



## بررسی عدم قطعیت پیش‌بینی‌های مدل‌های گردش کلی جو (مطالعه موردی: ایستگاه هاشم‌آباد گرگان)

یاسمن لطفی<sup>۱</sup>، مهدی مفتاح‌هلقی<sup>۲\*</sup>، خلیل قربانی<sup>۳</sup>

تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۰۷/۰۸

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۱۱/۱۲

### چکیده

برای پیش‌نگری کمی تغییر اقلیم و پیامدهای محتمل آن در کشاورزی و منابع آب عموماً از مدل‌های اقلیمی استفاده می‌شود که برونداد آن‌ها دارای عدم قطعیت هستند. در این تحقیق با استفاده از مدل‌های گردش عمومی جو، تغییرات محتمل متغیر اقلیمی بارش به همراه تحلیل عدم قطعیت نتایج به دست آمده بررسی شده است. به این منظور آمار مشاهداتی ایستگاه هواشناسی هاشم‌آباد برای دوره ۲۰۱۰-۱۹۹۰ میلادی به عنوان دوره پایه به مدل معرفی شد و سپس برونداد حاصل از ۸ مدل گردش عمومی جو (شامل ACCESS1-0، CanESM2، CMCCM2.3.2a، GISS2H، HadGEM2CC، IPSLCM5AMR، MIROC5، MIROC6، RCP 4.5 و RCP 8.5 توسط روش عامل تغییر (Change Factor) ریز مقیاس‌نمایی و مقایسه شدند. سپس عدم قطعیت مدل‌ها برای هر دو سناریو انتشار مورد بررسی قرار گرفتند. همچنین آزمون مقایسه میانگین‌ها برای مجموع بارش ماهانه دوره (۲۰۱۰-۲۰۴۰) انجام شد. نتایج حاکی از کاهش بارش در اکثر ماه‌ها بود. مدل GISS2H برای هر دو سناریو بیش‌ترین میزان کاهش پیش‌نگری شده در مجموع بارش ماهانه نسبت به دوره پایه را نشان داد. همچنین با وجود اینکه برونداد مدل‌ها برای کمیت بارش ماهانه طی دوره آینده در ۸۲ درصد حالات تفاوت معنی‌داری نداشتند، اما باند عدم قطعیت مدل‌ها، اختلاف زیادی را بین نتایج آن‌ها نشان می‌دهد که مؤید نیاز بیشتر به تحلیل عدم قطعیت در مطالعات آبی می‌باشد.

**واژه‌های کلیدی:** تغییر اقلیم، مدل‌های گردش عمومی جو، عدم قطعیت، بارش

### مقدمه

طرفی برای رسیدن به نتایج کاربردی و دقیق باید عدم قطعیت ناشی از فرایند شبیه‌سازی متغیرهای اقلیمی بررسی شود. در مطالعات تغییر اقلیم منابع عدم قطعیت مختلفی بر نتایج نهایی تأثیر می‌گذارند. این منابع عدم قطعیت ناشی از عدم قطعیت مربوط به مدل GCM<sup>۳</sup>، روش ریز مقیاس‌نمایی و مدل‌های شبیه‌سازی می‌باشد (Johnson et al., 2004). (Minville et al., 2008). به تأثیرات تغییر اقلیم را بر روی هیدرولوژی حوضه نوردیک کانادا بررسی کردند. در این تحقیق از ۱۰ مدل اقلیمی با وزن‌دهی مساوی به واسطه ترکیب پنج مدل چرخه عمومی و دو سناریوی انتشار برای تعیین عدم قطعیت متغیرهای هیدرولوژی استفاده شد. نتایج تحقیق، افزایش ۱ تا ۱۴ درجه سانتی‌گراد برای دمای فصلی و تغییر ۹- تا ۵۵ درصد را در بارش فصلی نشان داد. Sayari et

در دهه‌های اخیر تغییر اقلیم ناشی از گرمایش زمین و پیامدهای منفی آن از مسائل مهم در مطالعات محققان می‌باشد. بارش صنایع و افزایش مصرف سوخت‌های فسیلی اثرات منفی پدیده تغییر اقلیم بیشتر شده که این موضوع تهدیدی جدی برای آینده بشر خواهد بود. بنابراین پیش‌بینی وضعیت اقلیم کره زمین در آینده و اثرات آن بر پارامترهای اقلیمی مانند بارش و دما امری ضروری بوده که نیازمند بررسی دقیق این پارامترها و شبیه‌سازی آن‌ها می‌باشد. از

<sup>۱</sup> دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی منابع آب، گروه مهندسی آب، دانشکده مهندسی آب و خاک، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران

<sup>۲</sup> دانشیار گروه مهندسی آب، دانشکده مهندسی آب و خاک، دانشگاه

علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران

(\*نویسنده مسئول: [meftahhalaghi@gmail.com](mailto:meftahhalaghi@gmail.com))

<sup>۳</sup> General Circulation Models

نحوه ارجاع مقاله:

لطفی، ی، مفتاح‌هلقی، م، قربانی، خ. ۱۳۹۹. بررسی عدم قطعیت پیش‌بینی‌های مدل‌های گردش کلی جو (مطالعه موردی: ایستگاه هاشم‌آباد گرگان). نشریه هواشناسی کشاورزی، ۸(۱)، ۷۵-۷۹. DOI: 10.22125/agmj.2020.202342.1074

Lotfi, Y., Meftah Halaghi, M., Khalili, A. 2020. Investigation of uncertainty in GCM's projection of rainfall data (Case Study: Hashem- Abad Station). Journal of Agricultural Meteorology, 8(1): 75-79. DOI: 10.22125/agmj.2020.202342.1074

مدل‌های گردش عمومی جو و سناریوهای انتشار مدل‌های گردش جو به عنوان مدل‌های عددی که فرآیندهای فیزیکی جو را نشان می‌دهند، می‌توانند اقلیم حاضر را شبیه‌سازی و شرایط اقلیم آینده را تحت سناریوهای مختلف، تصویرسازی نمایند (IPCC, 1990). در این پژوهش از مدل‌های ACCESS1-0، CanESM2، CMCCMS، MIROCESM، MIROC5، HadGEM2CC، GISS2H، IPSLCM5AMR استفاده شد. هیأت بین‌الدول تغییر اقلیم در تدوین گزارش پنجم ارزیابی از سناریوهای RCP<sup>۱</sup> به عنوان نماینده‌های خطوط سیر غلظت‌های گوناگون گازهای گلخانه‌ای استفاده کرده است. در این مطالعه از سناریوهای تغییر اقلیم RCP 4.5 و RCP 8.5 استفاده می‌شود.

### ریز مقیاس‌نمایی

یکی از ساده‌ترین روش‌های ریزمقیاس‌نمایی آماری برونداد مدل‌های گردش کلی، به‌کارگیری روش دلتا یا عامل تغییر<sup>۲</sup> است. عامل تغییر نسبت بین شبیه‌سازی‌های اقلیم آتی به اقلیم حاضر یک مدل گردش کلی است. در محاسبه این نسبت، داده‌های دیدبانی هیچ تأثیری ندارند و برای فراسنج بارش به صورت ضربی است (معادله ۱).

$$Prco_{Fut} = Prco_{obs} \times C_f \quad (1)$$

Prco<sub>Fut</sub> و Prco<sub>obs</sub> به ترتیب سری زمانی بارش مشاهداتی در دوره پایه و سری زمانی کوچک مقیاس شده بارش در دوره آتی و C<sub>f</sub> عامل تغییر محاسبه شده می‌باشد.

### عدم قطعیت

در مطالعات تغییر اقلیم، منابع مختلف عدم قطعیت بر نتایج نهایی تأثیر می‌گذارد. در این پژوهش، عدم قطعیت خروجی مدل‌های GCM با استفاده از فرمان بوت‌استرپ<sup>۳</sup> و به صورت سالانه تعیین شده و باند عدم قطعیت حاصل از هشت مدل GCM برای سناریوهای تغییر اقلیم RCP 4.5 و RCP 8.5 رسم شد.

### بوت‌استرپ

بوت‌استرپ در شرایط کاملاً پیچیده بدون تحمیل هیچ‌گونه فرضی و به روش کاملاً طبیعی اقدام به تولید داده کرده و توزیع تجربی این داده‌ها را به عنوان برآوردی

(al., 2011) به تأثیرگرمایش جهانی بر حداقل و حداکثر دما، الگوی بارش و تبخیر-تعرق در حوضه کشف‌رود تحت دو سناریو A2 و B2 و دو مدل گردش عمومی (HadCM3 و CGCM2) در سه دوره زمانی پرداختند. نتایج نشان داد میانگین بارش سالانه با مدل CGCM2 تحت دو سناریو به ترتیب ۱۳ و ۱۶ درصد کاهش پیدا می‌کند؛ در صورتی که برای مدل HadCM3 و دو سناریو میانگین بارش سالانه افزایش پیدا می‌کند. همچنین مقایسه دو مدل و دو سناریو نشان داد که سناریو A2 شرایط بحرانی‌تری را برای حوضه پیش‌بینی می‌کند. (Ashraf et al., 2014) نشان دادند که استفاده از چند مدل گردش عمومی جو باعث افزایش قابل توجه دقت پیش‌بینی‌های اقلیمی در مقایسه با استفاده از تنها یک مدل می‌شود. در بررسی تغییر اقلیم در خروجی مدل‌های گردش عمومی جو، سناریوهای انتشار و مدل‌های ریزمقیاس‌نمایی عدم قطعیت‌هایی وجود دارد. (Taban et al., 2016) به تأثیر عدم قطعیت ناشی از مدل‌های گردش کلی GCM، روش‌های ریزمقیاس‌نمایی و همچنین سناریوهای انتشار گازهای گلخانه‌ای بر رواناب حوضه دزعلیا در دوره ۲۰۴۰-۲۰۶۹ با استفاده از ۱۰ مدل GCM و دو روش ریزمقیاس‌نمایی و سه سناریوی انتشار (A2، A1B و B1) پرداختند. نتایج مقایسه سناریوهای انتشار در استفاده از میانگین ۱۰ مدل اقلیمی نشان داد که روند اختلاف محدوده درصد تغییرات در سه سناریوی انتشار برای ماه‌های مختلف هماهنگی نزدیکی با یکدیگر داشت. همچنین عدم قطعیت‌های ناشی از مدل‌های اقلیمی مختلف به کار رفته در تحقیق بیش از عدم قطعیت روش‌های ریزمقیاس‌نمایی و سناریوهای انتشار بود. هدف از این مطالعه مقایسه باند عدم قطعیت ناشی از هشت مدل گردش کلی جو برای سناریوهای نسخه پنجم سناریو انتشار به صورت ماهانه می‌باشد.

### مواد و روش‌ها

#### منطقه مورد مطالعه

منطقه مطالعاتی در این پژوهش، ایستگاه هواشناسی همدیدی هاشم‌آباد گرگان می‌باشد که دارای اقلیم مدیترانه‌ای، با متوسط بارش سالانه ۵۲۷ میلی‌متر و متوسط دمای سالانه ۱۷/۵ درجه سانتی‌گراد است.

<sup>1</sup> Representative Concentration Pathways

<sup>2</sup> Delta or Change Factor

<sup>3</sup> Bootstrap

جدول ۱- نتایج آزمون مقایسه میانگین‌ها جهت بررسی تغییر در میانگین ماهانه بارش سناریوی RCP4.5 با دوره زمانی پایه

Table 1- The results of compare means t-test to examine investigate changes in monthly precipitation for scenario RCP 4.5 at base period

Model	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May	Jun.
ACCESS1-0	0.4	-1.77	-0.94	-0.58	0.53	-0.84
CanESM2	-1.7	0.88	1.12	-0.89	1.34	-1.1
CMCCMS	0.87	0.25	0.02	1.65	-0.5	1.19
GISSE2H	6.1	3.37	5.55	2.62	4.74	3.48
HadGEM2CC	-0.37	-0.86	-0.14	0.51	0.73	-0.89
MIROC5	1.44	1.19	1.13	-1.08	1.13	1.76
MIROCESM	0.68	0.07	1.13	1.81	-0.15	1.5
IPSLCM5AMR	0.29	1.86	-4.03	1.34	0.61	0.43
Model	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.
ACCESS1-0	-0.2	-0.53	-1.1	-0.74	-1.12	0.25
CanESM2	0.16	1.35	1.46	-0.77	-0.74	2.43
CMCCMS	1.76	-0.42	-0.84	1.66	0.23	1.9
GISSE2H	1.93	0.66	3.8	3.09	4.24	6
HadGEM2CC	-0.25	0.01	-0.14	-1.43	-0.08	0.18
MIROC5	-0.28	0.3	0.05	-0.36	0.21	-0.2
MIROCESM	1.36	1.3	1.07	-0.15	-0.13	1.11
IPSLCM5AMR	1.12	4.8	6.46	1.97	4.42	3.4

جدول ۲- نتایج آزمون مقایسه میانگین‌ها جهت بررسی تغییر در میانگین ماهانه بارش سناریوی RCP8.5 با دوره زمانی پایه

Table 2- The results of compare means t-test to examine investigate changes in monthly precipitation for scenario RCP 8.5 at base period

Model	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May	Jun.
ACCESS1-0	0.07	-2.26	-0.03	-0.4	1.74	0.52
CanESM2	-0.63	-0.86	-0.6	-1.48	-1	-0.87
CMCCMS	2.54	-0.24	2.87	0.66	-1.52	3.46
GISSE2H	6.27	4.93	5.31	2.35	5.44	2.56
HadGEM2CC	0.96	-0.27	-0.66	0.7	1.52	0.32
MIROC5	0.15	-1.37	0.87	-1.58	0.42	0.14
MIROCESM	0.84	-0.2	-0.52	1.34	-0.26	0.61
IPSLCM5AMR	0.29	1.86	-4.03	1.34	0.61	0.43
Model	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.
ACCESS1-0	-0.1	-0.43	2.14	-0.28	0.74	0.03
CanESM2	-0.23	-1.89	2.35	0.48	-1.07	1.14
CMCCMS	3.61	-2.81	2.37	-1.9	1.19	2.67
GISSE2H	1.32	0.6	2.57	3.11	5.25	6.65
HadGEM2CC	-0.39	1.37	0.3	-1.01	-0.22	0.82
MIROC5	-0.47	0	-1.64	-2.06	0.32	-1.22
MIROCESM	0.54	0.4	0.25	-1.12	-0.29	0.66
IPSLCM5AMR	1.12	4.8	6.46	1.97	4.42	3.4

از توزیع اصلی و ناشناخته در نظر می‌گیرد. در این روش از خود داده‌ها و به تعداد داده‌های هر سری، نمونه گرفته می‌شود. این عمل معمولاً هزار بار تکرار شده و برای هر تکرار یک متوسط و یک واریانس حساب می‌شود. سپس فاصله اطمینان هزار تکرار محاسبه می‌شود. در مرحله اول  $X_i = (x_1, x_2, \dots, x_n)$  به عنوان داده‌های اصلی می‌باشند. در مرحله دوم، یک نمونه  $x_i$  از  $X_n$  به طور تصادفی همراه با جایگزینی، این عمل  $n$  بار تکرار شده، انتخاب می‌شود به طوری که در نهایت  $N$  سری داده با طول  $X_n$  موجود باشد. مرحله سوم، محاسبه نمونه بوت‌استرپ با استفاده از معادله  $x_i^* = \sum_{i=1}^N w_i x_i$  که  $0 \leq i \leq N$  است و  $w_i = \frac{\emptyset}{\sum_{i=1}^N \emptyset}$  که در آن  $\emptyset$  عدد تصادفی تولید شده توسط توزیع یکنواخت  $(0, 1)$  است و  $\sum_{i=1}^N w_i = 1$  می‌باشد. مرحله چهارم، ساختار  $X^* = (x_1^*, x_2^*, \dots, x_n^*)$  به عنوان نمونه بوت‌استرپ است. مرحله پنجم، تکرار گام‌های اول تا چهارم،  $B$  مرتبه که نشان‌دهنده تعداد تکرار نمونه‌برداری بوت‌استرپ است. در نهایت تعداد  $B$  نمونه بوت‌استرپی با طولی برابر با داده‌های اولیه به دست می‌آید که براساس آن‌ها می‌توان در مورد پارامترهای جامعه استدلال کرد.

### آزمون مقایسه میانگین‌ها

از آزمون مقایسه میانگین‌ها برای مقایسه میانگین دو سری داده استفاده می‌شود که (Ghorbani et al., 2014) به جزئیات آن اشاره کرده‌اند.

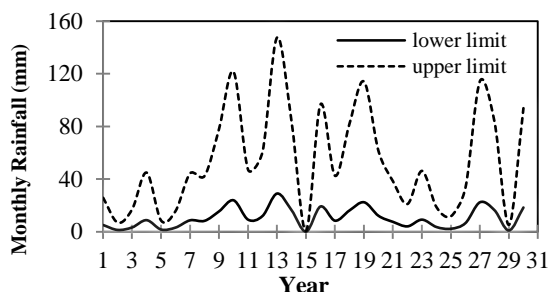
### نتایج و بحث

در ابتدا بارش ماهانه پیش‌بینی شده توسط مدل‌های گردش عمومی جو با داده‌های بارش ماهانه بر اساس آزمون مقایسه میانگین‌ها مقایسه شد (جدول ۳).

### آزمون مقایسه میانگین‌ها (t-student)

در آزمون مقایسه میانگین‌ها، اگر آماره آزمون  $(|t|)$  کمتر از ۲ باشد، فرض صفر که معادل با برابری میانگین‌ها می‌باشد، رد می‌شود. نتایج جداول ۱ و ۲ نشان می‌دهد در ۸۲ درصد موارد بارش پیش‌بینی شده توسط مدل‌ها با بارش دوره مشاهداتی اختلاف معنی‌داری ندارد، در ۸ درصد موارد افزایش و در ۱۰ درصد موارد کاهش بارش را نشان می‌دهد و بین دو سناریو اختلاف زیادی وجود نداشت.

برای هر سال حساب شده و باند عدم قطعیت ناشی از مدل‌ها رسم گردید. با محاسبه ضریب تغییرات حد بالا و پایین در هر ماه بیش‌ترین عدم قطعیت مربوط به ماه ژوئیه بود که باند عدم قطعیت آن مطابق شکل‌های ۱ و ۲ در دو سناریو RCP 4.5 و RCP 8.5 می‌باشد.



شکل ۲- باند عدم قطعیت مدل‌ها در ماه ژوئیه سناریو RCP 8.5  
Figure 2- Uncertainty of models for scenario RCP8.5 July

ماهانه دوره مشاهداتی نشان نمی‌دهد. با این وجود دامنه عدم قطعیت مدل‌ها باند پهنی را نشان می‌دهد که حاکی از عدم قطعیت بالای مدل‌ها در پیش‌بینی بارش است.

۳- مدل GISS2H برای دو سناریو RCP 4.5 و RCP 8.5 نسبت به سایر مدل‌ها بیشترین کاهش بارش را در اکثر ماه‌های سال (۱۰ ماه) دارا بود. و مدل‌های ACCESS1-0, CanESM2, CMCCM2, HadGEM2CC, MIROC5, MIROCESM, IPSLCM5AMR در هر دو سناریو بیشترین شباهت را با دوره پایه داشتند.

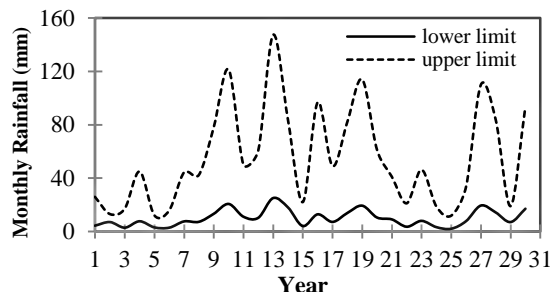
۴- مدل ریزمقیاس‌نمایی عامل تغییر در هر دو سناریو RCP 4.5 و RCP 8.5 از لحاظ نتایج اختلاف قابل توجهی نداشت.

### منابع

- Ashraf, B; Alizadeh, A.; Mousavi Baygi, M., and Bannayan Aval, M. 2013. Verification of temperature and precipitation data simulated by implementing individual and group five AOGCM models for North East Iran. *Journal of Soil and Water (Agricultural Science and Technology)*, 2: 28. 253-266. (In Farsi)
- Eghdamirad, S; Johnson, F; Woldemeskel, F; Sharma, A. 2004. Quantifying the sources of uncertainty in upper air climate variables. *Journal of Geophysical Research: Atmospheres*, 121(8):3859-74.
- Ghorbani, K; zakerinia, M and Hezarharibi, A. 2014. The effect of climate change on water requirement of soybean in Gorgan. *Journal of Agricultural Meteorology*: 2(1): 60-72 (In Farsi).

### بررسی عدم قطعیت مدل‌های گردش عمومی جو

به منظور بررسی عدم قطعیت ناشی از مدل‌های گردش عمومی جو ابتدا خروجی مدل‌ها برای پارامتر بارش به صورت مجموع بارش ماهانه تولید شد. سپس میانگین داده‌ها، میانگین بوت‌استرپ، حد بالا و پایین داده‌های



شکل ۱- باند عدم قطعیت مدل‌ها در ماه ژوئیه سناریو RCP 4.5  
Figure 1- Uncertainty of models for scenario RCP4.5 July

### نتیجه‌گیری

در بررسی عدم قطعیت بارش پیش‌بینی شده ۸ مدل گردش عمومی جو با استفاده از روش ریزمقیاس‌نمایی عامل تغییر تحت دو سناریو RCP 4.5 و RCP 8.5 در منطقه گرگان مهم‌ترین نتایج به دست آمده عبارتند از:

- ۱- بیشترین عدم قطعیت در ماه‌های ژوئیه و اوت برای سناریو RCP 4.5 و ماه‌های ژوئیه و سپتامبر برای سناریو RCP 8.5 می‌باشد. همچنین عدم قطعیت در سناریو RCP 8.5 در ماه ژوئیه بیش‌تر از RCP 4.5 است.
- ۲- بارش ماهانه پیش‌بینی‌شده توسط مدل‌های گردش عمومی جو در ۸۲ درصد موارد اختلاف معنی‌داری را با بارش

IPCC. 1990. *Climate Change: The IPCC Scientific Assessment (1990)*. Cambridge University Press: Cambridge, UK, 365p.

IPCC 2013. *Climate Change 2013 The Physical Science Basis, Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Stocker, T.F., D. Qin, and G.-K. Plattner, M. Tignor, S.K. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex and P.M. Midgley(eds.)]*. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.

Minville, M.; Brissette, F; and Leconte, R. 2008. Uncertainty of the impact of climate change on the hydrology of a Nordic watershed, *Journal of Hydrology*, 358, 70– 83.

Nikbakht Shahbazi, A., Taban, H., Zahrabi, N. 2016. Uncertainty assessment of GCM models for estimating rainfall and runoff of Dez Ulya basin under climate change. *Journal of the Earth and Space Physics*, 44(1): 1-16. (In Farsi).

Sayari, N; Alizadeh, A; Bannayan Awal; M. Farid Hossaini, A and Hesami Kermani, M.R. 2011. Comparison of Two GCM Models (HadCM3 and CGCM2) for the Prediction of Climate Parameters and Crop Water Use under Climate Change. *Journal of Water and Soil*. 25:4. 912-925. (In Farsi)



## Investigation of uncertainty in GCM's projection of rainfall data (Case Study: Hashem- Abad Station)

Y. Lotfi<sup>1</sup>, M. Meftah Halaghi<sup>2\*</sup>, K. Ghorbani<sup>2</sup>

Received: 30/09/2019

Accepted: 01/02/2020

### Abstract

For projection of possible climate change impacts on agriculture and water resources climate models are used but there exist uncertainties in the outputs of these models. The aim of this study is to project the possible changes of precipitation and uncertainty involved in Hashem- Abad station, north of Iran, using general circulation models. For this purpose, precipitation observations for the baseline period of (1990–2010) were collected. Then the outputs of the 8 GCM models (including ACCESS1-0, CanESM2, CMCCM2.3.2a, GISS2H, HadGEM2CC, MIROC5, MIROCESM, and IPSLCM5AMR) under the two scenarios of RCP 4.5 and RCP 8.5 were downscaled using change factor method and compared. The uncertainties of the GCM models for both emission scenarios were also investigated. Comparison of means of precipitation time series for the period 2010–2040 was performed by t-test. The results indicated a decreasing trend in most of the months. The GISS2H model projected the most significant decreasing trend of total monthly precipitation. The highest uncertainty was observed in July for the both scenarios. Besides, although the outputs of the models didn't show a significant difference in 82% of the cases, the models' uncertainty band indicated a major difference among the results. Further uncertainty analysis may be recommended for more scrutiny.

**Keywords:** Climate change, General circulation models, Uncertainty, Iran



<sup>1</sup> M.Sc. Student of Water Resource Engineering, Water Engineering Department, Faculty of Water and Soil, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran

<sup>2</sup> Associate Professor of Water Engineering Department, Faculty of Water and Soil, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran

(\*Corresponding Author Email Address: [meftahalaghi@gmail.com](mailto:meftahalaghi@gmail.com))