

Effects of El Nino Events on Summer Precipitation in Jincheng

Pengjuan Ren*, Jianmin Wang, Haixia Cheng, Chenyu Niu, Long Ma

Jincheng Meteorological Bureau, Jincheng Shanxi

Email: rpjice@163.com

Received: Sep. 3rd, 2019; accepted: Sep. 16th, 2019; published: Sep. 23rd, 2019

Abstract

The features of summer precipitation and the correlation between El Nino events and summer precipitation in Jincheng city were investigated by using the precipitation data of 5 stations in Jincheng City during 1961-2018 (June to August). The main results show that the summer precipitation in Jincheng city has a decreasing trend in the last 50 years; there was a close relationship between droughts and floods in Jincheng and El Nino. The starting year of the El Nino event and the year of the El Nino event were mostly corresponding to summer drought in Jincheng city, with the probability of less summer precipitation as 66.7%, with the probability of summer drought as 29.4%, with the probability of less summer precipitation as 90%, with the probability of summer drought as 50%. In the stronger El Nino events, the ending year of the El Nino event was mostly corresponding to flood in Jincheng city, with the probability of more summer precipitation as 64.7%, with the probability of summer drought as 41.2%, with the probability of more summer precipitation as 90%, with the probability of summer drought as 70%.

Keywords

El Nino Events, Intensity, Precipitation in the Summer, Drought, Flood, Jincheng

厄尔尼诺事件对晋城夏季降水的影响分析

任鹏娟*, 王建民, 程海霞, 牛晨煜, 马 龙

山西省晋城市气象局, 山西 晋城

Email: rpjice@163.com

收稿日期: 2019年9月3日; 录用日期: 2019年9月16日; 发布日期: 2019年9月23日

*第一作者。

摘要

利用晋城5个气象观测站1961~2018年夏季(6~8月)降水资料,分析了晋城58年来的降水变化趋势,着重分析了厄尔尼诺事件对晋城夏季降水及早涝的影响,结果表明:晋城夏季降水量呈波动下降的趋势;晋城夏季降水与厄尔尼诺事件密切相关,厄尔尼诺开始年及持续年对应夏季干旱,夏季降水偏少几率为66.7%,出现干旱的几率为29.4%,中等强度及以上的厄尔尼诺开始年及持续年夏季降水量偏少几率为90.0%,出现干旱的几率为50%;厄尔尼诺结束年对应夏涝,夏季降水偏多几率为64.7%,出现夏涝的几率为41.2%,中等强度及以上的厄尔尼诺结束年,夏季降水量偏多几率为90.0%,出现夏涝的几率为70%。

关键词

厄尔尼诺事件, 强度, 夏季降水, 干旱, 夏涝, 晋城

Copyright © 2019 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

晋城位于山西省东南角,东枕太行,西望黄河,南临中原。地形以山地丘陵为主,盆地及山间宽谷相间,复杂的地形地貌使得晋城与同纬度的华北平原相比,呈现出独特的气候特征。研究[1][2][3]表明,山西水资源缺乏,一方面降水总量少,另一方面降水多集中于夏季,多以暴雨形式出现,给工农业生产等带来严重危害。在全球气候变暖和北方干旱化的背景下,日益严重的干旱化已成为山西经济社会发展的主要自然灾害。许多学者对我国华北地区及山西的旱涝规律进行了大量研究,陈烈庭[4]根据华北地区各测站降水年际变化大小的分布特点和旱涝的一致性,大致将华北降水异常分为8个区:冀北山地、河北平原西区、河北平原东区、黄河下游、黄淮平原、黄河河套、黄土高原和渭河区,并指出华北各区降水年际变化的差异是很大的。郭媛媛等[5][6]分析了山西夏季降水异常特征与赤道东太平洋海温异常特征的关系。张祎玮[7]等分析山西降水受地形影响很大,山区较多,盆地较少;近56年,山西年平均降水在1967年发生了显著的气候突变,从相对偏涝跃变为相对偏旱,夏季降水在1977年出现了显著的气候突变,从相对偏涝跃变为相对偏旱;并提出夏季降水减少是造成年降水减少的主要因素。目前对于晋城旱涝变化规律及异常成因的分析还很少。

近年来,厄尔尼诺事件对中国气候变化的影响、赤道东太平洋海温异常与中国降水及早涝的关联等问题受到研究工作者的广泛关注,并取得了较为丰富的研究成果[8]-[14]。于润玲等[15]指出 ENSO 对于华北地区夏季降水有明显影响。李芬等[16]指出山西旱涝对 EI Nino 的响应较明显,尤其夏季旱涝等级对 EI Nino 的响应最明显。姚彩霞等[17]探讨了厄尔尼诺事件与山西省气候和山西省春秋典型旱涝的关系,张润英[18]等分析了忻州夏季降水与厄尔尼诺事件之间存在的关系,张红英等[19]分析的是厄尔尼诺事件对山西长治的影响,主要分析了厄尔尼诺事件对长治年降水量及年代际变化特征的影响。针对厄尔尼诺事件对晋城夏季降水旱涝变化规律的相关研究目前还是空白,笔者研究厄尔尼诺事件对1961年以来晋城夏季降水的变化影响,为晋城夏季降水气候预测提供背景信息和科学依据,为指导农业生产、防灾减灾建设和充分合理利用该区的气候资源提供理论依据。

2. 资料来源与研究方法

2.1. 资料来源

根据晋城 5 个气象观测站自建站以来至 2018 年 12 月的月平均降水资料, 考虑到资料的完整性, 选取 1961~2018 年有观测记录的 5 个台站 50a 的夏季(6~8 月)降水资料; 厄尔尼诺事件参照 2017 年 2 月中国气象局颁布气象行业标准《厄尔尼诺/拉尼娜事件判别方法》(QT/T370-2017)及国家气候中心《全球海洋监测预测简报》(29~34 期); 采用 1981~2010 年 30 年统计量作为气候标准值。

2.2. 研究方法

将晋城 5 个气象观测站 1961~2018 年的夏季(6~8 月)降水距平资料作为统计因子, 统计并分析厄尔尼诺事件当年的降水距平百分率 P_a 及其分布特征, 采用分解法分别统计厄尔尼诺事件开始年和结束年的降水距平百分率 P_a 及其分布特征; 再根据旱涝等级的划分标准, 先将 1961~2018 年间晋城夏季划分为干旱年和涝年, 再分解为厄尔尼诺事件开始年和结束年, 分析厄尔尼诺事件年与晋城地区夏季历史旱涝的相关性。

2.3. 厄尔尼诺事件的确定与划分

厄尔尼诺事件是赤道中、东太平洋海表温度异常(SSTA)出现大范围偏暖、且强度和持续时间达到一定条件的现象, 是热带海气相互作用的产物。为了规范厄尔尼诺/拉尼娜事件的判别标准, 2017 年 2 月中国气象局颁布气象行业标准《厄尔尼诺/拉尼娜事件判别方法》(QT/T370-2017), 定义赤道中、东太平洋海面温度距平(SSTA)中心位于赤道东太平洋, 称为东部型(或东太平洋型)厄尔尼诺事件; SSTA 中心位于赤道中太平洋, 称为中部型(或中太平洋型、暖池型、日界线型)厄尔尼诺事件。依照上述判别标准得到 1961 年以来的厄尔尼诺事件的起始时间、结束时间及强度序列年表(见表 1)。并根据事件峰值强度绝对值来确定厄尔尼诺事件的强度, 划分为弱、中等、强、超强 4 个等级。

Table 1. El Nino years since 1961

表 1. 1961 年以来发生的厄尔尼诺事件

序号	起止年月	长度/月	峰值时间	强度/℃	强度等级
1	1963.07~1964.01	7	1963.11	1.1	弱
2	1965.05~1966.05	14	1965.11	1.7	中等
3	1968.10~1970.02	17	1969.02	1.1	弱
4	1972.05~1973.03	11	1972.11	2.1	强
5	1976.09~1977.02	6	1976.10	0.9	弱
6	1977.09~1978.02	6	1978.01	0.9	弱
7	1979.09~1980.01	5	1980.01	0.6	弱
8	1982.04~1983.06	15	1983.01	2.7	超强
9	1986.08~1988.02	19	1987.08	1.9	中等
10	1991.05~1992.06	14	1992.01	1.9	中等
11	1994.09~1995.3	7	1994.12	1.3	中等
12	1997.04~1998.04	13	1997.11	2.7	超强
13	2002.05~2003.03	11	2002.11	1.6	中等
14	2004.07~2005.01	7	2004.09	0.8	弱
15	2006.08~2007.01	6	2006.11	1.1	弱
16	2009.06~2010.04	11	2009.12	1.7	中等
17	2014.10~2016.04	19	2015.12	2.8	超强

3. 厄尔尼诺(ENSO)事件特征分析

3.1. 厄尔尼诺(ENSO)事件时间特征

根据表 1 及国家气候中心《全球海洋监测预测简报》监测结果统计, 1961~2018 年, 赤道太平洋共发生 18 次厄尔尼诺事件, 发生的概率为 31.0%, 从表 1 看出, ENSO 事件发生时间不尽相同, 18 次厄尔尼诺事件中, 春季发生的共 6 次, 占总数的 35.3%; 夏季发生的共 5 次, 占总数的 29.4%; 秋季发生的共 7 次, 占总数的 38.9%; 冬季没有发生。

据国家气候中心气候监测, 赤道中东太平洋已经在 2018 年 9 月进入厄尔尼诺状态, 且 2018 年 9 月至 2019 年 1 月, 赤道中东太平洋达到一次厄尔尼诺事件标准。年初以来, 热带太平洋大部海表温度持续偏高。2019 年 4 月第 1 候和第 2 候 Niño3.4 区海温指数分别为 0.74℃和 0.78℃。目前, 赤道中东太平洋厄尔尼诺维持。

3.2. 厄尔尼诺(ENSO)事件变化规律及强度特征

采用统计分析方法对厄尔尼诺强度变化、频率进行趋势分析, 2~5 年发生 1 次, 发生概率为 29.3%。超强厄尔尼诺事件有 3 次, 分别发生在 1982~1983 年、1997~1998 年、2014~2016 年, 其中 2014~2016 年的厄尔尼诺最为严重, 厄尔尼诺海温指数为 2.8℃, 超强厄尔尼诺事件均为东部型。强厄尔尼诺事件 1 次, 发生在 1972~1973 年, 也为东部型。中等强度的厄尔尼诺事件 6 次, 其中东部型 3 次, 中部型 3 次。从表 1 中分析厄尔尼诺事件年代变化规律看, 发生频率无明显变化, 但厄尔尼诺事件强度呈增强趋势。

4. 厄尔尼诺(ENSO)事件与晋城夏季降水之间的关系

4.1. 晋城夏季降水量变化特征

通过对 1961~2018 年晋城 5 个气象观测站年降水量资料的整理, 取算术平均法计算出区域夏季降水量: 5 个气象站夏季降水量取算术平均值作为区域逐年夏季降水量。历年平均值为 5 个气象观测站气候标准值的算术平均值。

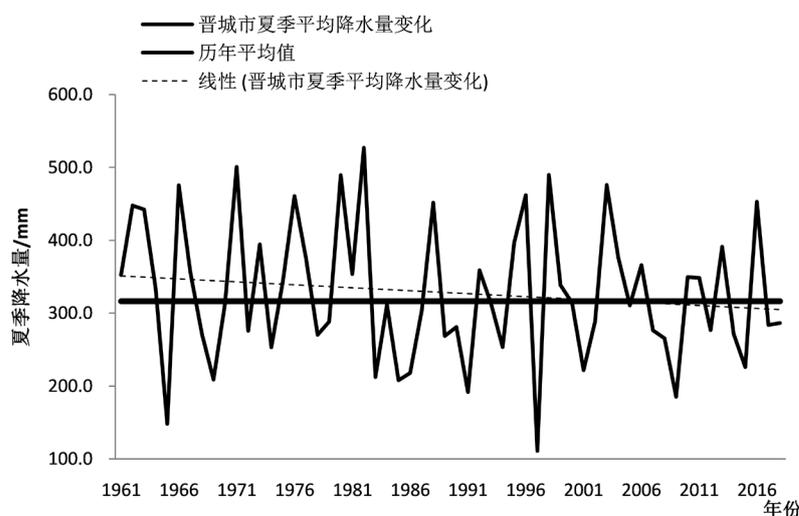


Figure 1. Change of summer precipitation from 1961 to 2018 in Jincheng

图 1. 1961~2018 年晋城地区夏季降水量年际变化

通过图 1 发现, 晋城地区近 58 年来夏季降水量呈现下降趋势。从空间分布看: 夏季多年平均降水量

最大值出现在陵川县, 为 354.2 mm, 最小值出现在沁水县, 为 316.7 mm, 空间呈现由东到西递减。夏季平均降水量最大值出现在 1982 年, 为 526.7 mm, 除此以外, 1971 年夏季降水量 500.5, 也超过 500 mm, 夏季平均降水量最小值出现在 1965 和 1997 年, 降水量分别为 148.1 和 110.9 mm。由图 2 分析可见, 20 世纪 60~70 年代晋城地区夏季降水量明显高于历年平均值(316.3 mm), 80 年代开始低于历年平均值, 从 90 年代~21 世纪初有所增加, 但近年来又出现减少的趋势。总体来说, 从上世纪 70 年代开始, 晋城地区降水量呈减少趋势。

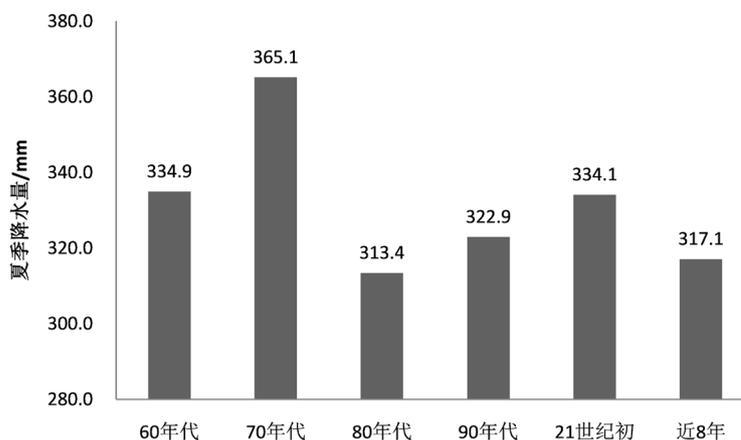


Figure 2. Change of summer precipitation in different ages

图 2. 晋城地区不同年代夏季降水量变化

4.2. 1961~2018 年晋城夏季降水的旱涝情况

有多种指标可应用于站点旱涝的确定和区域旱涝级别的判别。本文采用气候学上常用的降水距平百分率 P_a 来表示晋城夏季旱涝程度。降水距平百分率 P_a 是指某时段的降水量与常年同期降水量相比的百分率。

$$p_a = \frac{p - \bar{p}}{\bar{p}} \times 100\%$$

其中 p 为某时段降水量, \bar{p} 多年同期降水量, 取 1981~2010 年 30 年气候平均值。并按通用的标准, 定义降水距平百分率 $P_a \geq 50\%$ 为大涝, $25\% \leq P_a < 50\%$ 偏涝, $-25\% < P_a < 25\%$ 正常, $-50\% < P_a \leq -25\%$ 偏旱, $P_a \leq -50\%$ 大旱。统计分析(图 3) 58 年来晋城夏季平均降水量, 平均降水量负距平的年数为 31 年, 正距平的年数为 27 年, 降水偏少的年份大于偏多的年份。按照偏涝(旱)等级的年份划分晋城夏涝(旱)年, 其中大旱年份有 2 个, 分别为 1965 和 1997; 旱年有 8 个, 分别为 1969、1983、1985、1986、1991、2001、2009、2015; 大涝的年份有 5 个, 分别为 1966、1971、1980、1982、2003; 偏涝的年份有 9 个, 分别为 1962、1963、1973、1976、1988、1995、1996、1998、2016; 涝年概率为 24.1%, 旱年概率为 17.2%, 正常年份概率为 58.6%, 说明晋城地区涝年多于旱年。

4.3. 厄尔尼诺事件晋城夏季降水及旱涝关系分析

1981~2015 年间厄尔尼诺事件有 18 次, 开始年数为 18 年, 结束年数为 17 年, 2019 年为持续年。本研究在研究厄尔尼诺与晋城地区夏季降水关系时, 将厄尔尼诺峰值期出现年作为厄尔尼诺事件年, 并将厄尔尼诺事件分解为开始年和结束年来统计分析与晋城地区夏季降水的关系, 统计厄尔尼诺事件时, 厄尔尼诺事件跨三个的年份占 3 次, 事件年与开始年重合的年份占 10 年, 与结束年重合的年份占 4 年。

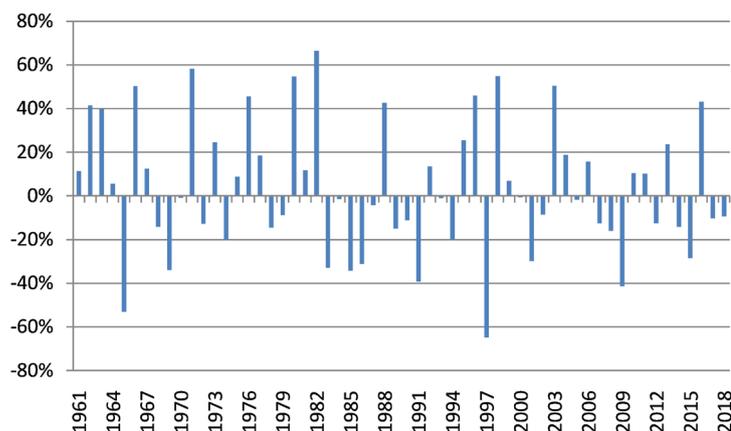


Figure 3. Change of the anomalies of annual precipitation

图 3. 1961~2018 年夏季降水量距平百分比

4.3.1. 厄尔尼诺当年晋城夏季降水及早涝关系分析

从表 2 看, 在厄尔尼诺事件当年, 晋城地区夏季降水偏少的年数为 11 年, 几率为 64.7%, 偏多的年数为 6 年, 偏多几率为 35.2%。按旱涝标准衡量, 属于大旱的年数有 2 年, 几率为 11.8%; 属于偏旱的年数有 4 年, 几率为 23.5%; 属于大涝的年数有 1 年, 几率为 5.9%; 偏涝的年数有 2 年, 几率为 11.8%; 正常年份为 9 年, 几率为 52.9%。即涝年概率为 17.6%, 旱年概率为 35.3%, 正常年份概率为 52.9%。

Table 2. The anomalies of annual precipitation in El Nino years since 1961

表 2. 1961 年以来厄尔尼诺事件当年晋城夏季降水距平百分率

厄尔尼诺当年	距平百分率	厄尔尼诺当年	距平百分率
1963 年	40%	1992 年	13%
1965 年	-53%	1994 年	-20%
1969 年	-34%	1997 年	-65%
1972 年	-13%	2002 年	-9%
1976 年	46%	2004 年	19%
1978 年	-15%	2006 年	16%
1980 年	55%	2009 年	-41%
1983 年	-33%	2015 年	-29%
1987 年	-4%		

4.3.2. 厄尔尼诺开始年晋城夏季降水及早涝关系分析

由图 4 分析可知, 厄尔尼诺开始年晋城地区夏季降水偏少的年数为 12 年, 几率为 66.7%, 偏多的年数为 6 年, 偏多几率为 33.3%; 中等强度及以上的厄尔尼诺开始年, 除 1982 年以外, 其它年份均偏少, 几率为 90.0%。

按旱涝标准衡量, 厄尔尼诺开始年晋城地区夏季属于大旱的年数有 2 年, 几率为 11.8%; 属于偏旱的年数有 3 年, 几率为 17.6%; 属于大涝的年数有 1 年, 几率为 5.9%; 偏涝的年数有 2 年, 几率为 11.8%; 正常年份为 9 年, 几率为 52.9%。即涝年概率为 17.6%, 旱年概率为 29.4%, 正常年份概率为 52.9%。

中等强度及以上的厄尔尼诺开始年,属于大旱的年数有 2 年,几率为 20%;属于偏旱的年数有 3 年,几率为 30%;属于大涝的年数有 1 年,几率为 10%;正常年份为 4 年,几率为 40%。即涝年概率为 10%,旱年概率为 50%,正常年份概率为 40%。

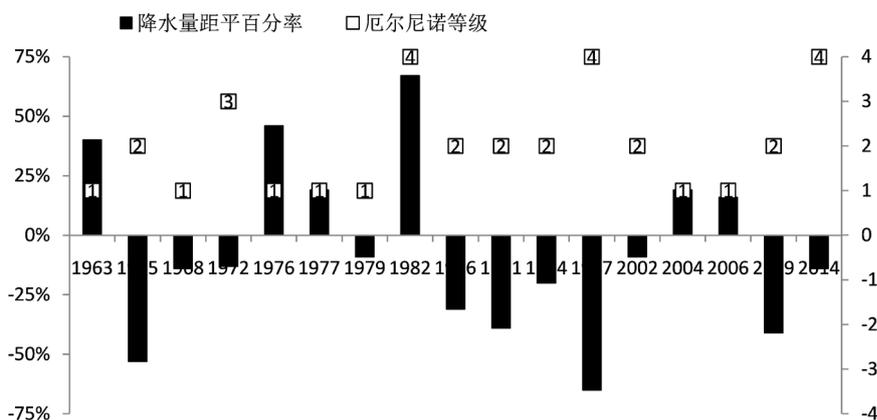


Figure 4. Relationship between the change of the anomalies of annual precipitation and the beginning of El Niño event
图 4. 厄尔尼诺开始年厄尔尼诺事件等级与区域降水量相关关系图

4.3.3. 厄尔尼诺结束年晋城夏季降水及旱涝关系分析

由图 5 分析可知,厄尔尼诺结束年晋城地区夏季降水偏少的年数为 6 年,几率为 35.2%,偏多的年数为 11 年,偏多几率为 64.7%。中等强度及以上的厄尔尼诺结束年,除 1982 年以外,其它年份均偏多,几率为 90.0%。

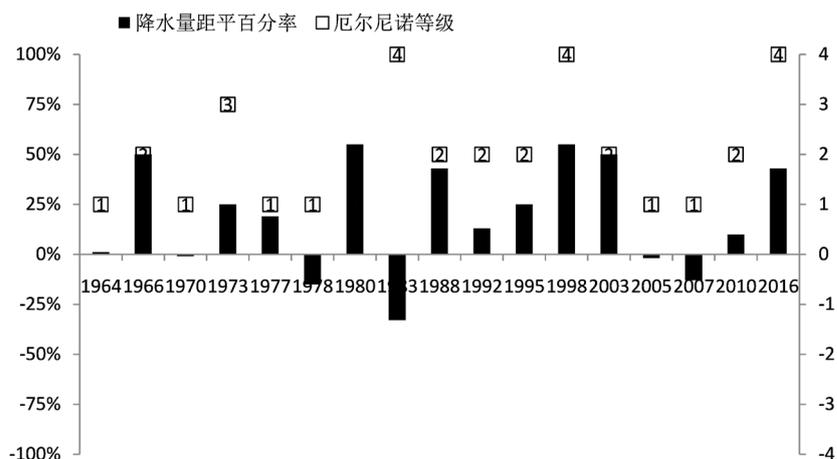


Figure 5. Relationship between the change of the anomalies of annual precipitation and the end of El Niño event
图 5. 厄尔尼诺结束年厄尔尼诺事件等级与区域降水量相关关系图

按旱涝标准衡量,厄尔尼诺结束年晋城地区夏季无大旱年,偏旱的年数有 1 年,几率为 5.9%;属于大涝的年数有 5 年,几率为 29.4%;偏涝的年数有 2 年,几率为 11.8%;正常年份为 8 年,几率为 47.1%。即涝年概率为 41.2%,旱年概率为 5.9%,正常年份概率为 47.1%。

中等强度及以上的厄尔尼诺结束年,偏旱的年数有 1 年,几率为 10%;属于大涝的年数有 3 年,几率为 30%;偏涝的年数有 4 年,几率为 40%;正常年份为 2 年,几率为 20%。即涝年概率为 70%,旱年概率为 10%,正常年份概率为 20%。

综上所述表明：厄尔尼诺事件对晋城夏季降水影响较大，中等强度及以上的厄尔尼诺事件对晋城夏季降水影响更明显，表现为厄尔尼诺事件开始年份及当年大多对应晋城夏季干旱，厄尔尼诺事件结束年份对应正常或偏涝；中等强度及以上的厄尔尼诺事件出现旱涝的几率更高。晋城历史上的2次大旱(1965、1997)均出现在厄尔中等或强厄尔尼诺开始年及当年，厄尔尼诺开始年及当年，旱年概率为29.4%，正常年份概率为52.9%，中等或强厄尔尼诺开始年及当年，旱年概率为50%，正常年份概率为40%；厄尔尼诺结束年，即涝年概率为41.2%，旱年概率为5.9%，正常年份概率为47.1%；中等或强厄尔尼诺结束年，涝年概率为70%，旱年概率为10%，正常年份概率为20%。

5. 结论与讨论

1) 本研究通过对历史上出现的 El Nino 事件统计发现，1961~2018 年共有 11 次 El Nino 事件，2~5 年发生 1 次，发生概率为 29.3%，中等及以上强度的 El Nino 事件发生概率为 17.2%；超强厄尔尼诺事件均为东部型；从 El Nino 事件年代变化规律看，发生频率无明显变化，但尼诺事件强度呈增强趋势。

2) 利用晋城 5 个气象观测站 1961~2018 年夏季(6~8 月)降水量资料，分析厄尔尼诺事件当年、开始年和结束年，晋城夏季降水与常年降水差异状况。结果表明：厄尔尼诺事件对晋城夏季降水影响较大，中等强度及以上的厄尔尼诺事件对晋城夏季降水影响更明显，表现为厄尔尼诺事件开始年份及当年大多对应晋城夏季干旱，厄尔尼诺事件结束年份对应正常或偏涝；中等强度及以上的厄尔尼诺事件出现旱涝的几率更高；厄尔尼诺事件开始年及持续年，对应的夏季降水概率基本一致，都是以偏旱为主。

3) 本研究所用的资料为最新年代资料，研究结果能够更准确地反映出厄尔尼诺事件对晋城市夏季降水的影响程度。统计表明，晋城夏季降水占全年降水的 55.2%，此结论可用于厄尔尼诺事件发生年份晋城夏季降水趋势预测，冬季、春季和秋季的降水特征未涉及到，因此全年降水趋势预测的不确定性较大，另外，晋城地区地形以山地丘陵为主，盆地及山间宽谷相间，所辖各县(市)地形差异较大，大气候背景下也可能有小气候事件，该研究有一定的局限性，有待于进一步向全年和不同季节以及研究更个体化，精细化，为晋城防汛抗旱提供更准确的科学依据。

参考文献

- [1] 李崇银. 华北汛期降水的个例研究[J]. 气象学报, 1992, 50(1): 41-47.
- [2] 王志娟, 周顺武, 杨双艳, 等. 山西省夏季旱涝的大气环流异常特征[J]. 气象, 2008, 34(9): 104-111.
- [3] 郭慕萍, 刘月丽, 安炜, 等. 山西气候[M]. 北京: 气象出版社, 2014.
- [4] 陈烈庭. 华北各区夏季降水年际和年代际变化的地域性特征[J]. 高原气象, 1999, 18(4): 477-485.
- [5] 郭媛媛, 李丽平, 董春卿, 等. 山西省夏季降水与赤道东太平洋海温关系初探[J]. 气象与环境科学, 2012, 35(1): 14-20.
- [6] 郭媛媛, 武永利, 董春卿, 等. 影响山西夏季降水的水汽输送研究[J]. 中国农学通报, 2016, 32(2): 142-148.
- [7] 张玮玮, 李芬, 郝智文, 等. 1958~2013 年山西降水的季节变化及统计特征[J]. 中国农学通报, 2015, 31(16): 250-258.
- [8] 袁媛, 杨辉, 李崇银. 不同分布型厄尔尼诺事件及对中国次年夏季降水的可能影响[J]. 气象学报, 2012, 70(30): 467-478.
- [9] 姚辉, 李栋梁. 厄尔尼诺事件与中国降水及历史旱涝[J]. 应用气象学报, 1992, 3(2): 228-234.
- [10] 张鹏飞, 赵景波, 等. 50 余年来厄尔尼诺-拉尼娜(El Nino/La Nina)事件对山西省气候影响分析[J]. 干旱区资源与环境, 2012, 2(2): 74-78.
- [11] 马淑苗, 赵景波, 等. 厄尔尼诺/拉尼娜事件对山西省南部地区气候的影响[J]. 水土保持通报, 2012, 8(4): 106-111.
- [12] 程炳岩, 孙卫国. 厄尔尼诺事件对河南省降水的可能影响[J]. 灾害学, 2002, 17(2): 22-27.

- [13] 袁媛, 高辉, 贾小龙, 等. 2014~2016 年超强厄尔尼诺事件的气候影响[J]. 气象, 2016, 42(5): 532-539.
- [14] 伍红雨, 吴遥. 不同类型和强度的厄尔尼诺事件对次年华南前汛期降水的可能影响[J]. 大气科学, 2018, 42(5): 1081-1095.
- [15] 于润玲, 孙照渤, 陈海山. 华北夏季降水与北半球环流及北太平洋海温关系的初步分析[J]. 南京气象学院学报, 2002, 25(5): 577-586.
- [16] 李芬, 张祎玮, 乔云红, 等. 近 56 年山西季节旱涝对 ENSO 事件的响应[J]. 灾害学, 2015, 30(4): 85-90.
- [17] 姚彩霞, 杨小萍, 王云峰, 等. 厄尔尼诺事件山西春秋典型旱涝年环流特征分析[J]. 山西气象, 2002(3): 9-12.
- [18] 张润英, 郝纹进, 郑秀文, 等. 厄尔尼诺年忻州夏季降水与旱涝关系[J]. 中国农学通报, 2016, 32(13): 147-152.
- [19] 张红英, 吴素芬, 李菊芬, 等. 厄尔尼诺/拉尼娜事件变化特征及与长治气候的关系[J]. 中国农学通报, 2015, 31(15): 247-253.