴۱: متوسط داده‌های ماهواره‌ای و زمینی دمای حوضه‌ی دریای مازندران در سال آبی ۹۱

ماه	آذر	دی	بهمن	اسفند	فروردین	اردیبهشت	خرداد	تیر	ژوئیه	اگوست	سپتامبر	اگوست	سالانه
۱۰.۹ ۶	۱۲.۶ ۱	۲۳.۸ ۴	۲۲.۶	۲۰.۷ ۸	۱۷.۸	۱۲.۸ ۳	۱.۹۸	-۲.۶۱	-۰.۶۱	۱.۱	۲.۵۳	۱۲.۶ ۶	میانگین دمای ماهواره‌ای (C°) در سال آبی ۹۱

میانگین دمای زمینی (C°) در سال آبی ۹۱													
5.11 78	3.03 3	5.1	3.81	3.05	3.72	5.4	12.8 2	9.67	4.78	4.14	2.58	3.27	



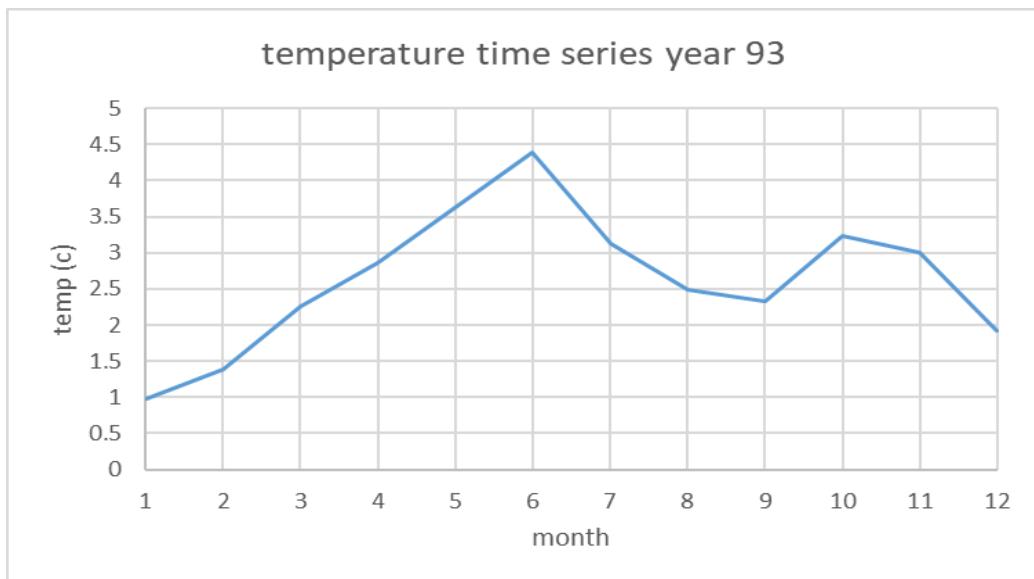
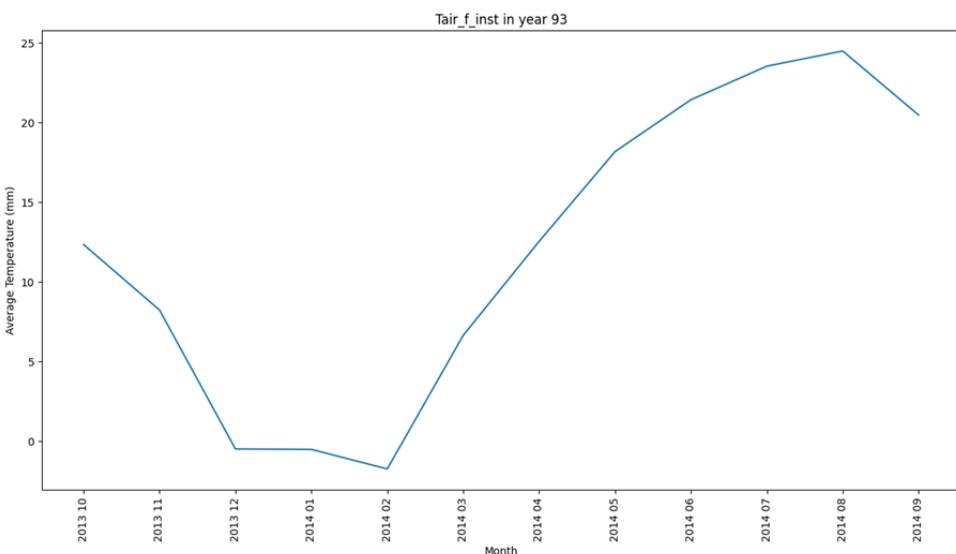
نمودار ۲۲: مقایسه سری زمانی دما ۹۱ داده‌های ماهواره‌ای و زمینی

جدول ۴۲: متوسط داده‌های ماهواره‌ای و زمینی دمای حوضه‌ی دریای مازندران در سال آبی ۹۳

ماه	آبان	آذر	دی	بهمن	اسفند	فروردین	اردیبهشت	خرداد	تیر	مرداد	شهریور	سالانه
12.1	20.4 8	24.5	23.5 4	21.4 4	18.1	12.5 5	6.65	-1.73	-0.5	-0.48	8.24	12.4 4
2.63 4	1.92	3.01	3.23	2.33	2.49	3.12	4.38	3.63	2.87	2.26	1.38	0.98

میانگین دمای ماهواره‌ای ($^{\circ}\text{C}$) در سال آبی ۹۳

میانگین دمای زمینی ($^{\circ}\text{C}$) در سال آبی ۹۳



نمودار ۲۳: مقایسه سری زمانی دما ۹۳ داده‌های ماهواره‌ای و زمینی

۱۷ مقایسه تغییرات حجم ذخیره داده‌های ماهواره‌ای و زمینی

در این بخش با استفاده از کد taghirate_hajme_zakhire.py و کم کردن مقادیر ذخیره آب روز اول و آخر هر سال (مقادیر موجود در netcdf های روزانه)، تغییرات حجم ذخیره آب هر سال محاسبه می‌گردد. خروجی کد به صورت زیر می‌باشد:

جدول ۴۳: جدول تغییرات حجم ذخیره آب از داده ماهواره‌ای حوضه آبریز دریای مازندران

سال آبی	تغییرات حجم ذخیره آب از داده ماهواره‌ای (MCM)
۹۰	-822.408
۹۱	-3156.45
۹۳	-5308.73

جدول ۴۴: جدول تغییرات حجم ذخیره آب از داده زمینی حوضه آبریز دریای مازندران

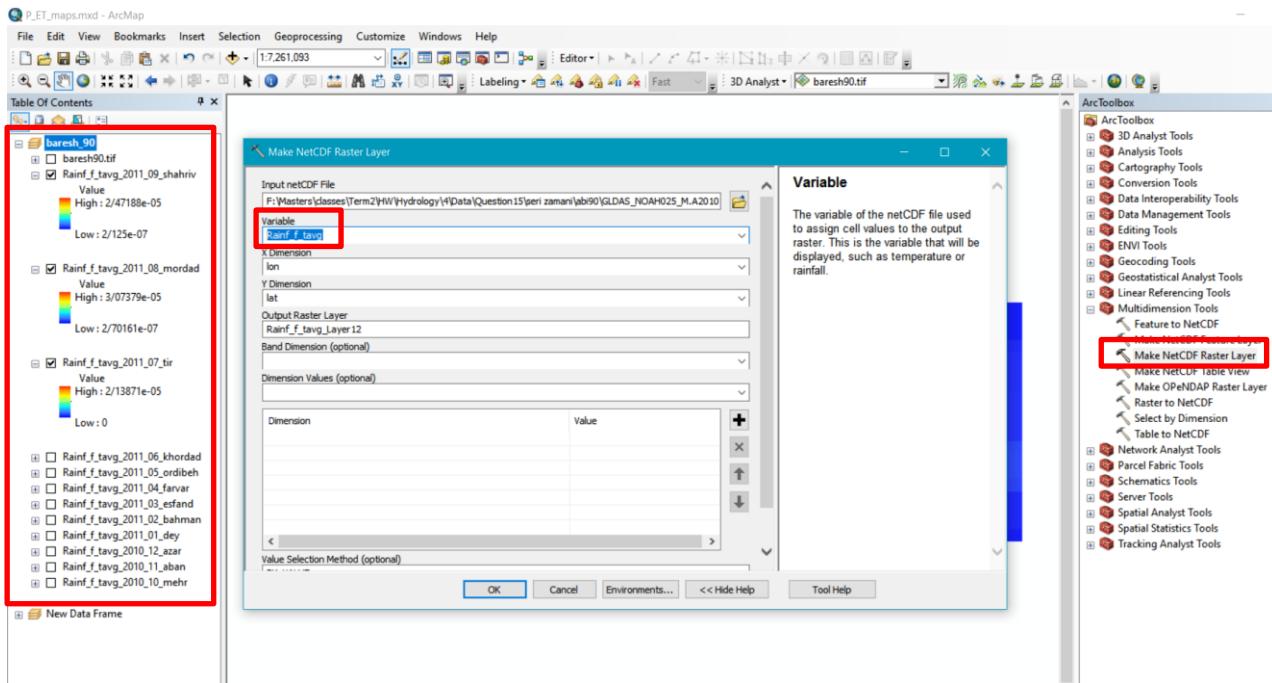
سال آبی	تغییرات حجم ذخیره آب از داده زمینی (MCM)
۹۰	-24111.8
۹۱	-57921.3
۹۳	-27053.6

نتیجه تغییرات ذخیره استخراج شده از هر دو دسته داده منفی بوده و نشاندهنده این است که میزان مصرف و خروجی آب در این حوضه بسیار بیشتر از میزانی است که چرخه آب می‌تواند آب را به حوضه بازگرداند. از سال ۹۰ به ۹۱ در هر دو دسته داده شاهد افزایش تغییرات (کاهش) ذخیره آب هستیم اما از سال ۹۱ به ۹۳ در داده زمینی کاهش تغییرات را مشاهده می‌کنیم در صورتی که داده ماهواره‌ای یانگر تداوم افزایش تغییرات (کاهش) ذخیره آب می‌باشد.

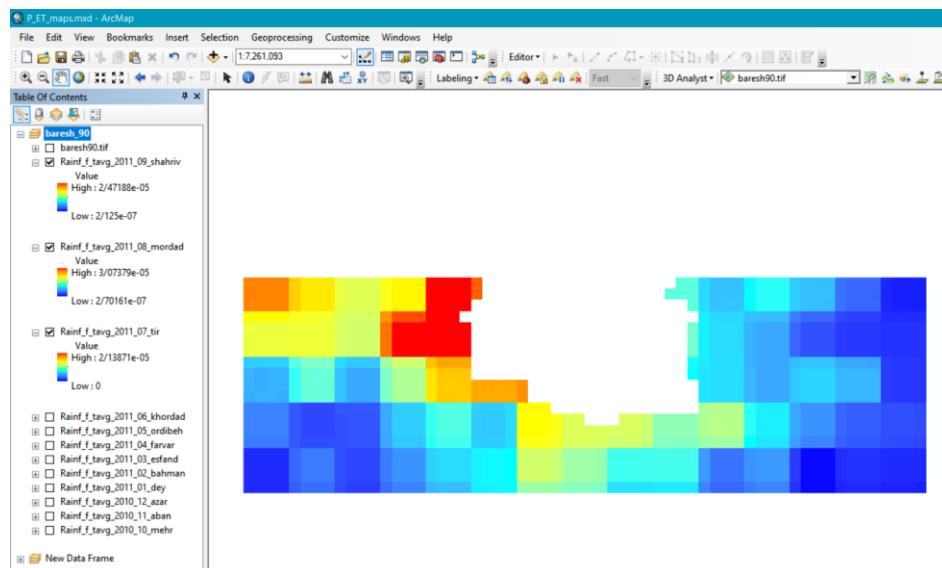
۱۸ مقایسه سری زمانی داده‌های ماهواره‌ای و زمینی

برای به دست آوردن نقشه بارش منهای تبخیر تعرق (P-ET) هر سال، در نرم افزار ARCMAP فایلهای netcdf هر ۱۲ ماه آن سال را مطابق شکل زیر با استفاده از نرم افزار make netcdf raster layer به صورت لایه‌های رستری در آورده و در دیتا فریم خود باز می‌کنیم. یک بار این روند را برای متغیر بارش و یکبار برای متغیر تبخیر و تعرق انجام می‌دهیم:

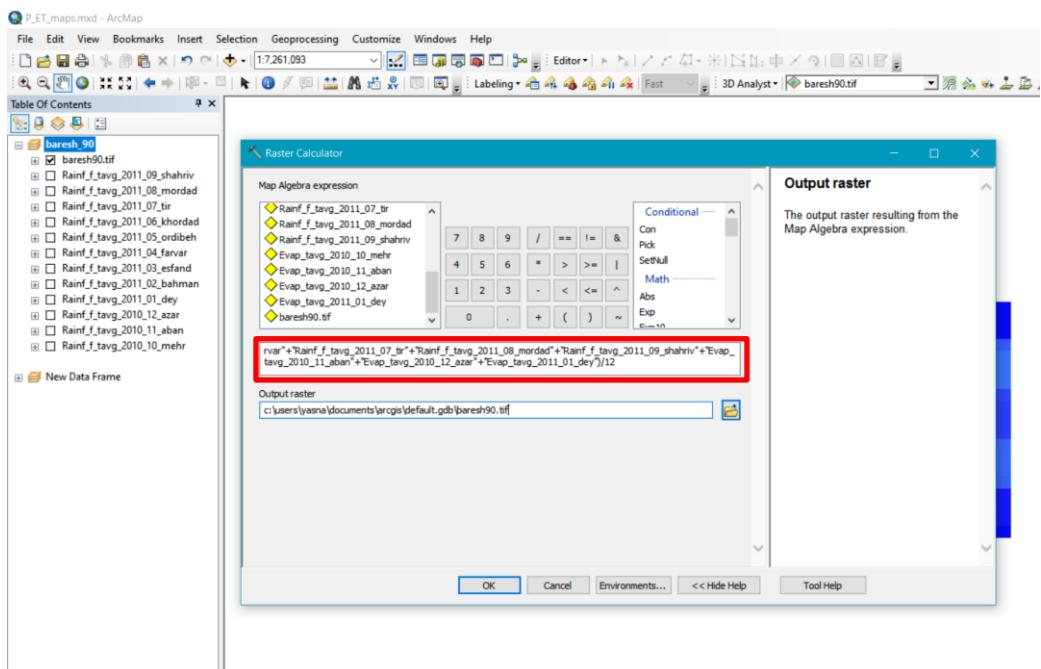
p-est مقدار ایه که رو زمین میمونه ک شامل رواناب و تغیرات آب ذخیره(زیرزمینی رطوبت خاک و غیره هست) رفرنس بزن به مقاله ریموت سنسینگ



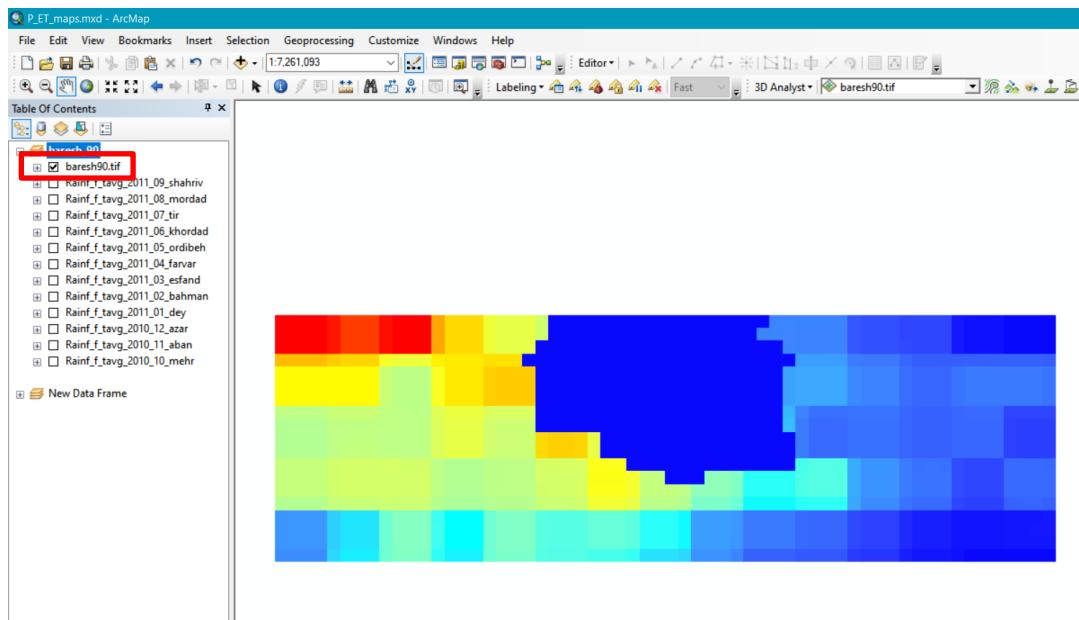
پس از تبدیل هر نت سی دی اف به رستر به صورت زیر نمایش داده می شود:



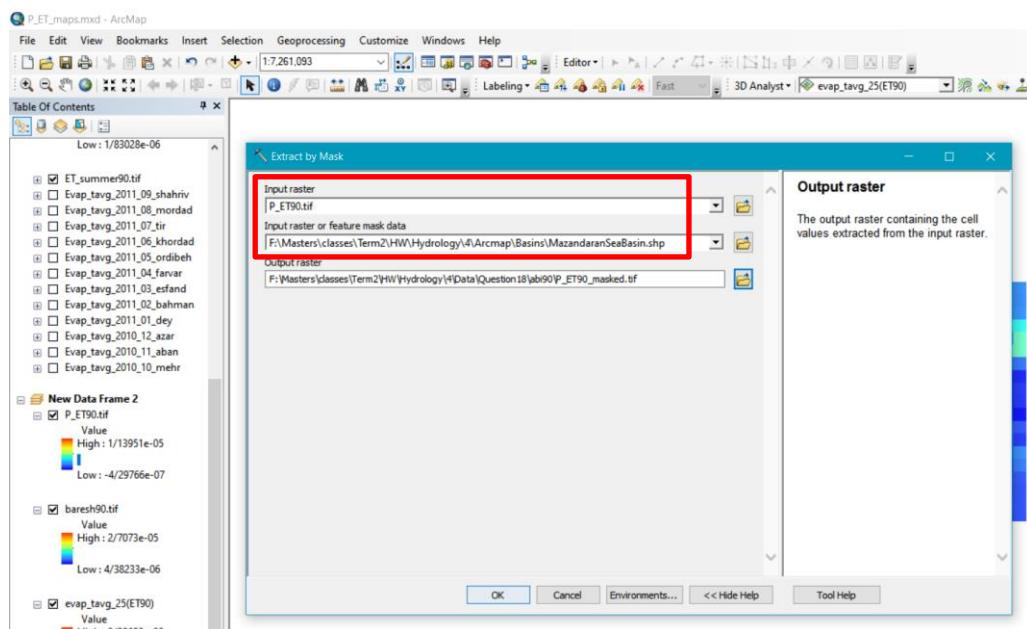
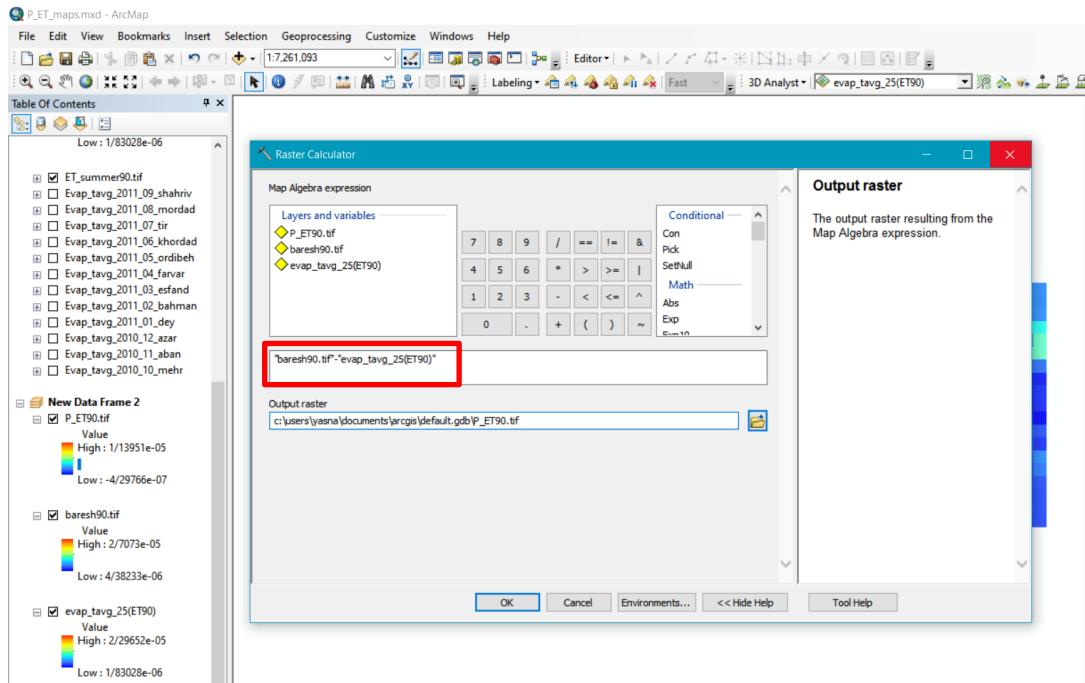
سپس برای رسیدن به نقشه متوسط بارش سالانه از روی این نقشه های متوسط بارش ماهانه، از ابزار calculator استفاده کرده و میان مقادیر هر ۱۲ ماه پیکسلها متوسط سالانه می گیریم:



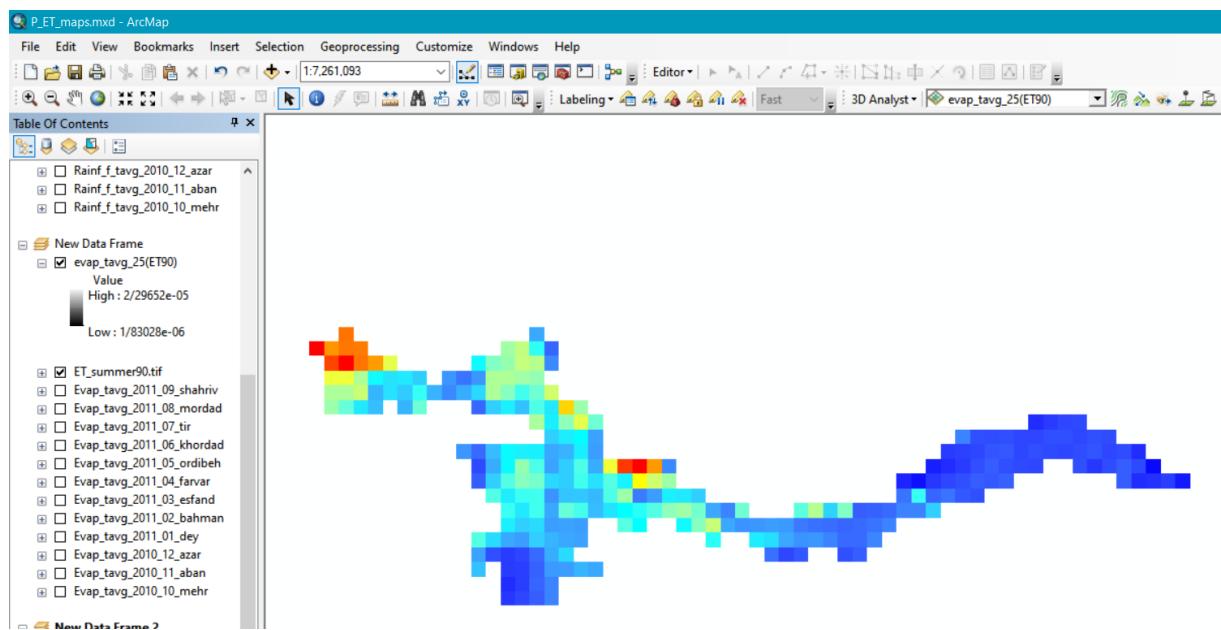
نقشه رستری متوسط بارش سالانه ۹۰ مطابق شکل زیر است:

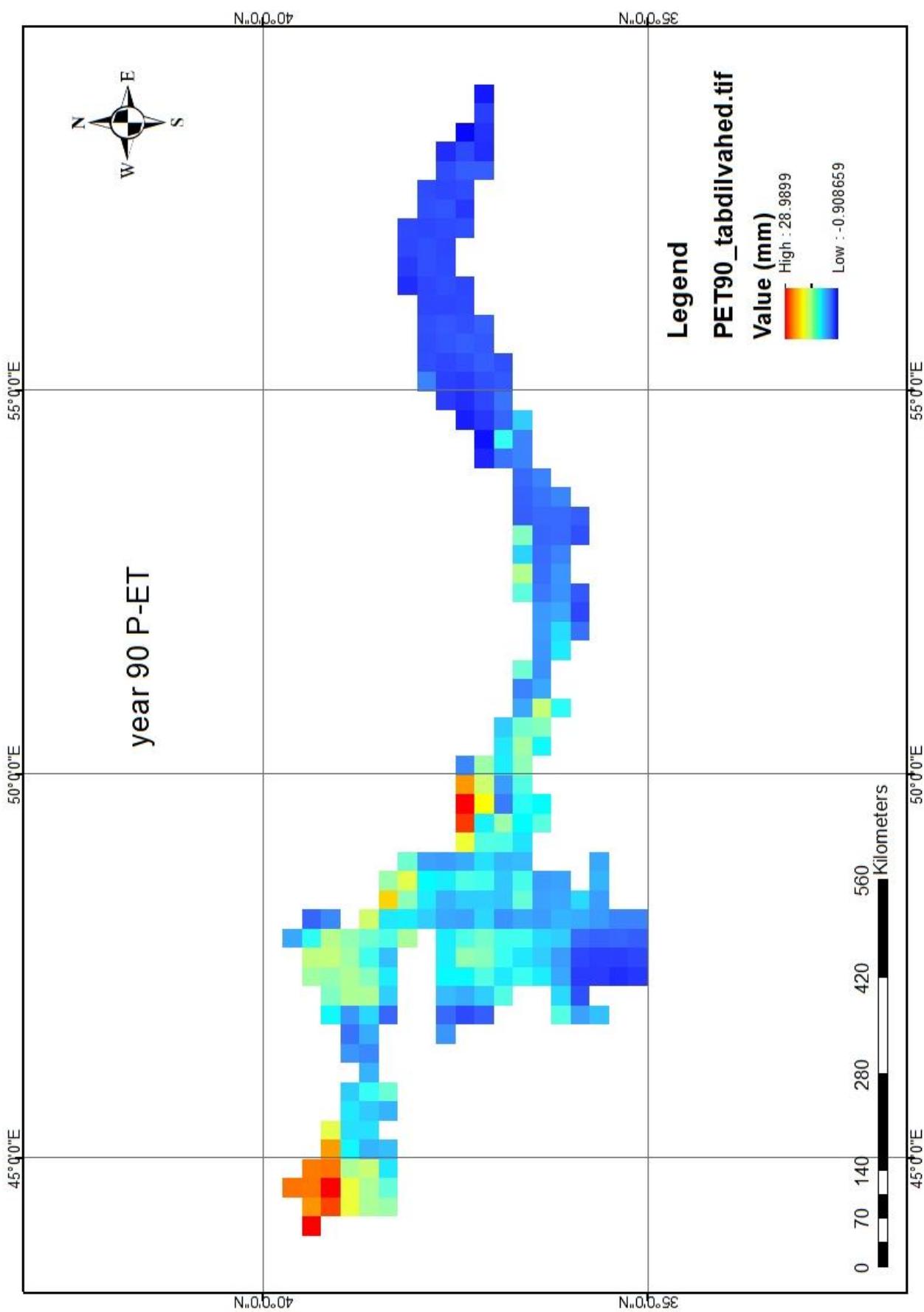


درنهایت با استفاده از شیپ فایل حوضه آبریز دریای مازندران و ابزار extract by mask محدوده مطلوب را از روی نقشه رستری برش می‌دهیم. باز دیگر مراحل ذکر شده را برای داده تبخیر تعرق انجام می‌دهیم و نقشه متوسط سالانه تبخیر تعرق سال ۹۰ را به دست می‌آوریم (به نام evap_tavg_25(ET90)). درنهایت نقشه متوسط تبخیر تعرق سالانه را با استفاده از ابزار raster calculator از نقشه متوسط سالانه بارش کم می‌کنیم و برش می‌زنیم:



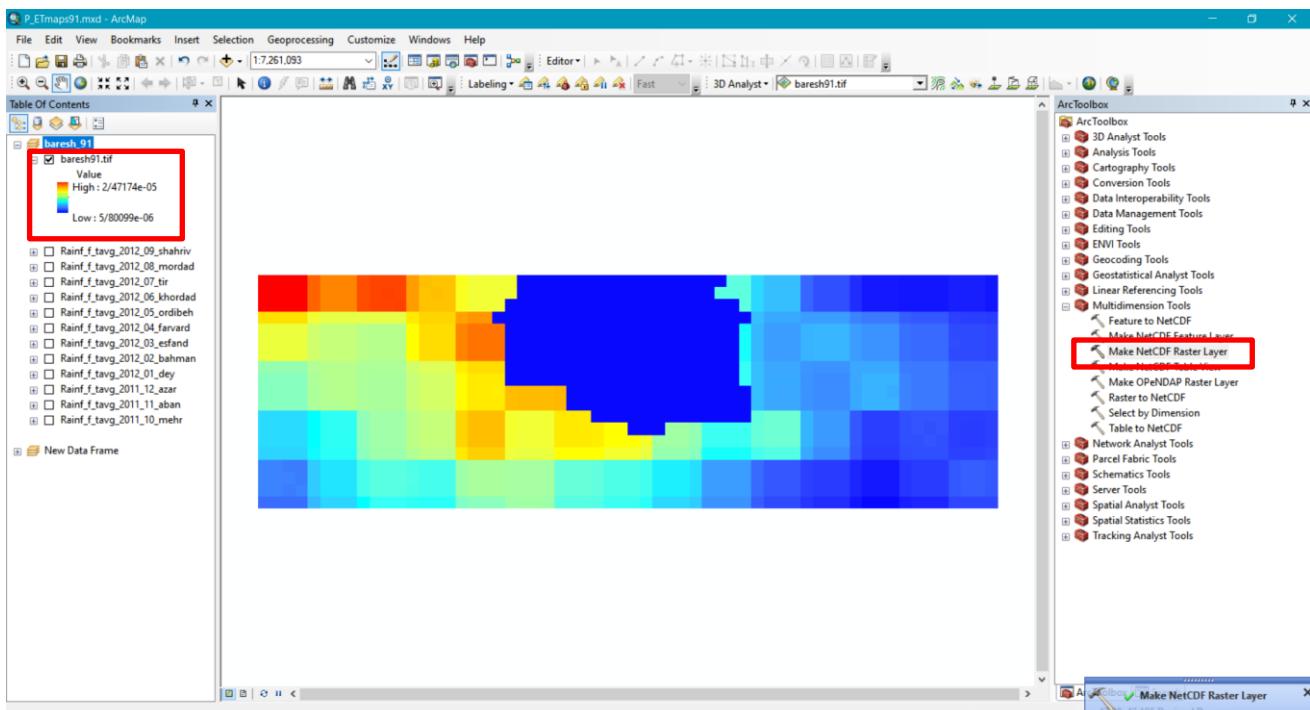
نقشه تفاضل متوسط بارش و تبخیر تعرق سال ۹۰ به صورت زیر است:



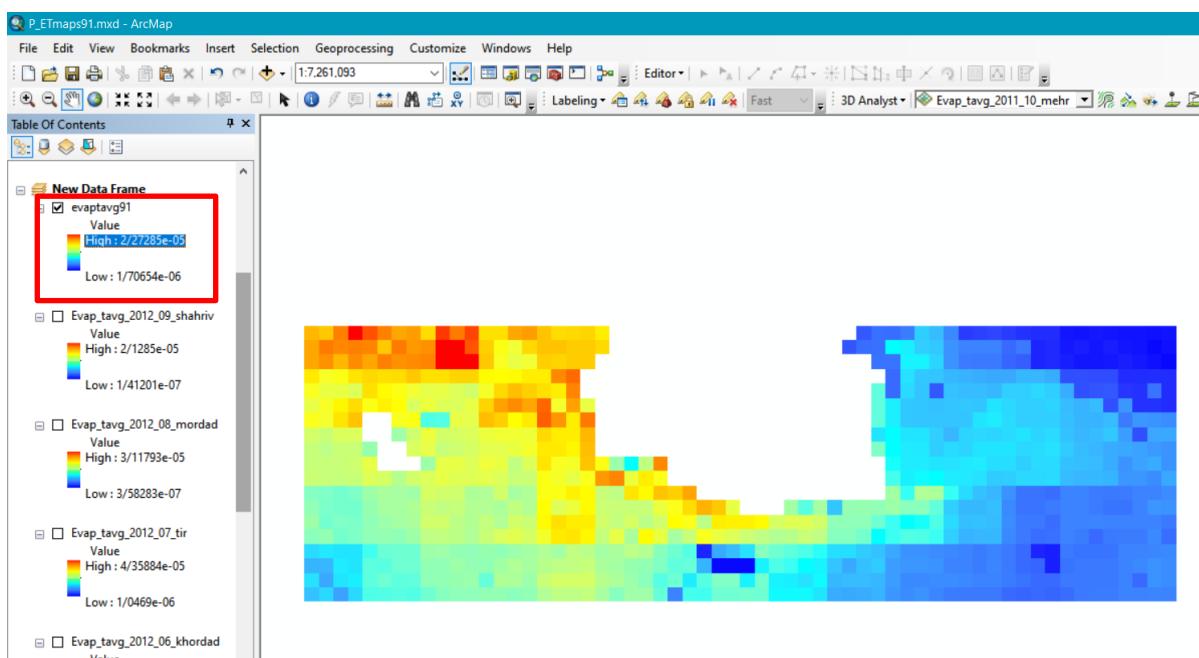


شکل ۷: نقشه تفاصیل بارش و تبخیر تعرق سالانه سال آبی ۹۰ در حوضه آبریز دریای مازندران

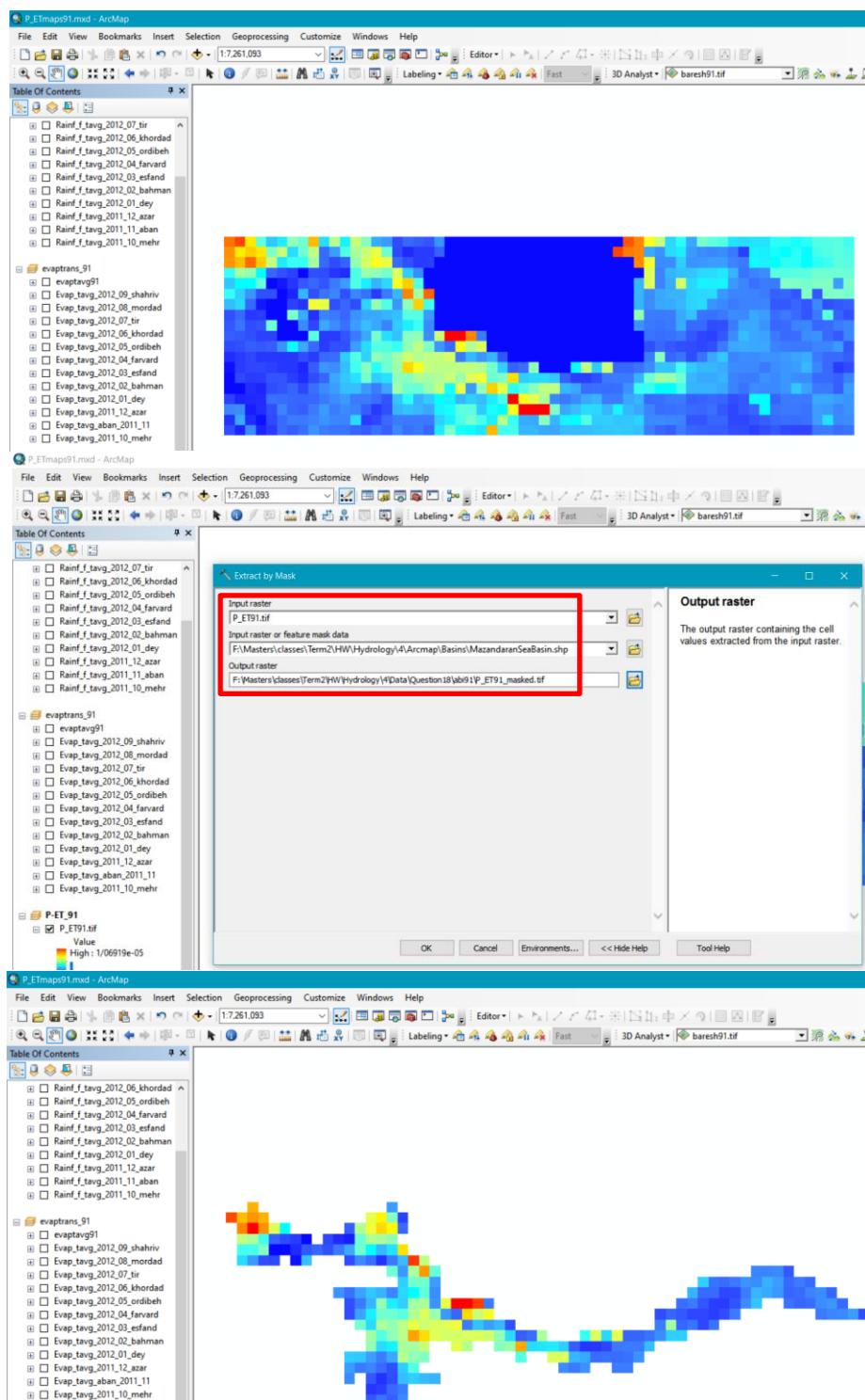
مشابه روندی که برای سال ۹۰ در پیش گرفتیم برای سال ۹۱ نیز اجرا می‌کنیم. ابتدا پس از ساخت لایه رستری هر ۱۲ ماه سال ۹۱، با استفاده از ماشین حساب رستری، نقشه متوسط بارش سالانه ۹۱ را به دست می‌آوریم : (baresh91.tif)



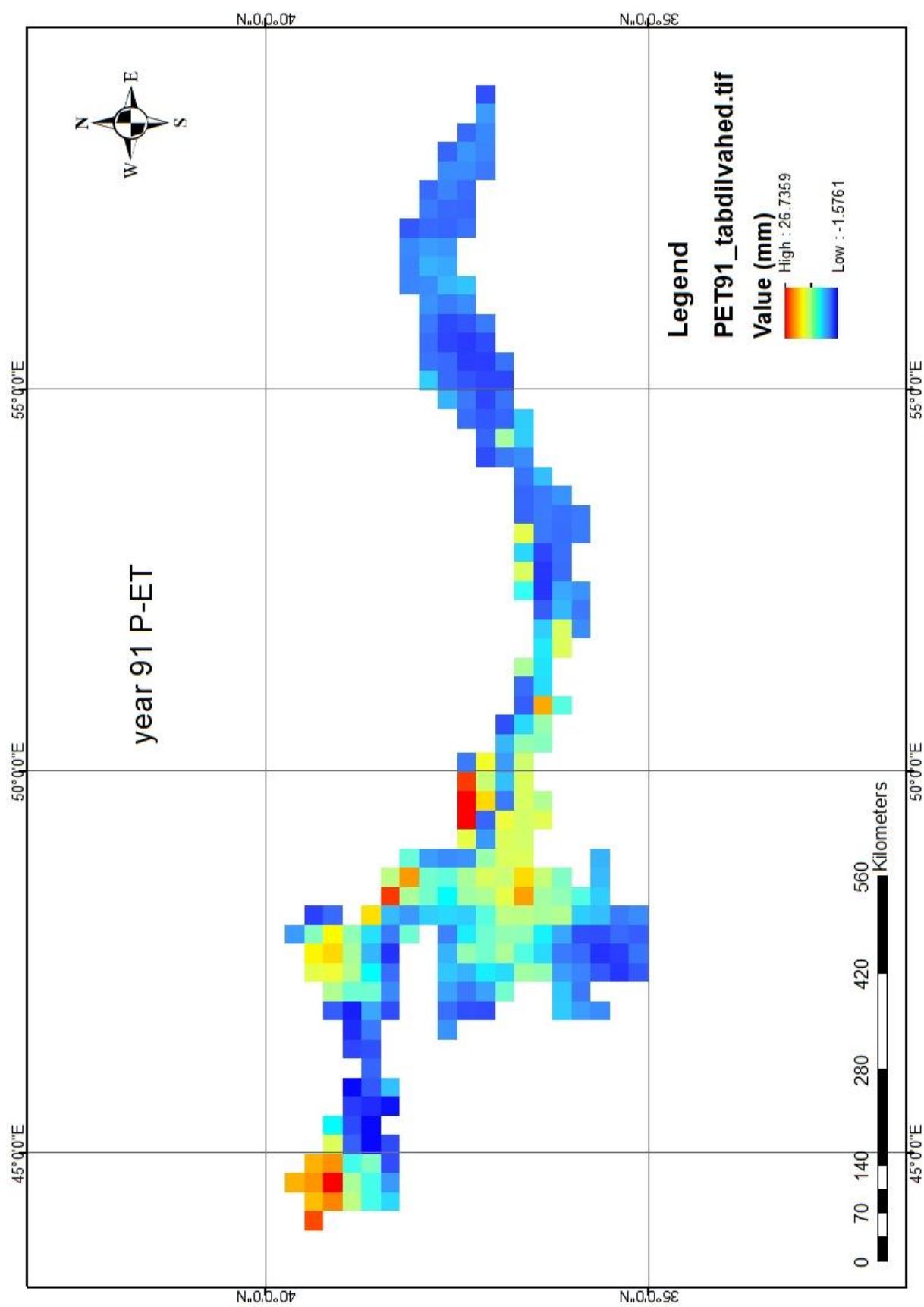
نقشه متوسط تبخیر تعرق سالانه سال ۹۱ نیز به صورت زیر به دست می‌آید : (evaptavg91)



نقشه تفریق بارش و تبخیر تعرق سالانه سال ۹۱ با استفاده از ماشین حسبا رسترن و تفریق دو نقشه قبلی به صورت زیر به دست می آید (P_ET91.tif) که مرز حوضه دریای مازندران را از روی آن برش می دهیم:

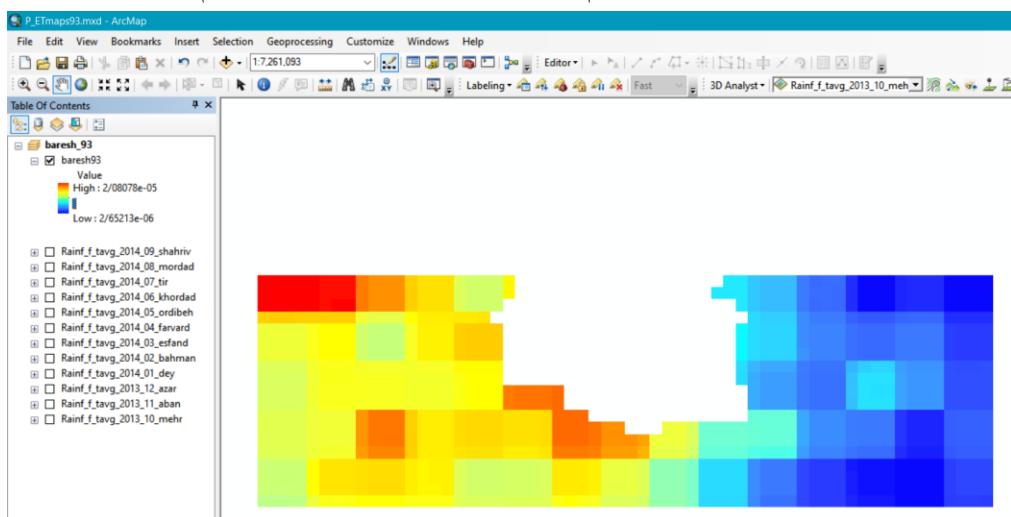


نقشه نهایی به نام P_ET91masked.tif ذخیره می شود.

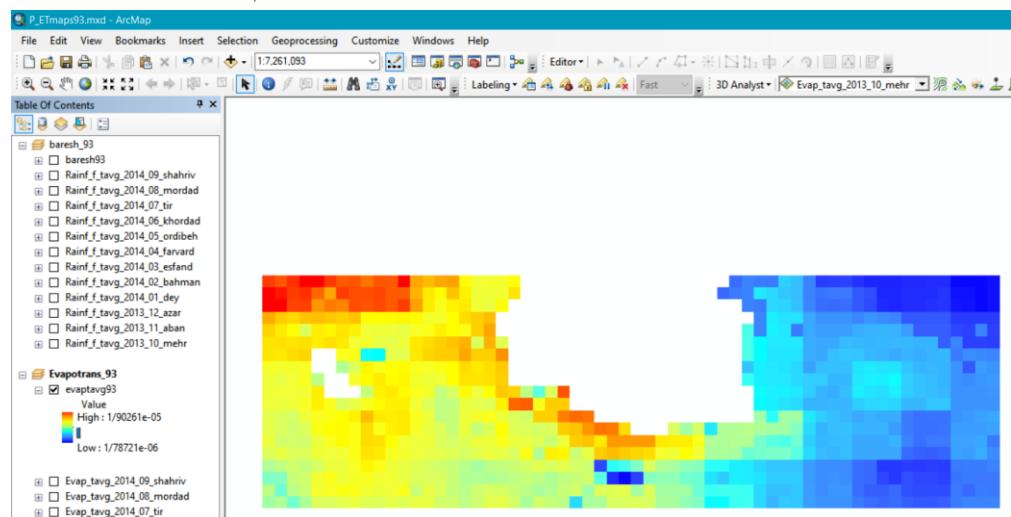


شکل ۸: نقشه تفاصیل بارش و تبخیر تعرق سالانه سال آبی ۹۱ در حوضه آبریز دریای مازندران

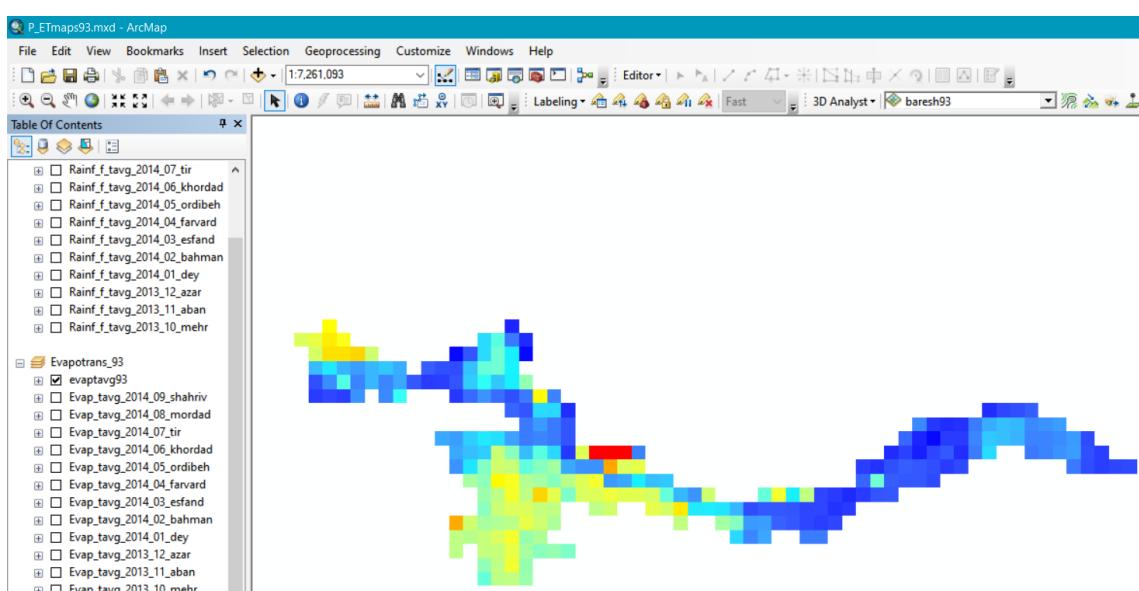
برای سال ۹۳ نیز روند پیشین را در پیش می‌گیریم. نقشه متوسط بارش سالانه ۹۳ به نام baresh93 ذخیره گردید:

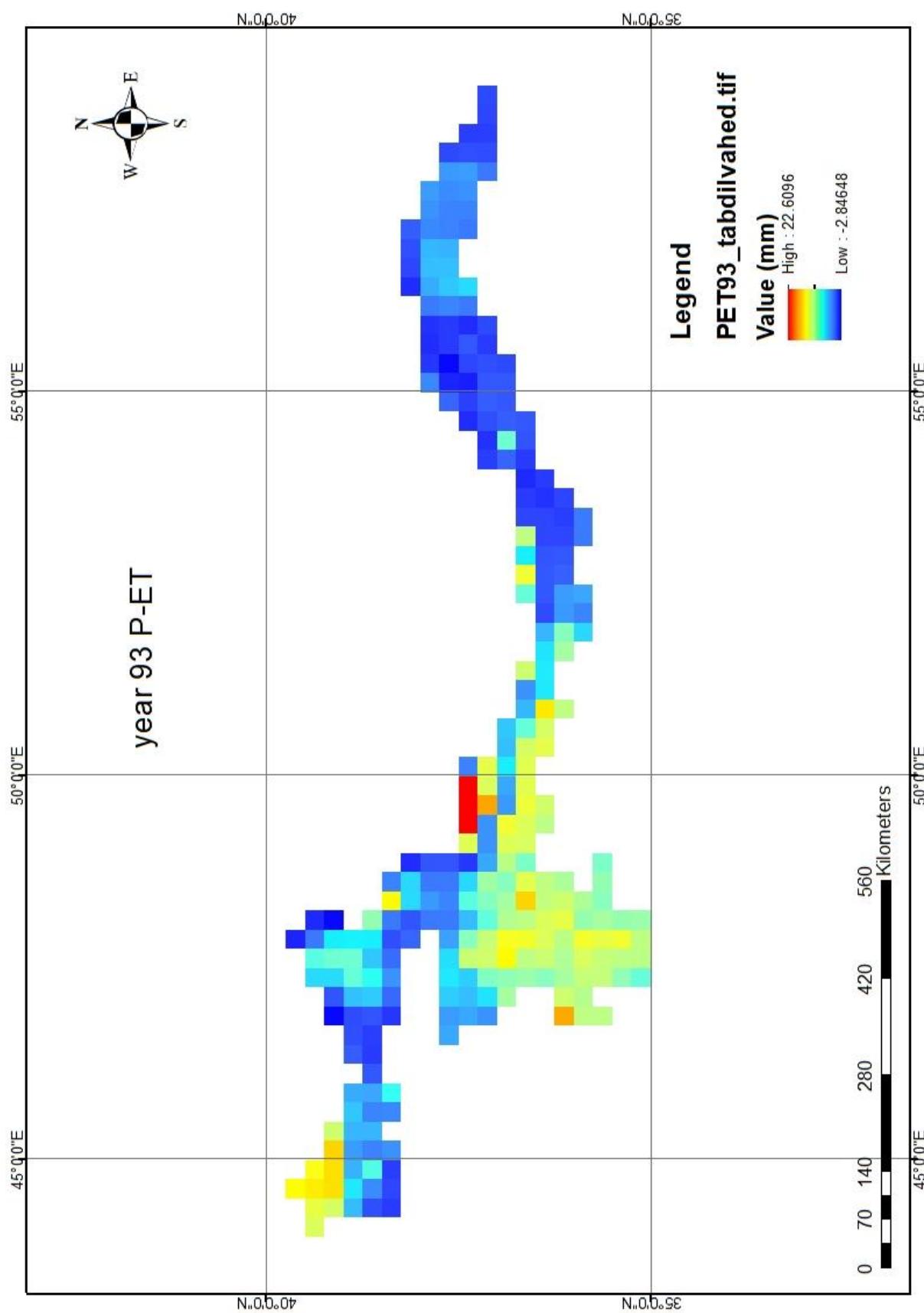


نقشه متوسط تبخیر تعرق سالانه سال ۹۳ نیز مطابق شکل زیر به دست آمد و به نام evaptavg93 ذخیره گردید:



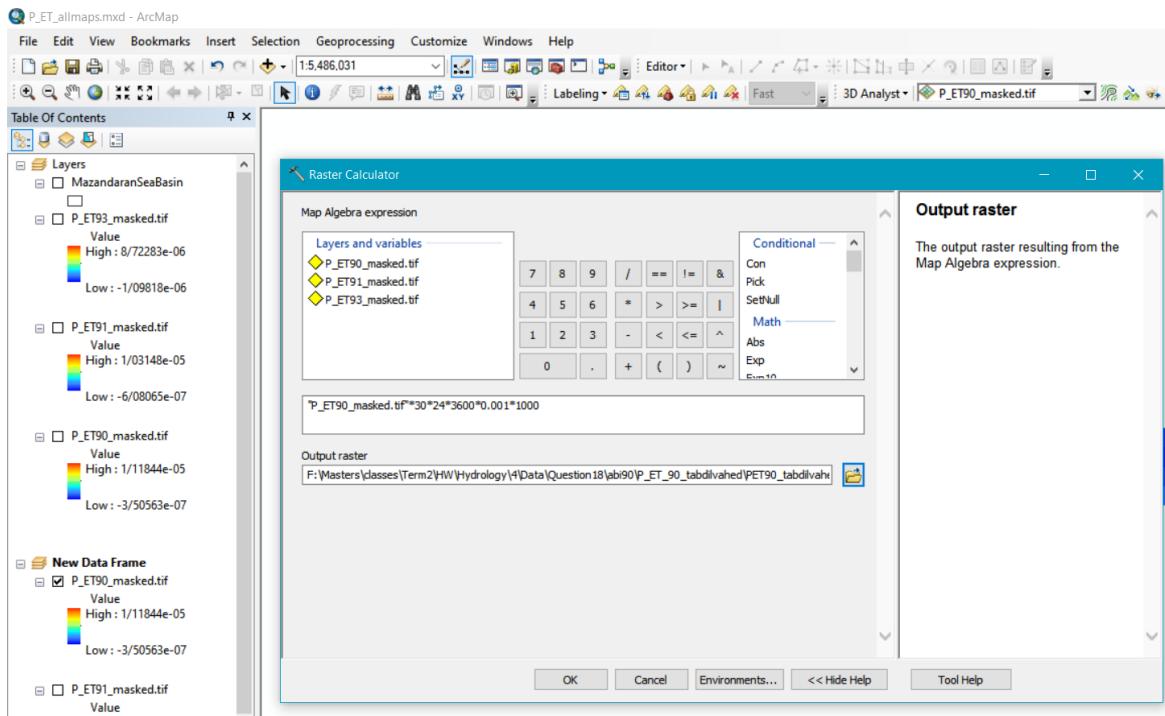
نقشه p-et سال ۹۳ پس از محاسبه و مسک شدن به نام P_ET93_masked.tif ذخیره شد:



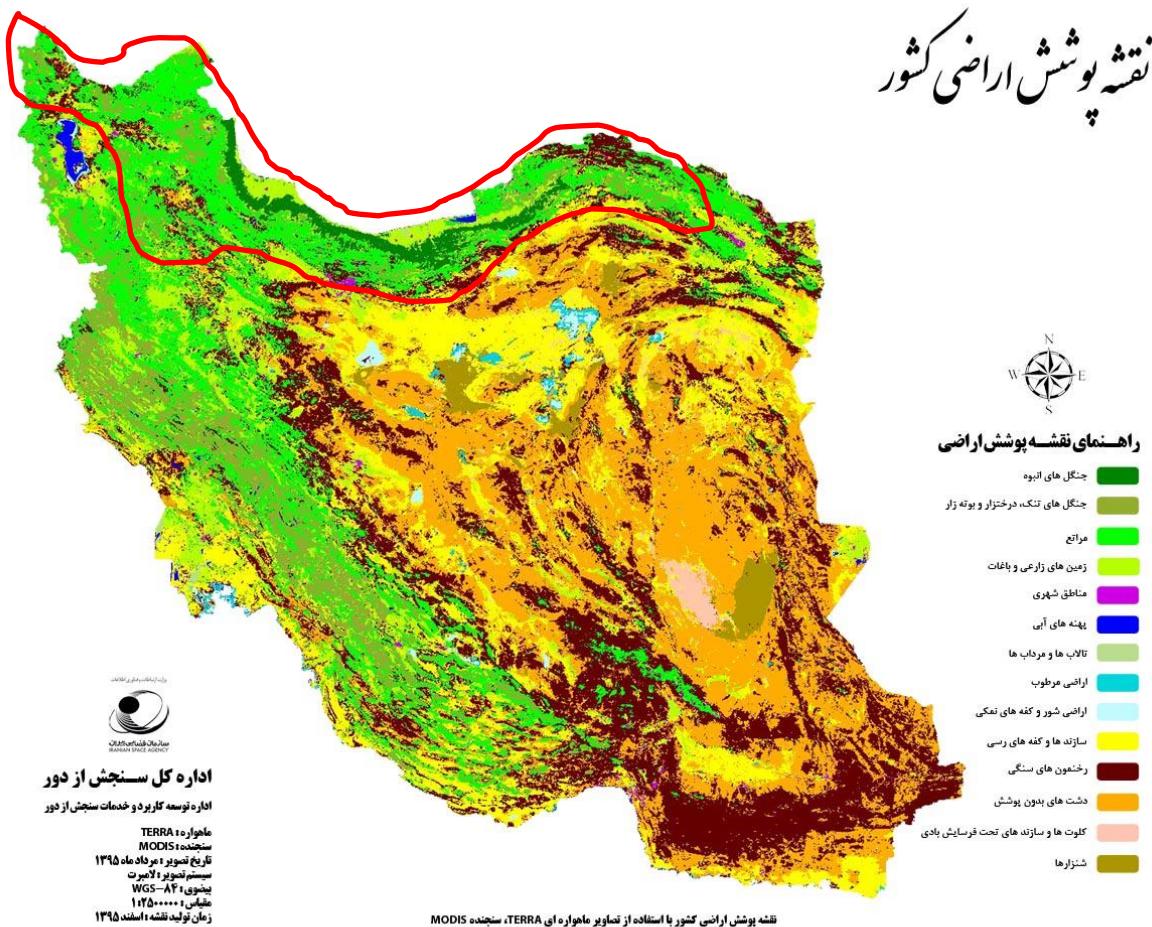


شکل ۹: نقشه تفاصیل بارش و تبخیر تعریق سالانه سال آبی ۹۳ در حوضه آبریز دریای مازندران

لازم به ذکر است که واحد نقشه های رستری تا قبل از تهیه آنها بر حسب layout kg/m²s بود که با استفاده از ابزار ماشین حساب رستری تبدیل واحد لازم برای تبدیل آن به میلی متر اتخاذ شد:



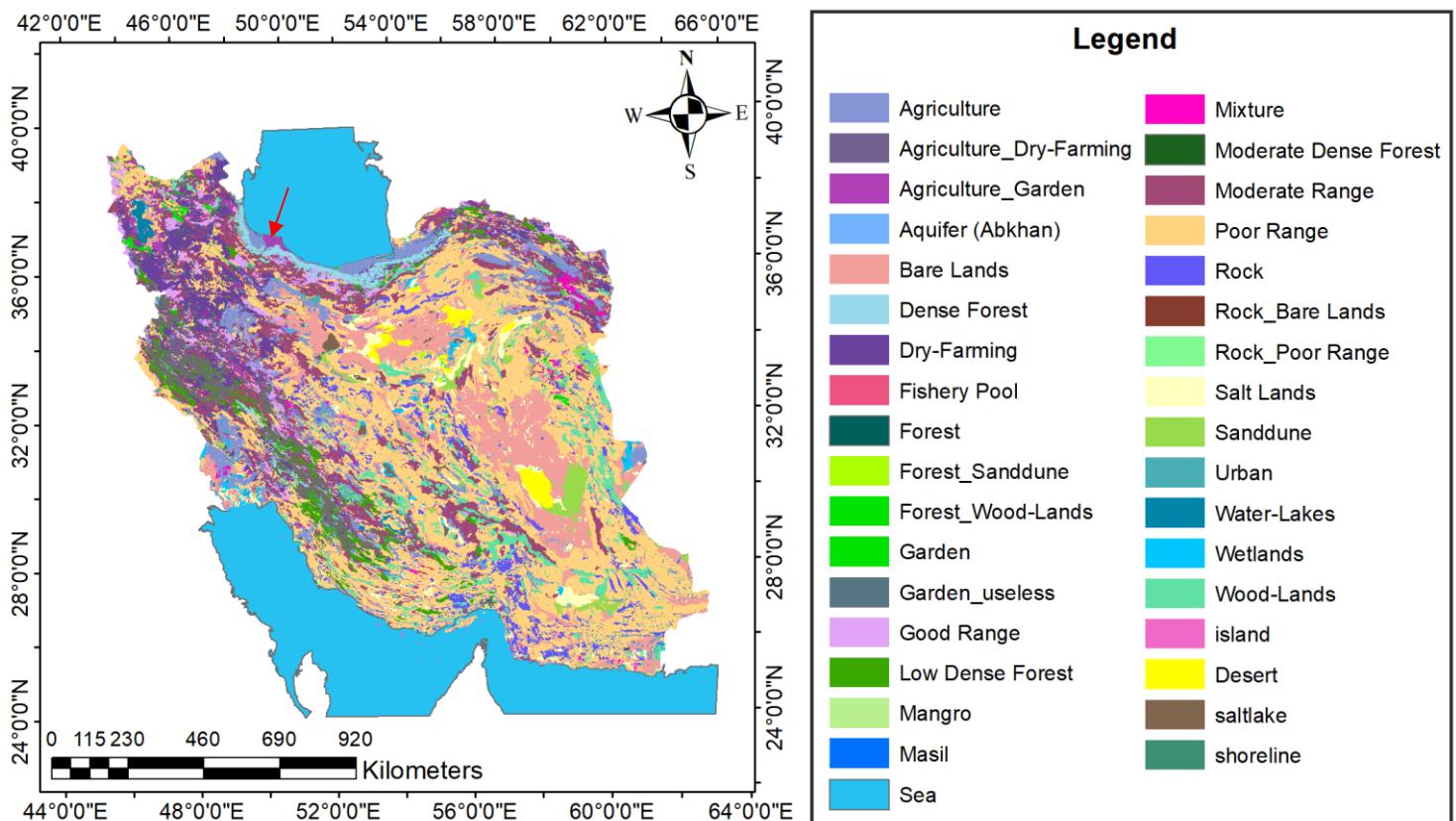
طبق معادله بیلان مقدار حاصله از تفریق بارش و تبخیر تعرق معادل تغییرات آب ذخیره در حوضه چه به صورت رطوبت خاک، رواناب و یا آب زیرزمینی می باشد. در نواحی که مقدار P-ET مثبت باشد به این معناست که میزان بارش بر تبخیر تعرق آن ناحیه غلبه کرده است یا احتمال پایین بودن میزان پوشش گیاهی در آن منطقه بالا می باشد. این مقدار مثبت همچنین می تواند به صورت رطوبت خاک و یا رواناب و یا آب سطحی و غیره داخل حوضه ذخیره شود. همچنین اگر P-ET منفی باشد به این معناست که در آن ناحیه یا پیکسل مقدار تبخیر تعرق بر بارش غلبه کرده است و احتمال می رود منطقه ای با بارش کم باشد و یا اینکه میزان پوشش گیاهی بالای در منطقه وجود داشته باشد. برای بررسی دقیقتر این نواحی و مقادیر نقشه های P-ET حوضه ای آبریز دریای مازندران، آنها را با نقشه های کاربری اراضی مقایسه می نماییم تا پیش یینی بهتری از دلایل مقادیر مختلف P-ET داشته باشیم. همچنین در تعریف دیگر، میزان P-ET برابر شار آب موجود بین اتمسفر و سطح زمین می باشد و اطلاعاتی از ارتباطات و تبادلات بین اتمسفر و زمین می دهد [6]. همچنین در تعریف دیگر P-ET شار خالص آبی است که از اتمسفر به زمین رسیده و بر روی زمین باقی می ماند (به اشکال مختلفی که نام برده شد) [7].



شکل ۱۰: نقشه پوشش اراضی کشور

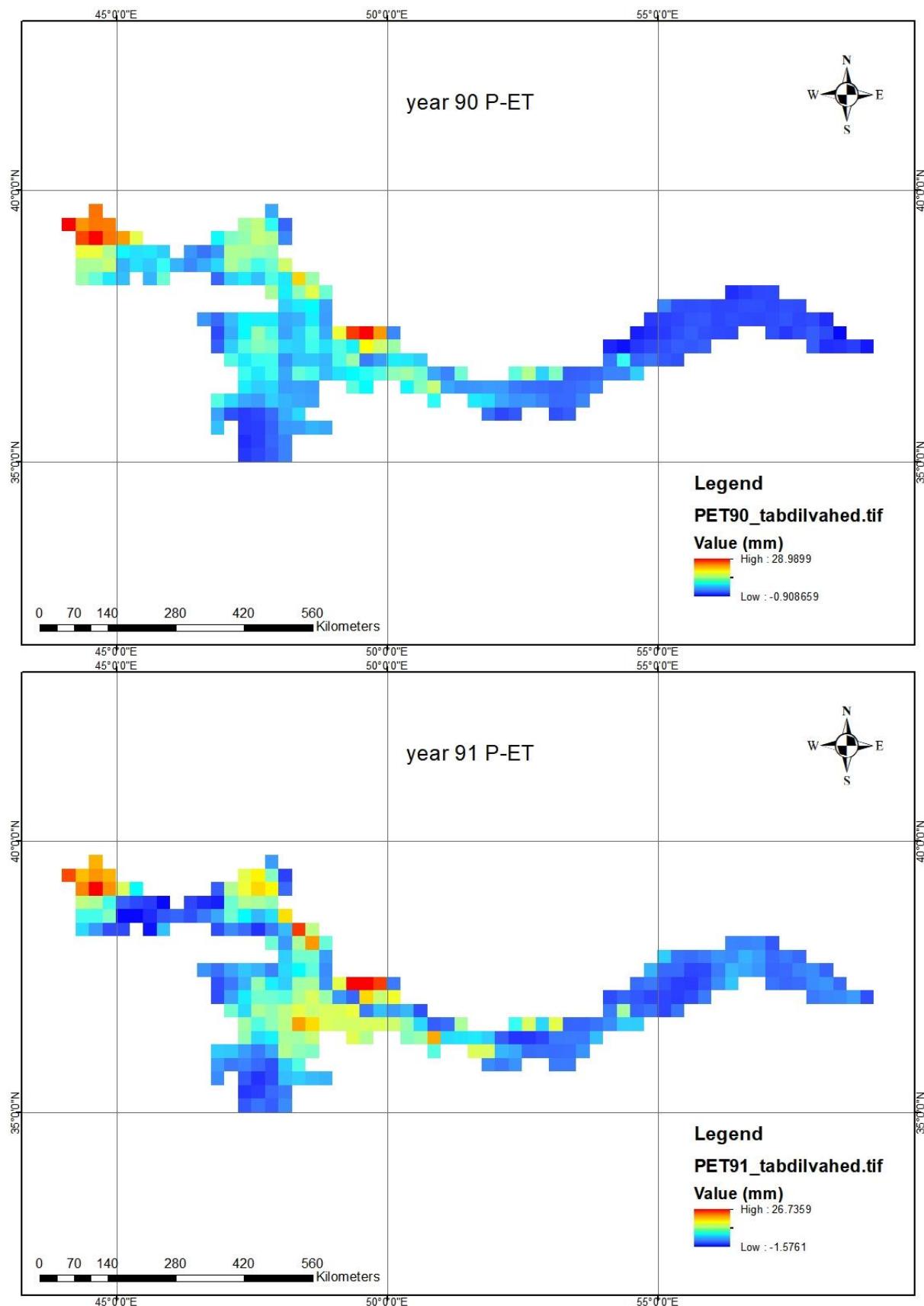
مطابق نقشه پوشش اراضی مشاهده می‌کنیم که حوضه آبریز دریای مازندران به طور کلی شامل پوشش جنگلی، رخمنون های سنگی، بوته زار ها، مراعات و زمین های زراعی است. این مساله که حوضه‌ی دریای مازندران پوشش گیاهی ابود و سرسبزی دارد کاملاً بر مساله تبخیر تعرق تاثیر گذار بوده و میزان آن را در این منطقه نسبت به سایر حوضه ها بالا بردۀ است و ازین رو است که در نقشه های P-ET هر سه سال، بیشتر مساحت حوضه آبریز دریای مازندران شامل مقادیر منفی است که نشانده‌ند غلبه میزان تبخیر و تعرق در این منطقه بر میزان بارش است. بنابراین با توجه به حضور پوشش گیاهی بالا در این ناحیه می‌توانیم منفی بودن مقادیر را به زیاد بودن تبخیر تعرق پوشش گیاهی نسبت دهیم و لزوماً به دلیل کم بودن میزان بارش منطقه نمی‌باشد. می‌توان یک درجه دیگر نیز جزئی تر شد و کاربری اراضی را با جزئیات بیشتری در این حوضه بررسی کرد. طبق نقشه کاربری اراضی ایران در شکل ۱۱، مشاهده می‌شود که در مناطقی که کشاورزی و زمین زراعی و جنگل وجود دارد در نقشه های P-ET نیز مقادیر منفی مشاهده می‌شود. در باغات شرق کشور نیز شاهد مقادیر منفی رای P-ET هستیم اما در بخشی از باغات جنوب غرب دریای خزر شاهد مقادیر مثبت هستیم (با فلش قرمز مشخص شده است) که یکی از دلایل این مساله می‌تواند بالاتر بودن نرخ بارش مناطق غربی حوضه آبریز دریای مازندران نسبت به مناطق شرقی آن باشد.

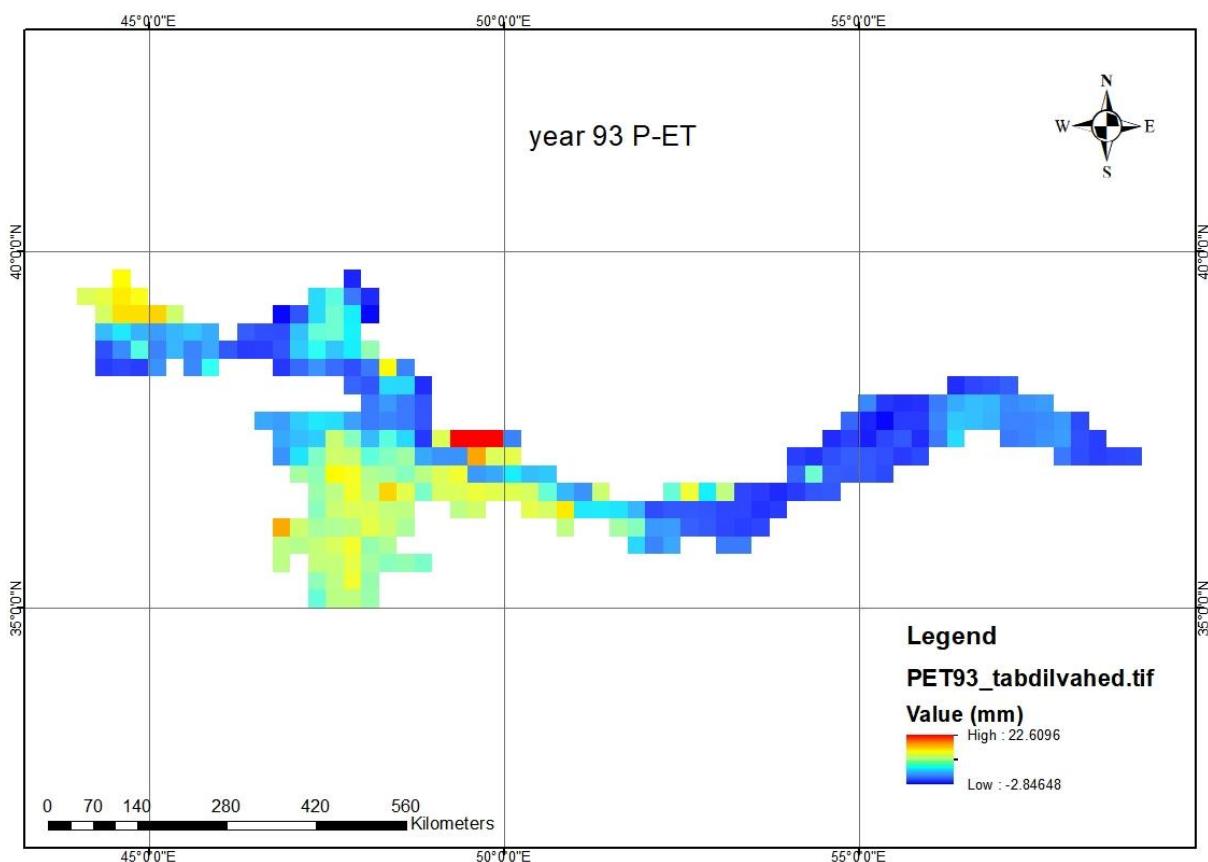
(با وجود اینکه در هر دو منطقه احتمال می‌رود تبخیر و تعرق بالا باشد). بنابراین نتیجه می‌شود که نمی‌توان به طور قطعی از روی نقشه‌های P-ET در ارتباط با نوع منطقه و کاربری آن نظر داد و باید هر دو فاکتور بارش و تبخیر تعرق به طور جداگانه در هر محدوده بررسی شوند. همچنین در شمال غربی این حوضه میزان P-ET مثبت بوده که طبق نقشه کاربری اراضی در این ناحیه مناطق غیر زراعی وجود دارد که به مرور زمان مقدار آن طی سه سال در این ناحیه کاهش یافته است.



شکل ۱۱: نقشه کاربری اراضی ایران (مرجع سایت gisacademy، سال تهیه نامشخص)

من باب شباهت سه نقشه P-ET می‌توان گفت که قسمتهای شرقی همواره مقدار P-ET منفی دارند و مقدار این مولفه در منطق غربی طی این سه سال متغیرتر بوده است. شمال غربی حوضه آبریز دریای مازندران بیشترین مقدار مثبت P-ET را داشته که با گذر زمان مقدار آن کاهش یافته است. و به طور کلی با بررسی بازه‌ی مقادیر ح-ث-ف مشاهده می‌کنیم که بازه‌ی این مقادیر در حال تغییر بوده و از سال ۹۰ تا ۹۳ به سمت منفی تر شدن پیش رفته است.





۱۹ محاسبه مصرف آب سالانه با استفاده از داده‌های ماهواره‌ای

داده‌های بارش، تبخیر تعرق و ذخیره آب هر سال به صورت جدول‌های زیر می‌باشد. با جایگذاری هر کدام ازین مولفه‌ها در معادله بیلان، مصرف سالانه را محاسبه می‌کنیم. بارش را به عنوان مولفه ورودی و تبخیر تعرق را به عنوان مولفه خروجی در نظر می‌گیریم:

جدول ۴۵: مولفه‌های بیلان آب داده‌های ماهواره‌ای سال ۹۰

خروجی (MCM)	ورودی (MCM)	عامل
-	77693.38	حجم بارش P
64651.4	-	تبخیر تعرق
	-822.408	تعییرات حجم ذخیره
13864.39	-	مصرف خالص

جدول ۴۶: مولفه‌های بیلان آب داده‌های ماهواره‌ای سال ۹۱

عامل	ورودی (MCM)	خروجی (MCM)
حجم بارش P	82903.16	-
تبخیر تعرق	-	72558.87
تغییرات حجم ذخیره	-3156.45	
مصرف خالص	-	13500.74

جدول ۴۷: مولفه‌های بیلان آب داده‌های ماهواره‌ای سال ۹۳

عامل	ورودی (MCM)	خروجی (MCM)
حجم بارش P	66211.19	-
تبخیر تعرق	-	56614.4
تغییرات حجم ذخیره	-5308.73	
مصرف خالص	-	14905.52

جدول ۴۸: میزان مصارف آب از داده‌های زمینی و ماهواره‌ای

سال آبی	میزان مصرف از بیلان داده زمینی	میزان مصرف از بیلان داده داده‌ی ماهواره‌ای
۹۰	4395.9	13864.39
۹۱	3648.14	13500.74
۹۳	3603.69	14905.52

طبق جداول ۲۰ الی ۲۲ از آنجایی که میزان مصرف آب بخش کشاورزی و شرب طی این سه سال کاهش یافته است میزان مصرف خالص نیز روندی کاهشی داشته است که علت آن می‌تواند کنترل بیشتر مصارف آب در این حوضه از سوی سیاست گذاران بوده باشد، البته احتمال خطأ در مقادیر گزارش شده نیز وجود دارد. در میزان پیش‌بینی شده با استفاده از داده ماهواره‌ای از سال ۹۰ به ۹۱ شاهد این کاهش هستیم اما از سال ۹۱ به ۹۳ افزایش مصرف پیش‌بینی شده است. یکی از دلایل اختلاف زیاد مقادیر ماهواره‌ای با زمینی می‌تواند به دلیل قدرت تعکیک مکانی نسبتاً پایین آن باشد، از طرفی در بخش ۱۷ مشاهده شد که میزان تغییرات ذخیره در سال ۹۳ توسط داده‌ی ماهواره‌ای نسبت به مقدار محاسبه شده از داده زمینی روند افزایشی داشته ازین‌رو بدیهی است که با جایگذاری آن

در معادله بیلان و محاسبه مصرف، مقدار مصارف سال ۹۳ نیز روندی افزایشی پیدا کنند. از دیگر عواملی که ممکن است باعث بیش تخمینی مصارف از داده ماهواره ای نسبت به داده زمینی شده باشد عدم اندازه گیری و درنظرگیری آب زیرزمینی خروجی در این محدوده است. در مراحل ابتدایی تمرین مشاهده شد که بیشترین تبادلات آب زیرزمینی در این حوضه به صورت خروجی میباشد و از آنجایی که مولفه تبادلات آب زیرزمینی در معادله بیلان داده ماهواره ای در نظر گرفته نشده است این مولفه داخل مقادیر مصرف نمود پیدا کرده و مصرف بالای کاذب را ایجاد کرده است.

۲۰ انتقادات و پیشنهادات از داده های زمینی و ماهواره ای

«داده زمینی»

- اولین نقص بارز داده های زمینی وجود خلا در داده های هیدرومتری و هواشناسی ثبت شده در اکسلهای وزارت نیرو میباشد که برای رفع خطای ناشی از آنها بهتر است با استفاده از روش های ذکر شده این داده ها تخمین زده شوند.
- نقص دوم داده های زمینی و یکی از بزرگترین مشکلات در ارتباط با آن مربوط به داده های ماهانه دما است. با بررسی مقادیر موجود در اکسل این داده به وضوح مشخص است که داده های ثبت شده برای آن مقادیر پرت و اشتباه و غیر معقولی دارند که این مساله در محاسبه تبخیر و تعرق منطقه تاثیر بسزایی گذاشت به طوری که در قسمت ۱۶ مشاهده کردیم که سری زمانی دما و تبخیر تعرق داده های زمینی تفاوت بسیار زیادی با سری زمانی داده های ماهواره ای داشته و حتی از روند منطقی پیروی نمی کنند. برای رفع این مشکل چاره ای جز نامه نگاری و اطلاع رسانی به مسئولین برای تصحیح داده ها وجود ندارد. در صورت الزام نیز می توان با نامه نگاری داده های سینوپتیک ، که از دقت بیشتری برخوردار هستند، را دریافت کرد و محاسبات را انجام داد.
- از دیگر نواقص اطلاعات وزارت نیرو، عدم هماهنگی و به روز بودن داده ها و اطلاعات مربوط به ایستگاه های هیدرومتری و هواشناسی است. به طوری که اطلاعات ایستگاه ها داخل اکسل تمامی ایستگاه های ایران ناقص بود و برخی از ایستگاه هایی که برایشان داده ثبت شده بود داخل این اکسل یافت نمی شدند و از طرفی اطلاعاتی از ایستگاه های غیرفعال موجود بود. همچنین مساحت تمامی ایستگاه ها موجود نبود که این مساله در تعیین میزان رواناب خروجی حوضه و استفاده از روش نسبت مساحت ها مشکلاتی ایجاد کرد و خطای دوچندان وارد معادله نمود چرا که بدون داشتن مساحت ایستگاه مجبور به حذف آن ایستگاه از میان ایستگاه های کاندید خروجی حوضه شدیم.

- عامل خطای دیگر در بخش زمینی این تمرین در محاسبه میزان تبخیر تعرق واقعی بود، جدای داشتن دماهای غلط، به دلیل نداشتن اطلاعات رطوبت خاک، فرض بر انتخاب حداقل مقدار بارش یا تبخیر تعرق پتانسیل به عنوان میزان تبخیر تعرق واقعی گذاشته شد که این مساله خود خطای بزرگی را به معادله بیلان وارد می‌کند.
 - خطای دیگر موجود در این محاسبات در ارتباط با متوسط گیری در مقیاس حوضه درجه ۱ بود، برای مثال با بررسی داده‌های سطح آب زیرزمینی مشاهده شد که بازه مقادیر آن در حوضه درجه ۱ از ۰ متر تا بالای صد متر می‌باشد که با متوسط گیری حول این مقادیر دارای انحراف از معیار بالا، برای تمامی حوضه سطح آب زیرزمینی بیشتر از ۵ متر از سطح زمین محاسبه شد و در این حالت میزان تبخیر آب زیرزمین اتخاذ شد اما در واقعیت در بخش‌های مختلف حوضه با توجه به مقدار سطح آب زیرزمینی، تبخیر از آب زیرزمینی داریم. در کل پیشنهاد می‌شود که برای دقت بالا و اطمینان از نتایج محاسبات حتماً در مقیاس‌های پایین تر از حوضه درجه ۱ انجام شوند.
 - همچنین برای جریان ورودی و خروجی آب زیرزمینی هر سه سال تنها به داده‌های گزارش‌های بیلان منتهی به سال ۹۰ اکتفا شد و مقادیر هر سه سال یکسان در نظر گرفته شد که این موضوع نیز بر خطای محاسبات می‌افزاید. بهتر است برای جریان ورودی و خروجی زیرزمینی هر سال از داده‌های همان سال استفاده شود.
 - برای محاسبه تبخیر از سطح آزاد آب تنها یک ضریب تشکیل در نظر گرفته شد اما در اصل باید برای هر ماه از سال و برای شرایط مختلف آب و هوایی ضریب تشکیل متناظر با آن در نظر گرفته شود که مقادیر ماهانه این ضریب با مقادیر سالانه آن جدا هستند، نمونه‌ای از تغییرات این ضریب از یکی از گزارش‌های بیلان آب در زیر مشاهده می‌کنیم:

جدول شماره (۱-۲)- فرایندهای اصلاحی محاسبه تغیر سطح آزاد آب بر اساس تغیر از طبق

شهریور	مهر	آبان	آذر	دی	بهمن	اسفند	فروردین	اردیبهشت	خرداد	تیر	مرداد	شهریور	ارتفاعات و دقت
+ A,T	+ T,D	+ V,D	+ Y,D	+ S,T	+ A,D	+ A,V	+ A,..	+ A,A	+ A,A,F	+ A,F	+ A,D	+ A,D	ارتفاعات
+ A,V	+ A,D	+ A,D	+ A,F	+ A,Y	+ A,A	+ A,V	+ A,A,A	+ A,A	+ A,A,A	+ A,A,F	+ A,A,D	+ A,A	دقت

- در محاسبه تبخیر از سطح آزاد حوضه نیز فرضی برای ساده سازی انجام شد و مساحت متناظر تبخیر از سطح آزاد آب تنها برابر مساحت تالاب میان کاله درنظر گرفته شد که باعث کم نخمنی میزان تبخیر از سطح آزاد می شود (هر چند که مقدار آن در مقایسه با دیگر مولفه های بیلان کمتر باشد). بهتر است برای این بخش مساحت تمامی تالاب های حوضه و آب پشت سد ها در نظر گرفته شوند.

«داده ماهواره‌ای»

- اولین مشکل در ارتباط با داده‌های ماهواره‌ای قدرت تفکیک مکانی پایین آنها می‌باشد. این عامل سبب می‌شود تا تغییرات نواحی مختلف به صورت متمایز در نظر گرفته نشود و محدوده‌ای که داخل یک پیکسل قرار می‌گیرد به صورت یکنواخت فرض شود که این مساله خطای بالایی را به محاسبات وارد می‌کند. در صورت امکان بهتر است از داده‌های ماهواره‌ای با رزلوشن مکانی بهتر استفاده شود.
- از طرفی در داده‌های ۳۶۵ روزه هر سه سال، netcdf یک روز از سال مقدار nan داشت و احتمال می‌رود که در ثبت داده این روز اختلالی رخ داده باشد.
- به دلیل رستی بودن ماهیت ثبت داده‌های ماهواره‌ای، به هنگام مسک کردن آنها برخی از نقاط داخل حوضه حذف و برخی از نقاط خارج از حوضه بعنوان نقطه داخل حوضه درنظر گرفته شدند.
- همچنین در نواحی نزدیک دریای خزر تعداد پیکسلهای بدون داده زیادی وجود داشت حال آنکه بخشی از آن پیکسلها در واقع داخل خشکی و حوضه دریای مازندران بوده اند و از محاسبات خارج شده اند.

مراجع:

- [1] “gap_filling_farsi.pdf.”
- [2] “JMSTR_Volume 10_Issue 2_Pages 44-58.pdf.”
- [3] D. Moshir Panahi, S. Sadeghi Tabas, Z. Kalantari, C. S. S. Ferreira, and B. Zahabiyou, “Spatio-Temporal Assessment of Global Gridded Evapotranspiration Datasets across Iran,” *Remote Sensing*, vol. 13, no. 9, p. 1816, May 2021, doi: 10.3390/rs13091816.
- [4] D. Hussain, A. A. Khan, S. N. U. Hassan, S. A. A. Naqvi, and A. Jamil, “A time series assessment of terrestrial water storage and its relationship with hydro-meteorological factors in Gilgit-Baltistan region using GRACE observation and GLDAS-Noah model,” *SN Appl. Sci.*, vol. 3, no. 5, p. 533, May 2021, doi: 10.1007/s42452-021-04525-4.
- [5] B. Khorrami and O. Gunduz, “Evaluation of the temporal variations of groundwater storage and its interactions with climatic variables using remotely sensed data,” *Preprints*, preprint, Jul. 2020. doi: 10.22541/au.159467791.10864017.
- [6] C. Menéndez, P. Zaninelli, A. Carril, and E. Sánchez, “Hydrological cycle, temperature, and land surface-atmosphere interaction in the La Plata Basin during summer: response to climate change,” *Clim. Res.*, vol. 68, no. 2–3, pp. 231–241, May 2016, doi: 10.3354/cr01373.
- [7] S. Swenson and J. Wahr, “Estimating Large-Scale Precipitation Minus Evapotranspiration from GRACE Satellite Gravity Measurements,” *Journal of Hydrometeorology*, vol. 7, no. 2, pp. 252–270, Apr. 2006, doi: 10.1175/JHM478.1.