تأثیر تغییر اقلیم بر نیاز آبی گندم در دشت گلفرج جلفا با استفاده از مدل *Terraza*

معصومه جبارزاده[1]، فرزین شهبازی[2] و محمدرضا دلالیان[3]

1- دانشجوی کارشناسی ارشد خاکشناسی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد تبریز

2- استادیار خاکشناسی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز

3- استادیار خاکشناسی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد تبریز

E-Mail: jjabarzadeh@yahoo.com

چکیده:

تغییر اقلیم تأثیر قابل ملاحظه بر میزان آب قابل دسترس خاک و تولید محصولات کشاورزی ایجاد می‌کند. اراضی دیم کشور که بخش قابل ملاحظه‌ای از تولیدات کشور را تشکیل می‌دهد به طور حتم با کاهش شدید تولیدات روبرو خواهد بود. در این مطالعه، تأثیر تغییر اقلیم طی چهار سناریو مطالعاتی 2000،2020،2050و2080 میلادی بر روی محدودیت بیواقلیمی کشت دیم و آبی گندم در دشت گلفرج جلفا با استفاده از مدل ***Terraza*** بررسی شده‌است. داده‌های اقلیمی برای سال 2000 میلادی از اطلاعات هواشناسی ایستگاه سینوپتیک شهرستان جلفا استخراج شده و برای آینده نیز بر اساس گزارشات هیأت بین‌الدول تغییر اقلیم (IPCC) محاسبه گردیده است. نتایج نشان داد که با افزایش دما در طول این چهار سناریو، نیاز آبی گندم برای دست‌یابی به عملکرد بهینه افزایش می‌یابد ولی در کشت دیم کاهش مقدار عملکرد سالیانه (R_{ys}) به‌قدری نامحسوس است که کلاس محدودیت اقلیمی همچنان ثابت می‌ماند.

واژه‌های کلیدی: تغییر اقلیم،گندم، مدل *Terraza*، نیاز آبی

مقدمه:

بخش کشاورزی در دنیا سهم قابل ملاحظه‌ای در تولید گازهای گلخانه‌ای نظیر گاز کربنیک، متان، اکسید ازت ونهایتاً افزایش دمای کره‌ی زمین دارد (دهقان 1382). با توجه به ارزش آب در کشاورزی و محدودیت این منبع مهم و حیاتی و وجود خشکسالی‌های متناوب در کشور مدیریت مصرف آب و استفاده بهینه از آب امری لازم و ضروری به نظر می‌رسد (شعبانی و همکاران 1385). مطالعاتی که بر روی مدل شبیه‌سازی شده‌ی گیاهان انجام شده‌اند بیشتر بر روی سناریوهای تغییر اقلیم آینده بنا نهاده شده‌اند و نتایج نشان داده‌اند که عملکرد گندم آبی در جنوب و جنوب‌غربی آسیا بطور اساسی تغییر خواهد یافت (فیشر و همکاران 2002) به عنوان مثال $0/5^{\circ}C$ افزایش دمای زمستان موجب کاهش عملکرد گندم به مقدار 0/45 تن در هکتار می‌شود (کارلا و همکاران 2002). تأثیر تغییر اقلیم بر روی محدودیت بیو-اقلیمی در دو نوع زراعت (آبی و دیم) در منطقه نیمه خشک اهر توسط شهبازی وهمکاران بررسی ونتایج استفاده از مدل ***Terraza*** در محیط میکرولیزنشان داد که تغییرات اقلیمی استرس‌های رطوبتی متعددی را برای زراعت آبی یونجه، چغندر قند، سیب‌زمینی و ذرت ایجاد خواهد کرد بنابراین استفاده از روش‌های مؤثر آبیاری برای ایجادتوسعه کشاورزی پایدار ضروری است (شهبازی و همکاران 2009). در تحقیقی دیگر توسط شهبازی و همکاران (2010) با استفاده از دو مدل ***Terraza*** و ***Cervatana*** کارآیی عمومی منطقه تخمین و برای سری‌های وسیعی از استفاده‌های کشاورزی، نتایج این مطالعه نشان داد که عملکرد سالیانه محصولات انتخاب شده در شرایط دیم و آبی می‌تواند به-ترتیب تا 13 الی 18% کاهش پیدا کند

مواد و روش‌ها:

-مشخصات منطقه مورد مطالعه:

منطقه مورد مطالعه به وسعت تقریبی 3260 هکتارشامل اراضی پایاب پمپاژ گلفرج در منطقه جلفا، در استان آذربایجان‌شرقی می‌باشد. موقعیت جغرافیایی محدوده مطالعاتی درسیستم UTM 548000 تا 556700 متر و عرض 4300600 تا 4311700 مترمی‌باشد. بر اساس آمار هواشناسی، محدوده مورد مطالعه دارای آب و هوای خشک بوده و معدل سالانه درجه حرارت 14/6°C و معدل میزان بارندگی سالیانه 198 mm است. رژیم حرارتی منطقه ***Thermic*** می‌باشد. فیزیوگرافی منطقه مورد مطالعه شامل دو واحد دشت‌های دامنه‌ای و واریزه‌های بادبزنی شکل سنگریزه دار می‌باشد. خاک‌های منطقه بر مبنای ***Soil Taxonomy*** در دو رده ***Aridisols Entisols*** قرار گرفته‌اند.

-داده‌های اقلیمی و سناریوهای مورد مطالعه:

هیأت بین‌الدول تغییر اقلیم (***IPCC***) تغییرات مشخص آماری را برای دوره‌های وسیع زمانی نشان می‌دهد. افزایش دمای پیش‌بینی شده در کل دنیا و بخصوص در ارتفاعات شمالی گسترش بیشتری دارد. کل آسیا در طول این قرن گرم خواهد شد و حتی ممکن است میزان افزایش دما در شرق آسیا بیشتر از میانگین جهانی باشد(کریستن‌سن و همکاران 2007). در این مطالعه به منظور ارزیابی منطقه گلفرج جلفا برای کشت گندم داده‌های اقلیمی برای چهار سناریو بررسی شده‌اند که در جدول 1 تنظیم شده‌است.

جدول1: داده‌های اقلیمی برای سناریوهای مطالعاتی

پارامتر	T_{min}				T_{max}				P			
سناریو های مطالعاتی	۲۰۰۰	۲۰۲۰	۲۰۵۰	۲۰۸۰	۲۰۰۰	۲۰۲۰	۲۰۵۰	۲۰۸۰	۲۰۰۰	۲۰۲۰	۲۰۵۰	۲۰۸۰
JAN	-۳/۶	-۲/۳۴	-۰/۵	۱/۵	۳/۷	۴/۹۶	۶/۸	۸/۸	۰/۸۷	۰/۸۴	۰/۸۴	**۰/۷۷**
FEB	-۲/۴	-۱/۱۴	۰/۷	۲/۷	۷/۴	۸/۴	۱۰/۵	۱۲/۵	۰/۹۳	۰/۹	۰/۹	**۰/۸۲**
MAR	۱/۹	۳/۱۹	۵/۱	۷/۵	۱۳/۷	۱۴/۹۹	۱۶/۹	۱۹/۳	۲/۳	۲/۲۵	۲/۲۵	**۱/۷۲**
APR	۸/۶	۹/۸۹	۱۱/۸	۱۴/۲	۲۱/۳	۲۲/۵۹	۲۴/۵	۲۶/۹	۳/۳	۳/۲۳	۳/۲۳	**۲/۴۷**
MAY	۱۳/۱	۱۴/۳۹	۱۶/۳	۱۸/۷	۲۶/۴	۲۷/۶۹	۲۹/۶	۳۲	۳/۹۵	۳/۸۷	۳/۸۷	**۲/۹۶**
JUN	۱۸/۷	۲۰/۲۵	۲۲/۴	۲۵	۳۲	۳۲/۵۵	۳۵/۷	۳۱/۶	۲/۰۸	۲/۳۵	۲/۳۵	**۲/۷۴**
JUL	۲۳	۲۴/۵۵	۲۶/۷	۲۹/۳	۳۴/۹	۳۶/۴۵	۳۸/۶	۴۱/۲	۰/۵۴	۰/۶۱	۰/۶۱	**۰/۷۱**
AUG	۲۲/۵	۲۴/۰۵	۲۶/۲	۲۸/۸	۳۴/۹	۳۴/۴۵	۳۸/۶	۴۱/۲	۰/۲۶	۰/۲۹	۰/۲۹	**۰/۳۴**
SEP	۱۶/۷	۱۸/۱۸	۲۰/۳	۲۲/۴	۲۰/۵	۲۱/۹۸	۲۴/۱	۲۶/۲	۰/۷۶	۰/۸۹	۰/۹۶	**۱/۱۵**
OCT	۹/۸	۱۱/۲۸	۱۳/۴	۱۵/۵	۲۲/۸	۲۴/۲۸	۲۶/۵	۲۸/۵	۱/۷۷	۲/۰۸	۲/۲۴	**۲/۶۹**
NOV	۳/۲	۴/۶۸	۶/۸	۸/۹	۱۶/۱	۱۷/۵۸	۱۲/۶	۲۱/۸	۱/۸۴	۲/۱۷	۲/۳۳	**۲/۷۹**
DEC	-۱/۹	-۰/۶۴	۱/۲	۳/۲	۶/۳	۷/۵۶	۹/۴	۱۱/۴	۱/۳۰	۱/۲۶	۱/۲۶	**۱/۱۵**

- مدل *Terraza*

براساس مدل ***Terraza*** می‌توان محدودیت بیواقلیمی منطقه را برای کشت تیپ‌های مختلف بهره‌وری تعیین و حتی می‌توان مقدار آب آبیاری مناسب جهت جلوگیری از کاهش عملکرد سالیانه محصول و همچنین وضعیت عملکرد محصول ناشی از تغییرات اقلیمی برای آینده دور را محاسبه کرد. متغیرهای ورودی در این مدل شامل داده‌های اقلیمی منطقه (دمای حداکثر و حداقل ماهیانه و میزان بارش ماهیانه)، مقدار آب قابل استفاده گیاه در عمق 100 سانتیمتری و همچنین داده‌های ضرایب گیاهی و کارآیی گیاه برای تیپ بهره‌وری گندم می‌باشد. ضرایب گیاهی برای گندم در طول دوره‌ی رشد گیاه بر اساس جدول2 می‌باشد. مراحل اجرای محاسبات مدل از روابط 1- 5 آورده شده است.

$$ET_C = ET_0 \times K_C \qquad [1]$$

K_c ضریب ماهیانه تیپ بهره‌وری و ET_0 تبخیر و تعرق پتانسیل محاسبه شده به روش تورنت وایت می‌باشد.

اختلاف بین تبخیرو تعرق ماهیانه و نزولات منطقه می‌تواند مثبت و یا منفی باشد. اگر مثبت باشد(S) ذخیره‌ی آبی وجود دارد ولی اگر منفی باشد (D) کمبود آبی وجود دارد. در طول دوره‌ی رشد گیاهی این اختلاف بین بارندگی و تبخیروتعرق گیاهی محاسبه می‌شود سپس کاهش عملکرد محصول (R_y) با استفاده از فرمول زیر محاسبه می‌شود:

$$1 - \frac{Ya}{Ym} = Ky\left[1 - \frac{ETa}{ETc}\right] \qquad [2]$$

جدول 2- ضریب عملکرد و ضریب پاسخ گیاه گندم (فائو 1976)

مراحل رشد / پارامتر	اولیه	توسعه	اواسط	اواخر	کل دوره	K_{ys}
روز	20	60	70	30	180	1/15
K_c	0/45	0/8	1/15	0/4		
K_y	0/2	0/6	0/5	0/5		

با جایگزینی فرمول 3 در فرمول 2 خواهیم داشت:

$$1 - \frac{Ym}{Ya} = Ry \qquad][3$$

$$Ry = Ky\left(1 - \frac{ETa}{ETc}\right) \times 100 \qquad [4]$$

بطوریکه Y_a عملکرد واقعی گیاه، Y_m پتانسیل عملکرد گیاه و K_y ضریب عملکرد گیاه می‌باشد و در نهایت کاهش سالانه عملکرد محصول از فرمول زیر بدست می‌آید:

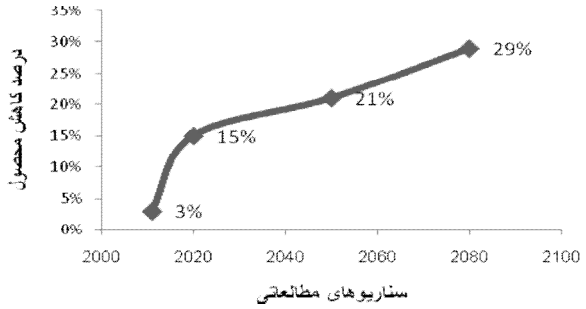
$$Rys = Kys\left(1 - \frac{\sum ETa}{\sum ETc}\right) \times 100 \qquad 5][$$

بطوریکه K_{ys} ضریب کاهش عملکرد ماهیانه $\sum ET_a$ مجموع تبخیروتعرق واقعی ماهیانه در طول دوره‌ی رشد، $\sum ET_c$ مجموع تبخیروتعرق واقعی ماهیانه گیاه در طول دوره‌ی رشد می‌باشد.

در این مطالعه، مقدار آب آبیاری (cm) همان فاکتور بارندگی در نظر گرفته شد، سپس از روی میزان بارندگی درصد کاهش سالانه عملکرد محصول برای سناریوهای مطالعاتی و دو نوع کشت دیم و آبی گندم محاسبه شد. با روش سعی و خطا اقدام به محاسبه مقدار آب آبیاری لازم جهت جلوگیری از عملکرد سالانه کمتر از 20% می‌کنیم.

بحث و نتیجه‌گیری:

تغییرات اقلیمی برای چهار سناریوی مورد مطالعه نشان داد که میانگین حداکثر و حداقل دمای ماهیانه در هر چهار سناریو افزایش خواهد یافت، ولی میزان بارندگی در طی این چهار سناریو برای فصول زمستان و بهار کاهش و برای فصول تابستان و پاییز افزایش خواهد یافت. نتایج مدل*Terraza* برای کشت دیم گندم پاییزه نشان داد که در شرایط کنونی کاهش عملکرد سالانه‌ی محصول (R_{ys}) 44 درصد ولی برای سال‌های 2020، 2050 و 2080 به‌ترتیب 47، 51 و 57 درصدکاهش محصول وجود خواهد داشت. مصرف 900 میلی‌متر در هکتار آب آبیاری در طول دوره‌ی رشد بصورت تقسیطی در سه مرحله می‌تواند کاهش عملکرد محصول نداشته باشد. برای سناریوهای آینده مقدار آب آبیاری بر طبق عملکرد بهینه محصول محاسبه شده و در شکل1 نشان داده شده‌اند.



شکل 1 – نمودار کاهش عملکرد گندم آبی با مصرف 900میلی‌متر آب آبیاری تا سال2080

بر اساس نتایج بدست آمده می‌توان به نقش مهم روش‌های آبیاری در صرفه‌جویی و استفاده صحیح از آب جهت جلوگیری از کاهش عملکرد سالانه محصول ضروری می‌باشد.

منابع:

دهقان ا، 1382، اثرات تغییر اقلیم بر کشاورزی ایران، صفحه78، سومین کنفرانس منطقه‌ای و اولین کنفرانس ملی تغییر اقلیم. دانشگاه اصفهان، اصفهان.

شعبانی م‌ک، هنر ت، زیبایی م، 1385، مدیریت بهینه آب در سطح مزرعه: مطالعه موردی ارزیابی استراتژی کم آبیاری به صورت یکنواخت در تمام مراحل رشد، همایش ملی مدیریت شبکه‌های آبیاری و زهکشی، دانشگاه شهید چمران اهواز، اهواز.

Christen j, Hewitson B C, Busuioc A, Chen A, Gao X, Jones R, kwon W T, Laprise R, Magana V, Mearns L, Menendes C, Raisaenen J, Rinke A, Kolli R K and Sarr A, 2007. Climate change 2007: The Scientific Basis. Report, Cambridge Univ. Press, Cambridge, UK.

De la Rosa D, Moreno J A,Garcia, L V, Almorza J,1992 , MICROLEIS: A micro computer based Mediterranean land evaluation system, soil use and management8, 86-87.

Dent D, Young A, 1997, soil survey and land evaluation . London, Allen and unwin , London, 27.

FAO, 1976. A framework for land evaluation, soils Bulletin, 32, FAO Press, Rome, Italy.

Fischer G, Shah M, and van Velhuizen H, 2002. Climate change and Agricultural vulnerability. Report. 1113. IIASA WSSD Press, Laxenburg, Austria.

Karla N, Aggarwal P K, Chander S, Pathak H, Choudhary R,Mukesh S, Rai H K, Soni U A, Anil S, Jolly M, Singh U K, Owrs A and hussain M Z, 2003. Impact of Climate change on agriculture, Climate change and India. In: Vulnerability Assesment and adaption. Orient longman press, Hayderabad, India.

Shahbazi F, Jafarzadeh A A, Sarmadian F, Neyshaboury M R, Oustan S, Anaya-romero M, De la Rosa D, 2009. Climate change impact on land capability using MicroLEIS DSS,International Agrophysics, 23, 277-286.

Shahbazi F, Jafarzadeh A A, Sarmadian F, Neyshaboury M R, Oustan S, Anaya- romero M, De la Rosa D, 2010. Climate change impact on bioclimatic deficiency, using MicroLEIS DSS in Ahar soils , Iran, Agriculture science technology , 12, 191-201.

تأثیر تغییر اقلیم بر نیاز آبی گندم در دشت گلفرج جلفا با استفاده از مدل *Terraza*

معصومه جبارزاده[1]، فرزین شهبازی[2] و محمدرضا دلالیان[3]

1- دانشجوی کارشناسی ارشد خاکشناسی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد تبریز

2- استادیار خاکشناسی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز

3- استادیار خاکشناسی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد تبریز

E-Mail: jjabarzadeh@yahoo.com

چکیده:

تغییر اقلیم تأثیر قابل ملاحظه بر میزان آب قابل دسترس خاک و تولید محصولات کشاورزی ایجاد می‌کند. اراضی دیم کشور که بخش قابل ملاحظه‌ای از تولیدات کشور را تشکیل می‌دهد به طور حتم با کاهش شدید تولیدات روبرو خواهد بود. در این مطالعه، تأثیر تغییر اقلیم طی چهار سناریو مطالعاتی 2000،2020،2050و2080 میلادی بر روی محدودیت بیواقلیمی کشت دیم و آبی گندم در دشت گلفرج جلفا با استفاده از مدل ***Terraza*** بررسی شده‌است. داده‌های اقلیمی برای سال 2000 میلادی از اطلاعات هواشناسی ایستگاه سینوپتیک شهرستان جلفا استخراج شده و برای آینده نیز بر اساس گزارشات هیأت بین‌الدول تغییر اقلیم (IPCC) محاسبه گردیده است. نتایج نشان داد که با افزایش دما در طول این چهار سناریو، نیاز آبی گندم برای دست‌یابی به عملکرد بهینه افزایش می‌یابد ولی در کشت دیم کاهش مقدار عملکرد سالیانه (R_{ys}) به‌قدری نامحسوس است که کلاس محدودیت اقلیمی همچنان ثابت می‌ماند.

واژه‌های کلیدی: تغییر اقلیم،گندم، مدل *Terraza*، نیاز آبی

مقدمه:

بخش کشاورزی در دنیا سهم قابل ملاحظه‌ای در تولید گازهای گلخانه‌ای نظیر گاز کربنیک، متان، اکسید ازت ونهایتاً افزایش دمای کره‌ی زمین دارد (دهقان 1382). با توجه به ارزش آب در کشاورزی و محدودیت این منبع مهم و حیاتی و وجود خشکسالی‌های متناوب در کشور مدیریت مصرف آب و استفاده بهینه از آب امری لازم و ضروری به نظر می‌رسد (شعبانی و همکاران 1385). مطالعاتی که بر روی مدل شبیه‌سازی شده‌ی گیاهان انجام شده‌اند بیشتر بر روی سناریوهای تغییر اقلیم آینده بنا نهاده شده‌اند و نتایج نشان داده‌اند که عملکرد گندم آبی در جنوب و جنوب‌غربی آسیا بطور اساسی تغییر خواهد یافت (فیشر و همکاران 2002) به عنوان مثال $0/5^{\circ}C$ افزایش دمای زمستان موجب کاهش عملکرد گندم به مقدار 0/45 تن در هکتار می‌شود (کارلا و همکاران 2002). تأثیر تغییر اقلیم بر روی محدودیت بیو-اقلیمی در دو نوع زراعت (آبی و دیم) در منطقه نیمه خشک اهر توسط شهبازی وهمکاران بررسی ونتایج استفاده از مدل ***Terraza*** در محیط میکرولیزنشان داد که تغییرات اقلیمی استرس‌های رطوبتی متعددی را برای زراعت آبی یونجه، چغندر قند، سیب‌زمینی و ذرت ایجاد خواهد کرد بنابراین استفاده از روش‌های مؤثر آبیاری برای ایجادتوسعه کشاورزی پایدار ضروری است (شهبازی و همکاران 2009). در تحقیقی دیگر توسط شهبازی و همکاران (2010) با استفاده از دو مدل ***Terraza*** و ***Cervatana*** کارآیی عمومی منطقه تخمین و برای سری‌های وسیعی از استفاده‌های کشاورزی، نتایج این مطالعه نشان داد که عملکرد سالیانه محصولات انتخاب شده در شرایط دیم و آبی می‌تواند به-ترتیب تا 13 الی 18% کاهش پیدا کند

مواد و روش‌ها:

-مشخصات منطقه مورد مطالعه:

منطقه مورد مطالعه به وسعت تقریبی 3260 هکتارشامل اراضی پایاب پمپاژ گلفرج در منطقه جلفا، در استان آذربایجان‌شرقی می‌باشد. موقعیت جغرافیایی محدوده مطالعاتی درسیستم UTM 548000 تا 556700 متر و عرض 4300600 تا 4311700 مترمی‌باشد. بر اساس آمار هواشناسی، محدوده مورد مطالعه دارای آب و هوای خشک بوده و معدل سالانه درجه حرارت 14/6°C و معدل میزان بارندگی سالیانه 198 mm است. رژیم حرارتی منطقه ***Thermic*** می‌باشد. فیزیوگرافی منطقه مورد مطالعه شامل دو واحد دشت‌های دامنه‌ای و واریزه‌های بادبزنی شکل سنگریزه دار می‌باشد. خاک‌های منطقه بر مبنای ***Soil Taxonomy*** در دو رده ***Aridisols Entisols*** قرار گرفته‌اند.

-داده‌های اقلیمی و سناریوهای مورد مطالعه:

هیأت بین‌الدول تغییر اقلیم (***IPCC***) تغییرات مشخص آماری را برای دوره‌های وسیع زمانی نشان می‌دهد. افزایش دمای پیش‌بینی شده در کل دنیا و بخصوص در ارتفاعات شمالی گسترش بیشتری دارد. کل آسیا در طول این قرن گرم خواهد شد و حتی ممکن است میزان افزایش دما در شرق آسیا بیشتر از میانگین جهانی باشد(کریستن‌سن و همکاران 2007). در این مطالعه به منظور ارزیابی منطقه گلفرج جلفا برای کشت گندم داده‌های اقلیمی برای چهار سناریو بررسی شده‌اند که در جدول 1 تنظیم شده‌است.

جدول1: داده‌های اقلیمی برای سناریوهای مطالعاتی

پارامتر	T_{min}				T_{max}				P			
سناریو های مطالعاتی	۲۰۰۰	۲۰۲۰	۲۰۵۰	۲۰۸۰	۲۰۰۰	۲۰۲۰	۲۰۵۰	۲۰۸۰	۲۰۰۰	۲۰۲۰	۲۰۵۰	۲۰۸۰
JAN	-۳/۶	-۲/۳۴	-۰/۵	۱/۵	۳/۷	۴/۹۶	۶/۸	۸/۸	۰/۸۷	۰/۸۴	۰/۸۴	**۰/۷۷**
FEB	-۲/۴	-۱/۱۴	۰/۷	۲/۷	۷/۴	۸/۴	۱۰/۵	۱۲/۵	۰/۹۳	۰/۹	۰/۹	**۰/۸۲**
MAR	۱/۹	۳/۱۹	۵/۱	۷/۵	۱۳/۷	۱۴/۹۹	۱۶/۹	۱۹/۳	۲/۳	۲/۲۵	۲/۲۵	**۱/۷۲**
APR	۸/۶	۹/۸۹	۱۱/۸	۱۴/۲	۲۱/۳	۲۲/۵۹	۲۴/۵	۲۶/۹	۳/۳	۳/۲۳	۳/۲۳	**۲/۴۷**
MAY	۱۳/۱	۱۴/۳۹	۱۶/۳	۱۸/۷	۲۶/۴	۲۷/۶۹	۲۹/۶	۳۲	۳/۹۵	۳/۸۷	۳/۸۷	**۲/۹۶**
JUN	۱۸/۷	۲۰/۲۵	۲۲/۴	۲۵	۳۲	۳۲/۵۵	۳۵/۷	۳۱/۶	۲/۰۸	۲/۳۵	۲/۳۵	**۲/۷۴**
JUL	۲۳	۲۴/۵۵	۲۶/۷	۲۹/۳	۳۴/۹	۳۶/۴۵	۳۸/۶	۴۱/۲	۰/۵۴	۰/۶۱	۰/۶۱	**۰/۷۱**
AUG	۲۲/۵	۲۴/۰۵	۲۶/۲	۲۸/۸	۳۴/۹	۳۴/۴۵	۳۸/۶	۴۱/۲	۰/۲۶	۰/۲۹	۰/۲۹	**۰/۳۴**
SEP	۱۶/۷	۱۸/۱۸	۲۰/۳	۲۲/۴	۲۰/۵	۲۱/۹۸	۲۴/۱	۲۶/۲	۰/۷۶	۰/۸۹	۰/۹۶	**۱/۱۵**
OCT	۹/۸	۱۱/۲۸	۱۳/۴	۱۵/۵	۲۲/۸	۲۴/۲۸	۲۶/۵	۲۸/۵	۱/۷۷	۲/۰۸	۲/۲۴	**۲/۶۹**
NOV	۳/۲	۴/۶۸	۶/۸	۸/۹	۱۶/۱	۱۷/۵۸	۱۲/۶	۲۱/۸	۱/۸۴	۲/۱۷	۲/۳۳	**۲/۷۹**
DEC	-۱/۹	-۰/۶۴	۱/۲	۳/۲	۶/۳	۷/۵۶	۹/۴	۱۱/۴	۱/۳۰	۱/۲۶	۱/۲۶	**۱/۱۵**

- مدل *Terraza*

براساس مدل ***Terraza*** می‌توان محدودیت بیواقلیمی منطقه را برای کشت تیپ‌های مختلف بهره‌وری تعیین و حتی می‌توان مقدار آب آبیاری مناسب جهت جلوگیری از کاهش عملکرد سالیانه محصول و همچنین وضعیت عملکرد محصول ناشی از تغییرات اقلیمی برای آینده دور را محاسبه کرد. متغیرهای ورودی در این مدل شامل داده‌های اقلیمی منطقه (دمای حداکثر و حداقل ماهیانه و میزان بارش ماهیانه)، مقدار آب قابل استفاده گیاه در عمق 100 سانتیمتری و همچنین داده‌های ضرایب گیاهی و کارآیی گیاه برای تیپ بهره‌وری گندم می‌باشد. ضرایب گیاهی برای گندم در طول دوره‌ی رشد گیاه بر اساس جدول2 می‌باشد. مراحل اجرای محاسبات مدل از روابط 1- 5 آورده شده است.

$$ET_C = ET_0 \times K_C \qquad [1]$$

K_c ضریب ماهیانه تیپ بهره‌وری و ET_0 تبخیر و تعرق پتانسیل محاسبه شده به روش تورنت وایت می‌باشد.

اختلاف بین تبخیرو تعرق ماهیانه و نزولات منطقه می‌تواند مثبت و یا منفی باشد. اگر مثبت باشد(S) ذخیره‌ی آبی وجود دارد ولی اگر منفی باشد (D) کمبود آبی وجود دارد. در طول دوره‌ی رشد گیاهی این اختلاف بین بارندگی و تبخیروتعرق گیاهی محاسبه می‌شود سپس کاهش عملکرد محصول (R_y) با استفاده از فرمول زیر محاسبه می‌شود:

$$1 - \frac{Ya}{Ym} = Ky\left[1 - \frac{ETa}{ETc}\right] \qquad [2]$$

جدول 2- ضریب عملکرد و ضریب پاسخ گیاه گندم (فائو 1976)

مراحل رشد / پارامتر	اولیه	توسعه	اواسط	اواخر	کل دوره	K_{ys}
روز	20	60	70	30	180	1/15
K_c	0/45	0/8	1/15	0/4		
K_y	0/2	0/6	0/5	0/5		

با جایگزینی فرمول 3 در فرمول 2 خواهیم داشت:

$$1 - \frac{Ym}{Ya} = Ry \qquad][3$$

$$Ry = Ky\left(1 - \frac{ETa}{ETc}\right) \times 100 \qquad [4]$$

بطوریکه Y_a عملکرد واقعی گیاه، Y_m پتانسیل عملکرد گیاه و K_y ضریب عملکرد گیاه می‌باشد و در نهایت کاهش سالانه عملکرد محصول از فرمول زیر بدست می‌آید:

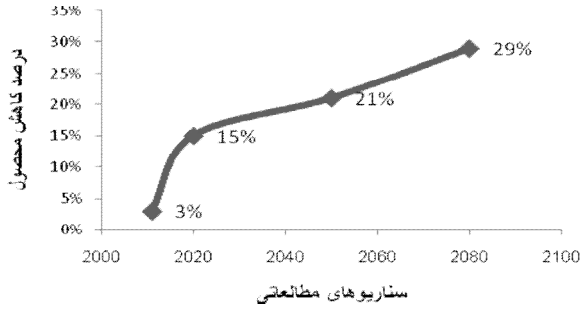
$$Rys = Kys\left(1 - \frac{\sum ETa}{\sum ETc}\right) \times 100 \qquad 5][$$

بطوریکه K_{ys} ضریب کاهش عملکرد ماهیانه $\sum ET_a$ مجموع تبخیروتعرق واقعی ماهیانه در طول دوره‌ی رشد، $\sum ET_c$ مجموع تبخیروتعرق واقعی ماهیانه گیاه در طول دوره‌ی رشد می‌باشد.

در این مطالعه، مقدار آب آبیاری (cm) همان فاکتور بارندگی در نظر گرفته شد، سپس از روی میزان بارندگی درصد کاهش سالانه عملکرد محصول برای سناریوهای مطالعاتی و دو نوع کشت دیم و آبی گندم محاسبه شد. با روش سعی و خطا اقدام به محاسبه مقدار آب آبیاری لازم جهت جلوگیری از عملکرد سالانه کمتر از 20% می‌کنیم.

بحث و نتیجه‌گیری:

تغییرات اقلیمی برای چهار سناریوی مورد مطالعه نشان داد که میانگین حداکثر و حداقل دمای ماهیانه در هر چهار سناریو افزایش خواهد یافت، ولی میزان بارندگی در طی این چهار سناریو برای فصول زمستان و بهار کاهش و برای فصول تابستان و پاییز افزایش خواهد یافت. نتایج مدل*Terraza* برای کشت دیم گندم پاییزه نشان داد که در شرایط کنونی کاهش عملکرد سالانه‌ی محصول (R_{ys}) 44 درصد ولی برای سال‌های 2020، 2050 و 2080 به‌ترتیب 47، 51 و 57 درصدکاهش محصول وجود خواهد داشت. مصرف 900 میلی‌متر در هکتار آب آبیاری در طول دوره‌ی رشد بصورت تقسیطی در سه مرحله می‌تواند کاهش عملکرد محصول نداشته باشد. برای سناریوهای آینده مقدار آب آبیاری بر طبق عملکرد بهینه محصول محاسبه شده و در شکل1 نشان داده شده‌اند.



شکل 1 – نمودار کاهش عملکرد گندم آبی با مصرف 900میلی‌متر آب آبیاری تا سال2080

بر اساس نتایج بدست آمده می‌توان به نقش مهم روش‌های آبیاری در صرفه‌جویی و استفاده صحیح از آب جهت جلوگیری از کاهش عملکرد سالانه محصول ضروری می‌باشد.

منابع:

دهقان ا، 1382، اثرات تغییر اقلیم بر کشاورزی ایران، صفحه78، سومین کنفرانس منطقه‌ای و اولین کنفرانس ملی تغییر اقلیم. دانشگاه اصفهان، اصفهان.

شعبانی م‌ک، هنر ت، زیبایی م، 1385، مدیریت بهینه آب در سطح مزرعه: مطالعه موردی ارزیابی استراتژی کم آبیاری به صورت یکنواخت در تمام مراحل رشد، همایش ملی مدیریت شبکه‌های آبیاری و زهکشی، دانشگاه شهید چمران اهواز، اهواز.

Christen j, Hewitson B C, Busuioc A, Chen A, Gao X, Jones R, kwon W T, Laprise R, Magana V, Mearns L, Menendes C, Raisaenen J, Rinke A, Kolli R K and Sarr A, 2007. Climate change 2007: The Scientific Basis. Report, Cambridge Univ. Press, Cambridge, UK.

De la Rosa D, Moreno J A,Garcia, L V, Almorza J,1992 , MICROLEIS: A micro computer based Mediterranean land evaluation system, soil use and management8, 86-87.

Dent D, Young A, 1997, soil survey and land evaluation . London, Allen and unwin , London, 27.

FAO, 1976. A framework for land evaluation, soils Bulletin, 32, FAO Press, Rome, Italy.

Fischer G, Shah M, and van Velhuizen H, 2002. Climate change and Agricultural vulnerability. Report. 1113. IIASA WSSD Press, Laxenburg, Austria.

Karla N, Aggarwal P K, Chander S, Pathak H, Choudhary R,Mukesh S, Rai H K, Soni U A, Anil S, Jolly M, Singh U K, Owrs A and hussain M Z, 2003. Impact of Climate change on agriculture, Climate change and India. In: Vulnerability Assesment and adaption. Orient longman press, Hayderabad, India.

Shahbazi F, Jafarzadeh A A, Sarmadian F, Neyshaboury M R, Oustan S, Anaya-romero M, De la Rosa D, 2009. Climate change impact on land capability using MicroLEIS DSS,International Agrophysics, 23, 277-286.

Shahbazi F, Jafarzadeh A A, Sarmadian F, Neyshaboury M R, Oustan S, Anaya- romero M, De la Rosa D, 2010. Climate change impact on bioclimatic deficiency, using MicroLEIS DSS in Ahar soils , Iran, Agriculture science technology , 12, 191-201.