

تحقیق و تحلیل عوامل تغییر اقلیم طی پنجاه سال گذشته در جنگلهای منطقه خزری

مصطفی جعفری^۱

۱- دانشیار پژوهشی، مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور، پست الکترونیک: mostafajafari@rifra-ac.ir

تاریخ پذیرش: ۸۶/۱/۱۸

تاریخ دریافت: ۸۶/۴/۸

چکیده

خشکی یا محدودیت آب یکی از مهمترین عوامل اقلیمی در ایران است. عناصر اقلیمی به‌ویژه میزان بارش به‌صورت معنی‌داری در مناطق مختلف تفاوت دارد. توزیع پراکنش میزان بارندگی در طی سال در اغلب مناطق از شرایط مناسبی که برای رشد گیاه مفید باشد، برخوردار نیست. منطقه خزری بیشترین میزان نزولات را دریافت می‌کند. بعضی از گونه‌های اصلی جنگلهای خزری به‌شرح زیر است: *Fagus orientalis*, *Carpinus betulus*, *Acer velutinum*, *Quercus castaneifolia*, *Fraxinus excelsior*. در این مطالعه کل منطقه جنگلهای خزری از طریق بازدید صحرایی و بررسی نقشه پوشش گیاهی مورد ارزیابی قرار گرفت. سه نقطه اصلی که نماینده جنگلهای هیرکانی از منطقه مرطوب غرب تا منطقه خشکتر شرق باشند، انتخاب شدند. داده‌های چهار ایستگاه هواشناسی به‌منظور تحلیل وضعیت اقلیمی مورد استفاده قرار گرفت. اغلب عوامل اقلیمی شامل حداکثر، حداقل، متوسط سالانه دما، میزان روزانه و سالانه نزولات جوی مورد بررسی قرار گرفتند. عمدتاً روند (ترند) تغییرات متوسط سالانه دما و میزان سالانه نزولات جوی برای جمع‌بندی به‌کار گرفته شدند. به‌روشنی می‌توان جمع‌بندی نمود که طی نیم قرن گذشته، اقلیم جنگلهای منطقه خزری گرم‌تر شده است. روند نزولات جوی به‌ویژه در ایستگاه انزلی که بیشترین ثبت نزولات در ایران را دارد و همچنین ایستگاه گرگان کاهش پیدا کرده است. روند نزولات جوی در ایستگاههای رشت و بابلسر تغییر مثبت را نشان می‌دهند. طی ۴۹ سال گذشته در ایستگاه رشت متوسط سالانه دما حدود ۱/۲۸ درجه سانتیگراد و حتی حداقل دما ۲/۴۵ درجه سانتیگراد افزایش پیدا کرده است. میزان افزایش متوسط دمای سالانه در ایستگاه بابلسر طی ۵۴ سال گذشته حدود ۱/۴۴ درجه سانتیگراد و حداقل درجه حرارت ۱/۸۰ درجه سانتیگراد افزایش را نشان می‌دهد. کاهش میزان سالانه نزولات جوی در ایستگاه انزلی طی ۵۴ سال گذشته حدود ۴/۰۹ میلی‌متر و میزان کاهش نزولات جوی برای ایستگاه گرگان طی ۵۳ سال گذشته به‌مقدار ۶/۵۵ میلی‌متر بوده است. توزیع و پراکنش گیاهان در هر اقلیم مستقیماً به شرایط حرارتی و رطوبتی آن بستگی دارد. در منطقه مورد مطالعه به‌ویژه در حوزه گیلان و گرگان درجه حرارت بیش از یک درجه افزایش را نشان می‌دهد و براساس نظر و یا قضاوت کارشناسی، گرایش رویش در پوشش گیاهی حدود صد متر به‌سمت بالا حرکت نموده است.

واژه‌های کلیدی: تغییر اقلیم، هواشناسی، جنگلهای خزری، ایران.

مقدمه

اکوسیستمهای جنگلی در ابعاد جهانی یک نقش کلیدی در ارتباط با تغییر اقلیم با جذب گاز کربنیک جو و ذخیره آن در پوشش گیاهی و خاک به‌عهده دارد. جنگل‌زدایی و تغییر کاربری اراضی تاثیر معنی‌داری در این تعادل بوجود آورده است (جعفری، ۱۳۸۵). تغییر در اقلیم بر فتوسنتز، تنفس گیاه و تجزیه مواد آلی که تماماً بر

تغییر اقلیم به‌عنوان یکی از خطرهای جدی که توسعه پایدار را در ابعاد مختلف زیست محیطی، سلامت انسان، امنیت غذایی، فعالیتهای اقتصادی، منابع طبیعی و ساختارهای زیر بنایی تهدید می‌کند، مورد ارزیابی قرار گرفته است.

میزان بارندگی در طول سال در اغلب مناطق از شرایط مناسبی که برای رشد گیاه مفید باشد، برخوردار نیست. نه تنها دمای زیاد در مناطق جنوبی، مرکزی و دشتها عامل محدود کننده می‌باشد، بلکه دما پائین نیز در مناطق شمالی، غربی و ارتفاعات به‌عنوان عامل محدود کننده رشد گیاهان عمل می‌نماید. بعضی از خصوصیات خاک، مثل زهکشی ضعیف، بافت بسیار سبک و غلظت زیاد نمک وقتی با بارندگی پایین تلفیق شود مشکلاتی را برای رشد گیاهان در مناطق خشک و نیمه خشک بوجود می‌آورد.

طی تدوین چهارمین گزارش ارزیابی جهانی تغییر اقلیم (AR4 of IPCC) با خلأ و محدودیت جدی منابع منتشر شده در منطقه آسیای مرکزی و خاورمیانه روبرو شدیم. ضرورت دارد این کمبود توسط کار تحقیقاتی جبران شود. بدون داشتن اطلاعات کافی از تمام مناطق کره زمین ارزیابی و پیش بینی دقیق، امر مشکلی خواهد بود (Jafari, 2007b).

به‌رغم گزارشهای مختلفی که توسط سازمان هواشناسی تهیه شده است و نیز طرح شفاهی تغییر اقلیم در اکوسیستمهای گوناگون توسط افراد مختلف، موضوع به‌صورت علمی و بر مبنای داده‌های اقلیمی ارائه نشده است. این مسئله در اکوسیستمهای جنگلی و به‌ویژه جنگلهای خزری از اهمیت ویژه ای برخوردار است. براساس اطلاعات دقیق که در پی تحلیل داده‌ها و مشاهدات به‌دست می‌آید، امکان برنامه‌ریزی متناسب با تغییرات حادث شده و یا در حال ایجاد را برای مدیران این بخش فراهم می‌آورد.

براساس یک مطالعه نمونه با سناریوهای مختلف، افزایش دما نشان داده شد که معمولاً الگوی ریسک در مناطق جغرافیایی مشابه است، اما میزان ریسک به درجه تغییر اقلیم بستگی دارد (Wolfgang Knorr et al., 2006). همچنین نشان داده شده است که ریسک از دست دادن جنگل در اغلب مناطق براساس سناریوی افزایش ۳ درجه

جریان کربن اتمسفر نقش دارند اثر گذار است (Wolfgang Knorr et al., 2006).

نقش حیاتی جنگلها به‌عنوان محل جذب کربن (سینک) در مدیریت پایدار جنگل به‌خوبی شناخته شده است (جعفری، ۱۳۸۵) و ضرورت دارد دولتها راه حلهای عملی و اجرایی را در ارتباط با سیاستهای جنگل و تغییر اقلیم به‌کار گیرند (IISD, 2006). جنگل‌زدایی در حال حاضر حدود ۲۰٪ انتشار گاز کربنیک را به‌عهده دارد. پروتکل کیوتو شامل برخی مقررات و قواعد در مورد کاربری اراضی و تغییر کاربری و جنگل‌داری می‌باشد که از مهمترین موضوعات بحث برانگیز طی سالهای گذشته بوده است (IISD, 2006).

جمهوری اسلامی ایران در منطقه معتدل شمال از عرض جغرافیایی ۲۵ تا ۴۰ درجه و طول جغرافیایی ۴۴ تا ۶۳ درجه با وسعت تقریبی ۱۶۵۰۰۰۰ کیلومتر مربع قرار گرفته است. حدود ۵۰٪ از کل اراضی بوسيله سلسله کوههای بلند پوشیده شده است (شکل ۱) و بخش وسیعی از مرکز را دشتهای خشک بوجود می‌آورند. ارتفاع از سطح دریا از ۲۶- متر در سواحل دریای خزر تا ۵۸۶۰ متر در قله دماوند تغییر می‌نماید (Jafari, 1997b).

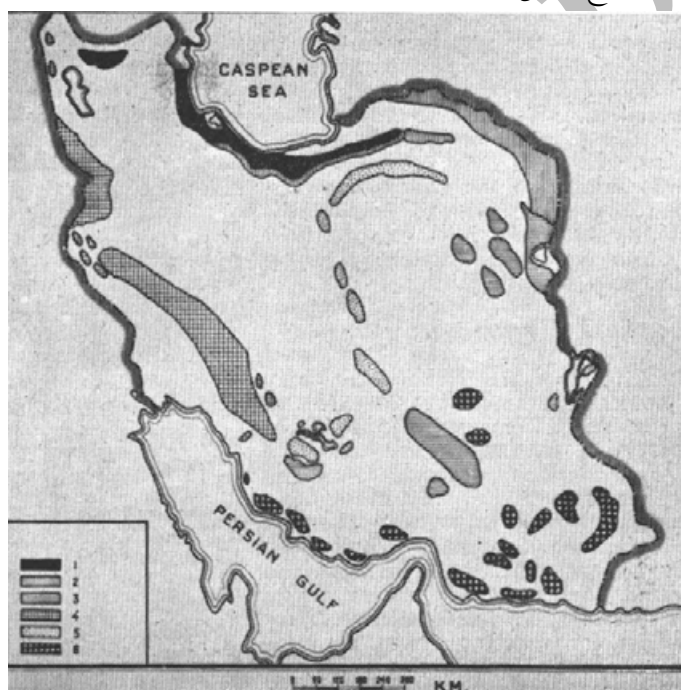


شکل ۱- جایگاه عمومی ایران در منطقه

خشکی یا محدودیت آب یکی از مهمترین عوامل اقلیمی در ایران است. تقریباً ۵۰٪ از مناطق ایران را می‌توان به مناطق خشک و یا نیمه خشک تقسیم‌بندی نمود. عناصر اقلیمی، خصوصاً میزان بارش به‌صورت معنی‌داری در مناطق مختلف تفاوت دارد. توزیع پراکنش

سانتیگراد در شمال غرب تغییر می‌کند. حداکثر درجه حرارت ۵۰ درجه سانتیگراد در منطقه خلیج فارس تا حداقل ۳۵- درجه سانتیگراد در شمال غرب ثبت شده است (Jafari, 1997b).

در سال ۱۹۵۴ جنگلهای ایران به صورت اجمالی توسط فائو (Anone., 1954) مورد بررسی قرار گرفته است (شکل ۲).



شکل ۲- مطالعه جنگلهای ایران توسط فائو در سال ۱۹۵۴ (Unasylyva, 1954)

Quercus macranthera, *Carpinus orientalis*, *Acer campestre*, *Fraxinus rotundifolia*.

۴) جنوب، با گونه‌های ماندابی

۵) مرکزی، با گونه‌های پراکنده

جنگلهای هیرکانی (خزری)

جنگلهای هیرکانی (خزری) در جنوب دریای خزر و بر روی شیب‌های شمالی سلسله کوه‌های البرز قرار

دما از میزان ۴۰٪ تجاوز می‌کند (Wolfgang Knorr et al., 2006).

وضعیت جنگلهای ایران

در ایران تفاوت اقلیمی معنی‌داری به‌ویژه در مناطق جنگلی وجود دارد و این امر باعث تنوع وسیع ژنتیکی می‌شود. منطقه خزری بیشترین میزان نزولات جوی را دریافت می‌کند. متوسط دما در ماه ژانویه (دی و بهمن ماه) از ۲۰ سانتیگراد در منطقه خلیج فارس تا ۲- درجه

مناطق اکولوژیکی جنگلهای ایران را در یک نگاه کلی

می‌توان به شرح زیر تقسیم بندی نمود (Jafari, 1997a):

۱) شمال، با گونه‌های اصلی

Fagus orientalis, *Carpinus betulus*, *Acer velutinum*, *Quercus castanifolia*, *Fraxinus excelsior*.

۲) غرب

۳) شمال غرب، با گونه‌های اصلی

نامناسب شدن شرایط زیست در اثر تغییر اقلیم از بین بروند. همچنین جنگلهایی که در حال حاضر تحت فشار تنشهای محیطی از قبیل انبوهی، آفات و بیماریها و شرایط جوی می‌باشند، ممکن است توان تحمل تنشهای اضافی تغییرات اقلیم را نداشته باشند (Winnett, 1998).

مواد و روشها

در این مطالعه کل منطقه جنگلهای خزری از طریق بازدید صحرائی و بررسی نقشه پوشش گیاهی مورد ارزیابی قرار گرفت. سه نقطه اصلی که نماینده جنگلهای هیرکانی از منطقه مرطوب غرب تا منطقه خشکتر شرق باشند، انتخاب شدند. داده‌های چهار ایستگاه هواشناسی که از همگونی زمانی داده‌ها نیز برخوردارند به‌منظور تحلیل وضعیت اقلیمی مورد استفاده قرار گرفت. ایستگاهها در منطقه جنگلهای هیرکانی در طول سواحل دریای خزر از غرب تا شرق قرار گرفته‌اند (شکل ۳).

دو ایستگاه با مجاورت جنگل با فاصله کمتری از ساحل قرار دارند و دو ایستگاه دیگر در عمق بیشتری از جنگل قرار گرفته‌اند. هر چهار ایستگاه دارای محیط تپ جنگل هیرکانی می‌باشند که مناطق مرطوبتر (گیلان)، متوسط (مازندران) و خشکتر (گرگان) را پوشش می‌دهند. اغلب عوامل اقلیمی شامل حداکثر، حداقل، متوسط سالانه دما، میزان روزانه و سالانه نزولات جوی مورد بررسی قرار گرفتند (اطلاعات مورد نظر از داده‌های موجود در سایت هواشناسی اخذ شده است). همچنین تعداد روزهایی که در طول سال دارای دمای معادل یا بیشتر از ۳۰ درجه سانتیگراد داشتند و نیز وقوع باد با سرعتهای مختلف مورد مطالعه قرار گرفت.

در این مقاله عمدتاً از روند (ترند) تغییرات متوسط سالانه دما و میزان سالانه نزولات جوی با توجه به نقش مهم آنها، برای جمع‌بندی استفاده شده است.

گرفته است. از جنگلهای طبیعی و با ظرفیت تولیدی مناطق معتدله هستند که تا میزان ۲۰۰۰ میلیمتر بارندگی دریافت می‌کنند (Jafari, 1997a,b). پوشش گیاهی هیرکانی از آستارا در شمال غرب تا گلیداغی در شمال شرق ایران امتداد دارد. از نظر ارتفاع از سطح دریا، منطقه هیرکانی دارای ارتفاعی پایین‌تر از سطح دریا در سواحل خزر تا ارتفاع ۲۷۰۰ متر می‌باشد که این امر باعث شکل‌گیری جوامع (فرم‌اسیونهای) مختلف گیاهی از «مقاوم به سرما» تا «حساس به سرما» در این جنگلها شده است (Bobeck, 1951; Frey & Probst, 1986).

منطقه هیرکانی (خزری) در شمال ایران دارای جنگلهای خزان‌کننده با تاج پوشش متراکم، بر خلاف سایر مناطق نیمه خشک ایران می‌باشد. وجود بعضی از گونه‌های منحصر به فرد در جنگلهای هیرکانی، نمایانگر بقایای (رلیک) رستنگاه محیطی دوره کوارترنر می‌باشد (Bobeck, 1951). مناطق پایین‌دست جنگلهای هیرکانی که در مجاورت دریای خزر قرار دارد نسبت به سرما حساس می‌باشد. این جنگلها شامل بعضی از باقی‌مانده‌های جنگلی جامعه توسکا می‌باشد که گونه غالب آن (*Alnus glutinosa* L.) است که از عناصر آبدوست فلور (Euxino-Hyrcanian) می‌باشد که در مناطق باتلاقی پایین‌دست عمومیت دارد و تا ارتفاع ۱۰۰۰ متر نفوذ می‌نماید (Zohary, 1973؛ حمزه، ۱۳۷۳).

براساس مطالعات صورت گرفته، علت کاهش چشمگیر در عرصه‌های جنگلی طی سالهای ۱۳۳۷ تا ۱۳۷۳ را عمدتاً به‌خاطر تخریب جنگل و یا توسعه اراضی کشاورزی بیان نموده‌اند (Jafari, 1997a) و مسئله اثرات تغییر اقلیم از موضوعاتی بوده که مورد بررسی و ارزیابی قرار نگرفته است. ممکن است با افزایش دما و خشک شدن عرصه، محیط برای رشد درختانی که در خاکهای بسیار مرطوب رویش دارند بهبود و توسعه یابد. اما جنگلهایی که در حاشیه قرار دارند، ممکن است با



شکل ۳- جایگاه ایستگاهها و نقاط مورد مطالعه در منطقه جنگلهای هیرکانی

بارانی و زمستانهای معتدل تعریف شود که یادآور اقلیم تیپ اقیانوسی می باشد (Zohary, 1973).
 ایستگاههای هواشناسی که داده‌های آن در این بررسی مورد استفاده قرار گرفته است در منطقه جنگلهای هیرکانی و دارای محیط تیپ جنگلی بوده و در طول سواحل دریای خزر از غرب تا شرق قرار گرفته‌اند (شکل ۳). در دو ایستگاه ضمن مجاورت با جنگل به علت فاصله کمتری که از ساحل دارند متأثر از شرایط ساحلی می‌باشند و دو ایستگاه دیگر با توجه به این که در عمق بیشتری از جنگل قرار گرفته‌اند، کمتر تحت تأثیر شرایط ساحلی بوده و بیشتر شرایط جنگلی را دارا می‌باشند. ایستگاهها، اکوسیستمهای جنگلی را به ترتیب در مناطق مرطوبتر (گیلان)، متوسط (مازندران) و خشکتر (گرگان) را پوشش می‌دهند (جدول ۱).

مشخصات ایستگاههای مورد مطالعه

با استفاده از روش تقسیم بندی اقلیمی گوسن (Sabeti, 1969) در منطقه هیرکانی دو تیپ متفاوت اقلیمی قابل تشخیص است: اقلیم نیمه مدیترانه‌ای (در مازندران مثل رامسر) و اقلیم معتدل مرطوب (در گیلان مثل لاهیجان).
 مناطق مورد مطالعه در عین همگنی از تفاوت‌های اقلیمی نیز برخوردار می‌باشند.

در منطقه خزری میزان نزولات جوی از حدود ۶۰۰ میلیمتر در شرق (منطقه گرگان) تا بیش از ۲۰۰۰ میلیمتر در غرب (منطقه انزلی) متغیر است. از نظر اقلیمی، مناطق پایین دست خزری ممکن است به مناطقی با تابستانهای

جدول ۱- مشخصات ایستگاههای مورد مطالعه

ایستگاه	کد ایستگاه	عرض جغرافیایی (شمالی)	طول جغرافیایی (شرقی)	ارتفاع (متر)	سالهای ثبت داده‌ها	مدت (سال)
انزلی	۴۰۷۱۸	۳۷ ۲۸	۴۹ ۲۸	- ۲۶/۲	۱۹۵۱-۲۰۰۵	۵۴
رشت	۴۰۷۱۹	۳۷ ۱۵	۴۹ ۳۶	- ۶/۹	۱۹۵۶-۲۰۰۵	۴۹
بابلسر	۴۰۷۳۶	۳۶ ۴۳	۵۲ ۳۹	- ۲۱/۰	۱۹۵۱-۲۰۰۵	۵۴
گرگان	۴۰۷۳۸	۳۶ ۵۱	۵۴ ۱۶	۱۳/۳	۱۹۵۲-۲۰۰۵	۵۳

در این مدت با ذکر مقادیر کمی و عددی دما در جدول ۳ آمده است.

چنانچه در جدول ۲ مشاهده می‌شود در نیم قرن گذشته حداقل، حداکثر و متوسط دما در هر چهار ایستگاه بجز حداکثر دما در ایستگاه انزلی سیر افزایشی را نشان می‌دهد. میانگین متوسط سالانه درجه حرارت روزانه در ایستگاه بابلسر طی ۵۴ سال طبق رابطه $(Y_1=16.2051+0.0268326 \times t)$ و ایستگاه رشت طی ۴۹ سال مطابق با رابطه $(Y_1=15.2545+0.0261753 \times t)$ به صورت بسیار شاخص افزایش یافته است.

متوسط دمای روزانه در ایستگاههای مورد بررسی، برای ایستگاههای انزلی، بابلسر، گرگان و رشت به ترتیب در شکلهای ۴ تا ۷ ارائه شده است.

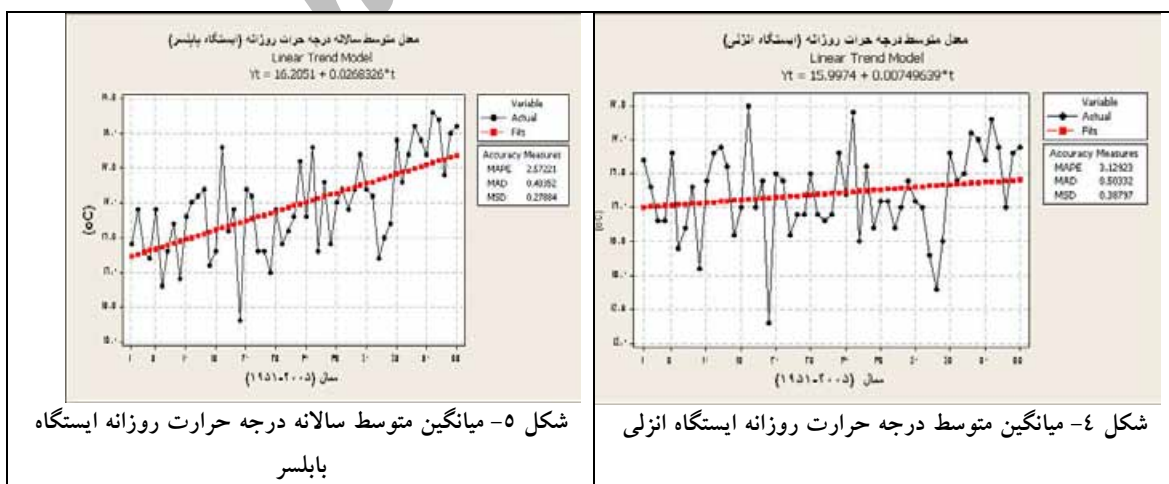
تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها

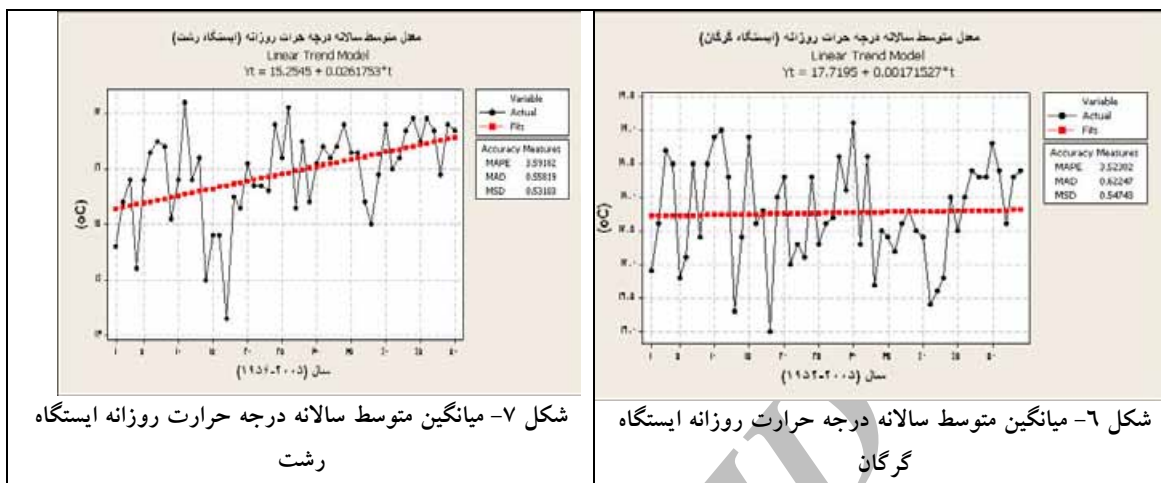
تمامی داده‌ها با استفاده از روش مدل خطی (Linear Analysis of Trend Model)، تجزیه واریانس (ANOVA - Variance) و تحلیل رگرسیون (Regression Analysis) و به کارگیری نرم‌افزارهای (Minitab) و (Excel) از نظر آماری تجزیه و تحلیل شده‌اند و نتایج حاصل به تناسب و ضرورت در شکلها و جدولها ارائه شده است.

نتایج

تغییرات دما

تجزیه و تحلیل داده‌های مربوط به دما در طول حدود پنجاه سال گذشته در جدول ۲ و تغییرات روند (ترند) آنها





درجه سانتیگراد می‌باشد که مقدار آن برای ایستگاه رشت و نیز انزلی بسیار چشمگیر است.

تغییرات میزان نزولات جوی

تحلیل داده‌های مربوط به میزان سالانه نزولات جوی در طول حدود پنجاه سال گذشته در جدول ۲ و تغییرات روند (ترند) آنها در این مدت در جدول ۳ آمده است.

همان‌طور که در جدول ۳ قابل ملاحظه می‌باشد، متوسط دما در هر چهار ایستگاه افزایش یافته است و بیشترین مقدار برای ایستگاه بابلسر می‌باشد که در مدت زمان ۵۴ سال به میزان ۱/۴۴ درجه سانتیگراد افزایش یافته و میزان آن برای ایستگاههای رشت، انزلی و گرگان مقادیر ۱/۴۱، ۰/۳۶ و ۰/۰۹ درجه سانتیگراد می‌باشد. مقدار افزایش حداقل دما برای ایستگاههای رشت، انزلی، بابلسر و گرگان به ترتیب ۲/۴۵، ۲/۱۰، ۱/۸۰ و ۰/۱۱

جدول ۲- تحلیل داده‌های دما و نزولات جوی

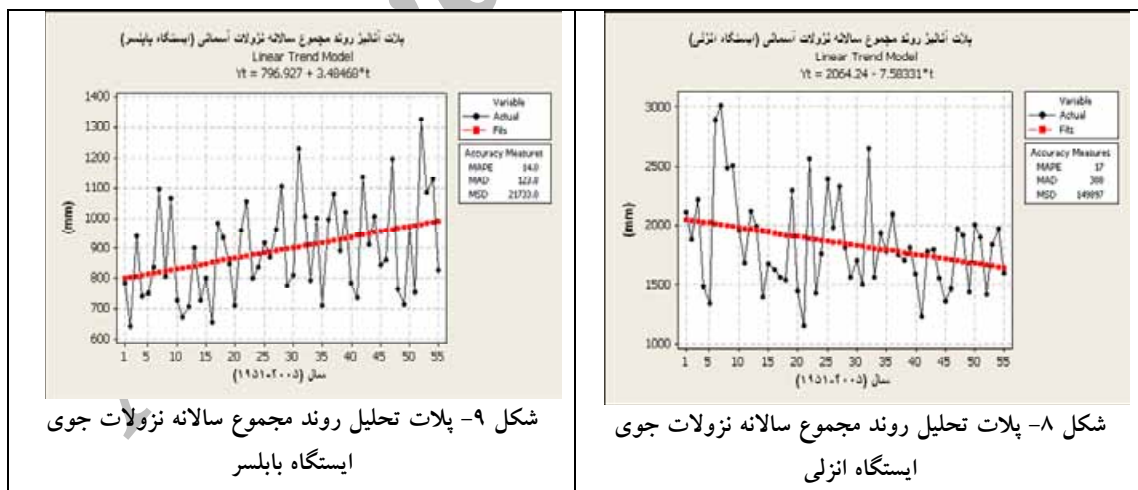
دما (درجه سانتیگراد)			بارندگی (میلیمتر)	ایستگاه (سال)
متوسط	حداکثر	حداقل		
+↑ ۱۵ + ۰/۰۲	+↑ ۲۰ + ۰/۰۰۱	+↑ ۱۰ + ۰/۰۰۵	+↑ ۱۳۲۹ + ۱	رشت (۴۹)
+↑ ۱۵ + ۰/۰۰۷	-↓ ۱۹ - ۰/۰۲	+↑ ۱۲ + ۰/۰۳	-↓ ۲۰۶۴ - ۷	انزلی (۵۴)
+↑ ۱۶ + ۰/۰۲	+↑ ۲۰ + ۰/۰۲	+↑ ۱۲ + ۰/۰۳	+↑ ۷۹۶ + ۳	بابلسر (۵۴)
+↑ ۱۷ + ۰/۰۰۱	+↑ ۲۲ + ۰/۰۰۵	+↑ ۱۲ + ۰/۰۰۲	-↓ ۶۲۳ - ۱	گرگان (۵۳)

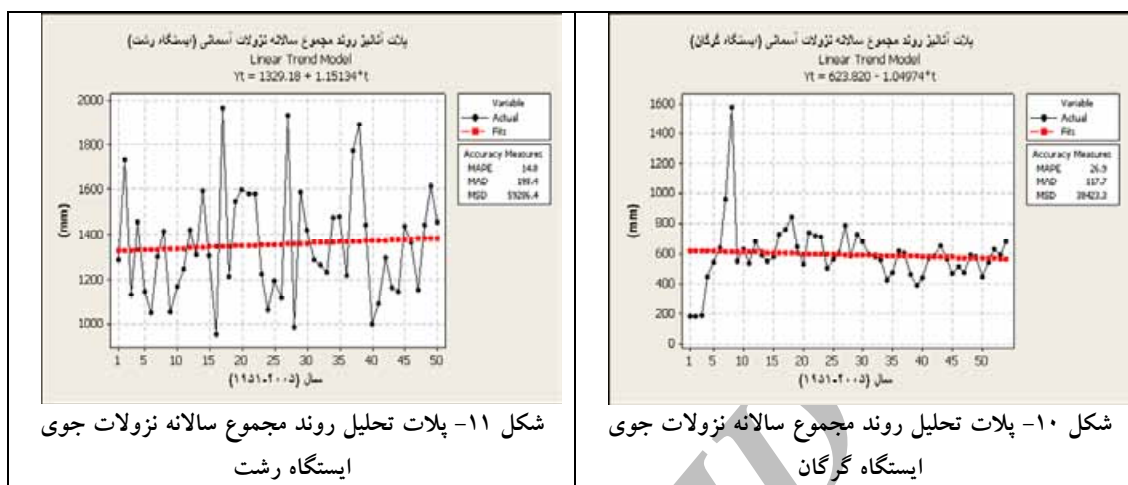
جدول ۳- تغییر روند دما و نزولات جوی

ایستگاه (سال)	تغییرات بارندگی (میلیمتر)		تغییرات دما (درجه سانتیگراد)		
	افزایش	کاهش	حداقل	حداکثر	متوسط
رشت (۴۹)	۵۶/۴		۲/۴۵	۰/۰۸	۱/۲۸
انزلی (۵۴)		۴۰۹/۴	۲/۱۰	۱/۱۸	۰/۴۰
بابلسر (۵۴)	۱۸۴/۶		۱/۸۰	۱/۱۰	۱/۴۴
گرگان (۵۳)		۵۵/۶	۰/۱۱	۰/۳۱	۰/۰۹

چنانچه در جدول ۲ مشاهده می شود در نیم قرن گذشته میزان بارندگی سالانه در ایستگاه انزلی دارای سیر نزولی بوده است. این کاهش در میزان بارندگی در تمام ماههای سال به جز ماه مارس (اسفند و فروردین ماه) و جولای (تیر و مرداد ماه) نیز واقع شده است (شکل ۱۲). میزان بارندگی سالانه در ایستگاه انزلی طی ۵۴ سال گذشته طبق رابطه $(Y_t = 2064.24 - 7.58331 \times t)$ به طور معنی داری کاهش یافته است. این در حالی است که میزان بارندگی سالانه در بابلسر، گرگان و رشت به ترتیب ارائه شده است.

چنانچه در جدول ۲ مشاهده می شود در نیم قرن گذشته میزان بارندگی سالانه در ایستگاه انزلی دارای سیر نزولی بوده است. این کاهش در میزان بارندگی در تمام ماههای سال به جز ماه دسامبر (آذر و دی ماه) نیز واقع شده است (شکل ۱۲). میزان بارندگی سالانه در ایستگاه انزلی طی ۵۴ سال گذشته طبق رابطه $(Y_t = 2064.24 - 7.58331 \times t)$ به طور معنی داری کاهش یافته است. این در حالی است که میزان بارندگی سالانه در بابلسر، گرگان و رشت به ترتیب ارائه شده است.

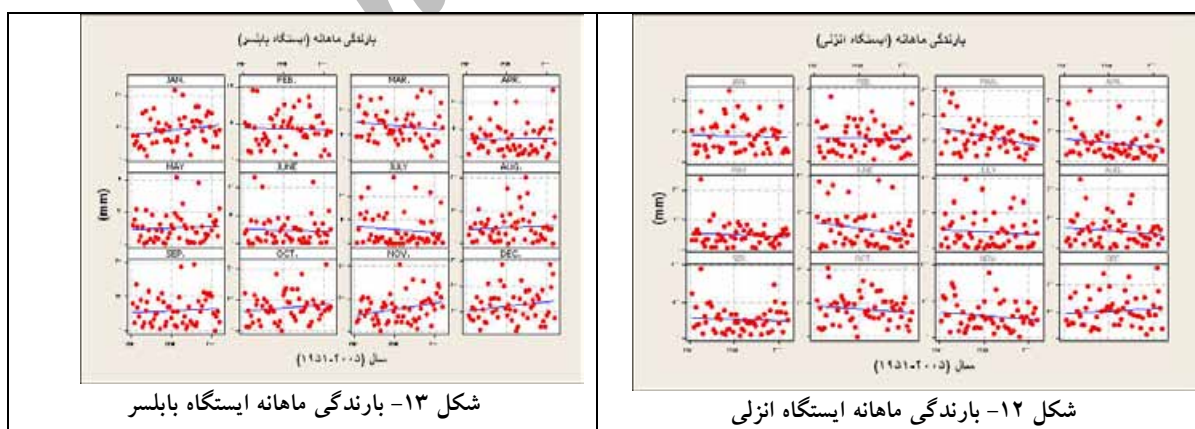


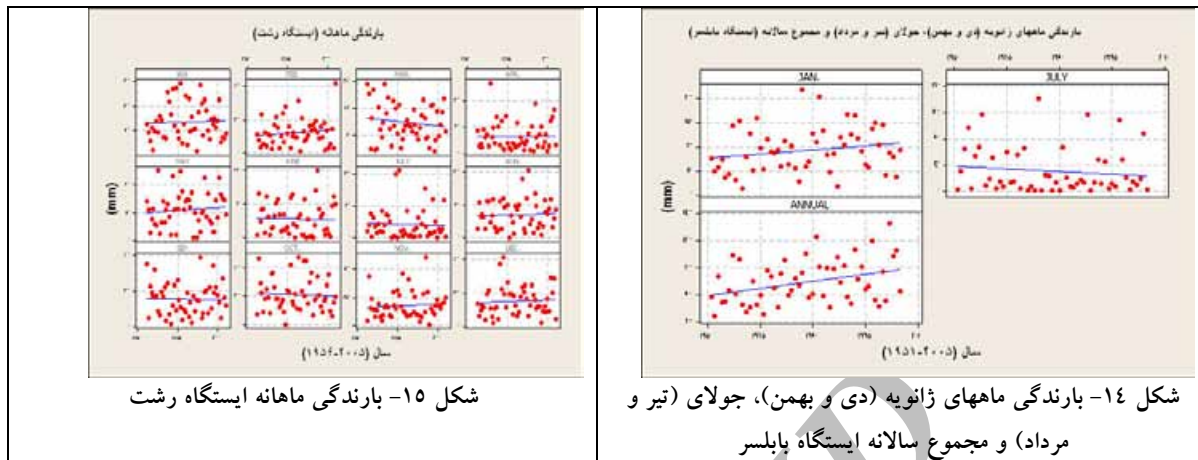


می‌شود، روند افزایشی سالانه میزان بارندگی با سردترین ماه سال تطابق دارد و با توجه به پراکندگی نقاط میزان بارندگی در سالهای مختلف از نوسانهای بیشتری برخوردار بوده است، این در حالی است که میزان ماهانه بارندگی در گرمترین ماه سال (جولای) روند کاهشی داشته و با توجه به پراکندگی نقاط در سالهای مختلف از نوسانهای کمتری برخوردار بوده است و بیشتر در زیر خط (ترند) و در میزان بارندگی کمتر از ۴۰ میلیمتر متمرکز می‌باشد.

میزان پراکنش ماهانه بارندگی در طی سالهای مختلف برای ایستگاههای انزلی، بابلسر و رشت به ترتیب در شکل‌های ۱۲، ۱۳ و ۱۵ ارائه شده است. چنانچه در شکل ۱۵ با توجه به پراکندگی نقاط مشاهده می‌شود، میزان بارندگی ماهانه در ماههای مختلف در ایستگاه رشت از نوسانهای بیشتری برخوردار بوده است.

میزان بارندگی در ماه ژانویه (دی و بهمن ماه) به عنوان سردترین و ماه جولای (تیر و مرداد ماه) به عنوان گرمترین ماه سال و مجموع بارندگی سالانه برای ایستگاه بابلسر در شکل ۱۴ ارائه شده است. چنانکه در این شکل مشاهده





شکل ۱۴- بارندگی ماههای ژانویه (دی و بهمن)، جولای (تیر و مرداد) و مجموع سالانه ایستگاه بابلسر

شکل ۱۵- بارندگی ماهانه ایستگاه رشت

چهار ایستگاه می‌باشد، به جز در مورد حداقل دما در ایستگاه انزلی که کاهش نشان می‌دهد (جدولهای ۲ و ۳). روند تعداد سالانه روزهایی که حداکثر دمای آن معادل یا بیشتر از ۳۰ درجه سانتیگراد می‌باشد نیز در ایستگاه انزلی کاهش نشان می‌دهد.

از آنجا که رژیم حرارتی نقش تعیین کننده‌ای در توزیع و پراکنش گیاهان به‌عهده دارد، بنابراین حدوث تغییرات قطعی در میزان دما به‌ویژه گرم شدن اکوسیستم‌های جنگلی باعث تغییراتی در ترکیب جوامع گیاهی و نیز پراکنش منفرد آنها خواهد شد.

روند بارندگی در ایستگاه انزلی که بیشترین میزان نزولات را نیز دریافت می‌کند و همچنین ایستگاه گرگان کاهش یافته است. روند نزولات در ایستگاههای رشت و بابلسر تغییر مثبت را نشان می‌دهد (جدولهای ۲ و ۳). این تغییرات در میزان رطوبت و آب در دسترس گیاهان و همچنین کاهش در میزان نزولات باعث واکنش گیاهان به‌ویژه درختانی که در یک محدوده معین از رطوبت به رشد مناسب دست پیدا می‌نمایند، خواهد شد.

در طول ۴۹ سال گذشته در ایستگاه رشت، متوسط سالانه دما حدود ۱/۲۸ درجه سانتیگراد و حتی حداقل دما ۲/۴۵ درجه سانتیگراد افزایش پیدا کرده است. میزان افزایش متوسط دمای سالانه در ایستگاه بابلسر طی ۵۴ سال گذشته حدود ۱/۴۴ درجه سانتیگراد و حداقل درجه

بحث

براساس تحقیقات دانشمندان مشخص شده است که گرم شدن اقلیم باعث افزایش تبخیر و غلظت بخار در اتمسفر شده و در نتیجه، الگو و میزان نزولات در شکل باران و یا برف تغییر می‌کند. آنها برای خشکی شدیدتری در مناطق گرم و خشک طراحی کرده‌اند و پیش بینی نموده‌اند مناطقی که در حال حاضر گرم و خشک هستند در آینده گرمتر و خشکتر خواهند شد. به‌خاطر نقش حیاتی آب در زندگی بشر و تنوع زیستی، تغییرات در الگو و میزان نزولات جوی می‌تواند اثرهای جدی در دوره‌های خشکی و تداوم زندگی انسانها داشته باشد (Jafari, 2007a).

مطالعات نشان داده‌اند که واکنش جنگل به تغییر اقلیم بستگی به شرایط محلی دارد. سن جنگل، خصوصیات خاک و رطوبت عرصه، ترکیب گونه‌ها و اثرهای تخریب و توسعه جنگل، تماماً بر چگونگی واکنش جنگل به افزایش دما، تغییرات روند نزولات جوی و سایر تغییرات اکولوژیکی و بیوفیزیکی که شرایط تحمیل می‌نمایند، اثر می‌گذارند (Winnett, 1998).

براساس نتایج بدست آمده در این تحقیق، به روشنی می‌توان نتیجه‌گیری کرد که طی نیم قرن گذشته اقلیم جنگلهای منطقه خزری گرمتر شده است. این تغییرات شامل افزایش در حداقل، حداکثر و متوسط دما برای هر

جنگلهای تحت تأثیر تنشهای محیطی، محتمل است که در اثر تغییرات اقلیمی تنش بیشتری را تحمل نمایند، مگر اینکه تغییر اقلیم باعث کاهش فشار و مطلوب تر شدن شرایط برای آنها گردد (Winnett, 1998). جنگلهایی که در شرایط مطلوب رشد می نمایند، بسته به نوع و شدت میزان تغییراتی که ممکن است بوقوع بپیوندد، با توجه به دامنه تحملشان، واکنشهای متفاوتی از خود نشان خواهند داد. درختانی که دارای دامنه تحمل گسترده هستند نسبت به درختانی که دارای دامنه اکولوژیکی محدودی می باشند، تطابق بهتری با شرایط جدید پیدا می نمایند (Winnett, 1998). توزیع و پراکنش گونه های گیاهی، به شدت به رژیم حرارتی و رطوبتی آنها وابستگی دارد. با تغییر روند (ترند) دمایی و نزولات جوی، قطعاً ترکیب گیاهی در جوامع و یا توزیع آن به صورت منفرد تغییر می کند. ممکن است با گرم شدن محیط گیاهان، آنها بسوی ارتفاعات حرکت کنند و یا در معرض خطر قرار گرفته و یا ناپدید شده و در معرض انقراض قرار بگیرند.

منابع مورد استفاده

- جعفری، م.، ۱۳۸۵. نگاهی گذرا بر مدیریت پایدار جنگل و مروری بر نظارت و ارزشیابی. شابک ۴-۸۰-۶۹۳۱-۹۶۴، نشر پونه، تهران، ایران، ۱۷۰ صفحه.
- حمزه، ب.، ۱۳۷۳. بررسی و تشخیص جوامع گیاهی و عناصر تشکیل دهنده جنگلهای لساکوتی، سومین سری تنکابن. نشریه موسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور، شماره ۱۲۹، ۳۷ صفحه.
- سایت سازمان هواشناسی (www.irimet.net).
- Anonym, 1954. Unasylya - Vol. 8, No. 2, June, 1954.
- Anonym, 1998. Handbook on Methods for Climate Change Impact Assessment and Adaptation Strategies. UNEP, Version 20, October 1998.
- Bobeck, H., 1951. Die natürlichen Wälder und Gehölzfluren Irans. - Bonn. Geogr. Abh. 8: 62p.
- Frey, W. and Probst, W., 1986. A synopsis of the vegetation of Iran. - In: Kurschner, H. (ed.): Contribution of the vegetation of southwest Asia, - Dr. Ludwig Reichert. Wiesbaden. 1-43.
- IISD, 2006. A summary report of the Wilton Park Conference on "Forestry: a sectoral response to

حرارت آن ۱/۸۰ درجه سانتیگراد را نشان می دهد (جدول ۳). این افزایش دما با روند جهانی افزایش دما نیز همخوانی دارد.

کاهش میزان بارندگی در ایستگاه انزلی طی ۵۴ سال گذشته حدود ۴/۴۰۹ میلیمتر و میزان کاهش نزولات جوی برای ایستگاه گرگان طی ۵۳ سال گذشته به مقدار ۶/۵۵ میلیمتر بوده است (جدول ۳).

توزیع و پراکنش گیاهان در هر اقلیم مستقیماً به شرایط حرارتی و رطوبتی آن بستگی دارد. معمولاً با افزایش هر ۱۰۰ متر ارتفاع، میزان دما به مقدار یک درجه سانتیگراد کاهش پیدا می کند. در منطقه مورد مطالعه، به ویژه در حوزه گیلان و گرگان درجه حرارت پیش از یک درجه افزایش را نشان می دهد و براساس نظر و یا قضاوت کارشناسی (expert judgement) که بر مبنای کتاب «روشهای ارزیابی اثرات تغییر اقلیم و استراتژیهای مقابله با آن» یکی از روشهای ارزیابی اثرات تغییر اقلیم بر جنگل و مرتع می باشد (Anone., 1998) گرایش رویش در پوشش گیاهی حدود صد متر به سمت زیاد حرکت نموده است. اکوسیستم های جنگلی خزری که در شیبهای شمالی سلسله کوههای البرز قرار دارند و از سمت فوقانی نیز تحت تأثیر جریان گرم و خشکی که از سمت شیب های جنوبی آن را متأثر می نماید، شرایط حساس تری دارند و با یک نوع محدودیت مواجه می باشند.

براساس یک مطالعه نمونه با سناریوهای مختلف افزایش دما، نشان داده شده است که به صورت جهانی ریسک تبدیل اراضی جنگلی به زیست بوم های غیر جنگلی در سناریو افزایش ۲ درجه سانتیگرادی، ۴۳٪ و یا بیشتر و براساس سناریو های ۳-۲ و بیشتر از ۳ درجه سانتیگراد به ترتیب ۷۵٪ و ۸۸٪ خواهد بود (Wolfgang Knorr et al., 2006). همچنین نتیجه گیری شده است که انتقال از ظرفیت جنگلی به زیست بوم مرتعی دلالت بر نوع تغییر کاربری اراضی به کار گرفته شده دارد (Wolfgang Knorr et al., 2006).

- Symposium), in The Final Report of ICCAP, The Research Project on the Impact of Climate Changes on Agricultural Production System in Arid Areas, March 2007, ICCAP Publication 10-Japan, ISBN 4-902325-09-8: 315-317.
- Sabeti, H., 1969. Les Etudes Bioclimatique de L'Iran. - Université de Téhéran. Tehran. No. 1231: 266 p.
 - Winnett S.M., 1998. Potential effects of climate change on U.S. forests: a review. *Climate Research*, Vol. 11: 39-49.
 - Wolfgang Knorr, M. S., Arnell N.W. and Prentice I. C., 2006. A climate change risk analysis for world ecosystems. *Physical and Biological Sciences, Environmental Sciences*. 19p.
 - Zohary, M., 1973. *Geobotanical foundations of the Middle East*. - Fischer Verlag, Stuttgart, Amsterdam. 2 vols. 739p.
 - Jafari, M., 1997a. The Present Status of Forestry Research in I.R. Iran, in *Four Articles on Forests*. Research Institute of Forests and Rangelands, Technical Publication, No. 176-1997, 121p.
 - Jafari, M., 1997b. Present Status of Afforestation Research in I.R. Iran, in *Four Articles on Forests*. Research Institute of Forests and Rangelands, Technical Publication, No. 176-1997, 121p.
 - Jafari, M., 2007a. Review on needfulness for plant ecophysiological study and investigation on climate change's effects on forest, rangeland and desert ecosystems. Presented in Workshop: *Climate Change in South-Eastern European Countries: Causes, Impacts, Solutions*, 26- 27 March 2007, Orangerie, Burggarten, Graz, Austria.
 - Jafari, M., 2007b. Climate Change and IPCC Assessments (Abstract of Keynote Lecture of the climate change", Volume 130, No. 1, Sunday, 26 November 2006, 8 p.

Archive of SID

Investigation and analysis of climate change factors in Caspian Zone forests for last fifty years

M. Jafari¹

1- Assoc. Prof., Research Institute of Forests and Rangelands. E-mail: mostafajafari@rifr-ac.ir

Abstract

Iran is located in the North Temperate Zone from 25 to 40 degrees latitude and 44 to 63 degrees longitude, with a total area of approximately 1,650,000 Km². A 50% of total lands area is covered with high mountain ranges. Elevations range from 26 meters below sea level on the shores of the Caspian Sea to 5860 meters above sea level at the peak of the Mt. Damavand. Drought or water deficiency is one of the most critical climatic factors in Iran. About 50% of Iran can be classified as arid or semi-arid zones. Climate parameters, particularly precipitation varies significantly in different parts of the country. There is not a good annual rainfall distribution in most regions of Iran, which limits the plant development and growth. Not only high temperature in southern, central and lowlands of Iran is a limiting factor, but also low temperature in northern, western and highlands is another limiting factor too. The Caspian region receives the largest part of the country's precipitation while the central desert (Dasht-e-Lut) is faced with permanent drought. Forest ecological zones in Iran could be categorized as: a) North, Caspian forest, b) West, Zagros forest, c) North West, Arasbaran forest, d) South, Subtropical forest in Persian Gulf areas, and e) Central, Scattering forests. Some of the main tree species of Caspian forests: *Fagus orientalis*, *Carpinus betulus*, *Acer velutinum*, *Quercus castaneifolia*, *Fraxinus excelsior*. In this study, whole forest areas in southern part of Caspian Sea were monitored by study on vegetation map and visiting field. Three points representing major part of Hyrcanian Forests were selected from wet part in west to drier part in east. Four meteorological stations data used for investigation. Most of climatic factors including maximum, minimum and mean annual temperature; daily and annual precipitations were investigated. Mainly trends of mean annual temperature and annual precipitations were used for conclusion. It can clearly be concluded that during last half century climate in forest area in Caspian region become warmer. Precipitation trends especially in Anzali station that has highest precipitation records in Iran and also in Gorgan station have decreased. Precipitation trends in Rasht and Baboulsar stations have shown positive change. During last 49 years in Rasht station mean annual temperature increased about 1.28 °C and even its minimum temperature shows 2.45 °C increases. Increase mean annual temperature in Baboulsar station in last 54 years is about 1.44 °C and its minimum temperature shows 1.80 °C increases. Decrease of annual precipitation in Anzali station during last 54 years of records is about 409.4 mm and amount of decrease of precipitation for the period of last 53 years in Gorgan station is about 55.6 mm. Distribution of plants are directly depends upon temperature and precipitation conditions in each climatic zone. Generally with increasing about 100 meter of elevation amount of temperature will decrease by one degree of centigrade. In study zones especially in Gilan and Gorgan areas temperatures shown more than one degree increases and main species of vegetation cover moved upward about 100 meters. All data statistically were analyzed.

Key words: climate change, Caspian forests, meteorology, Iran.